



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ในภาคใต้ของประเทศไทยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา”

โดย

รศ.ดร.สายัณห์ สดุดี ดร.อัศมน ลิ้มสกุล
และนายวุฒิชัย แพงแก้ว

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
มีนาคม 2557

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคใต้
ของประเทศไทยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา”

คณะผู้วิจัย

- รศ.ดร.สายนธ์ สดุดี
- ดร.อัศมน ลิ้มสกุล
- นายวุฒิชัย แพงแก้ว

สังกัด

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
Abstract	(4)
บทคัดย่อ	(7)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(11)
บทที่ 1	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตและแนวทางการดำเนินงาน	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	3
บทที่ 2	
2.1 รูปแบบและความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย	4
2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย	11
2.2 ภัยพิบัติทางภูมิอากาศและผลกระทบในประเทศไทย	16
2.4 พื้นที่ภาคใต้และลักษณะทางสภาพภูมิอากาศ	29
2.5 ผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรของประเทศไทย	30
2.6 ยางพาราในภาคใต้และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตน้ำยาง	46
บทที่ 3	
3.1 แนวคิดและกรอบการศึกษาวิจัย	54
3.2 พื้นที่ศึกษา ประเภทและแหล่งข้อมูลที่ใช้	57
3.3 วิธีรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบคุณภาพทางสถิติ	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 ข้อมูลภูมิอากาศราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น	62
3.3.2 ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมงแบบกริดจากดาวเทียม TRMM	65
3.3.3 ข้อมูลผลผลิตยางพารา	67
3.3.4 ข้อมูลที่ตรวจวัดและรวบรวมจากแปลงสวนยางพารานำร่อง	67
3.3.5 ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคลในจังหวัดพัทลุง	67
3.4 วิธีการและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล	69
3.4.1 กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา	69
3.4.2 กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของ ยางพาราต่อความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี	84
3.4.3 กิจกรรมที่ 3 การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทาง ภูมิอากาศในจังหวัดน่าน	93
บทที่ 4	
4.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย	100
4.1.1 ความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้	100
4.1.2 ความแปรปรวนตามฤดูกาลของตัวแปรทางภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัด ของภาคใต้และความสัมพันธ์กับลมมรสุมเอเชีย	106
4.1.3 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีและระยะยาวของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัด ของภาคใต้และความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ (El Niño-Southern Oscillation; ENSO) และระบบลมมรสุมเอเชีย	112
4.1.4 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัด ของภาคใต้ และความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ (El Niño-Southern Oscillation; ENSO)	119
4.1.5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้	129
4.1.6 ความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีและความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศ	139

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.7 ความสัมพันธ์ของ Variance ในรอบปีระหว่างผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศ	152
4.1.8 ความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราในภาคใต้และความสัมพันธ์กับความผันแปรของโหมดภูมิอากาศ	155
4.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราคือความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี	166
4.3 ผลกระทบและความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้	186
4.3.1 เหตุการณ์วาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้ 7 จังหวัด	186
4.3.2 ความเสียหายของสวนยางพาราในพื้นที่จังหวัดพัทลุงจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยใน ปี พ.ศ.2553-2554	192
บทที่ 5	
5.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย	203
5.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราคือความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี	206
5.3 ผลกระทบและความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้	207
5.4 การปรับตัวของเกษตรกรต่อความแปรปรวนลมฟ้าอากาศ	208
5.5 ภาพรวมของผลกระทบและความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราในภาคใต้	210
5.6 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคตและการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย	212
บรรณานุกรม	214
ภาคผนวก	
ภาคผนวก 1 ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพารา 7 จังหวัด	236
ภาคผนวก 2 การนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่	244
ภาคผนวก 3 สถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลขาดหาย	251

Abstract

Rubber (*Hevea brasiliensis*) is Thailand's economically important crop which its growth and phenology depend strongly on climate. Fluctuations in climate conditions can therefore impact on rubber growth and production in different dimensions. The climate-driven impact is particularly important in southern Thailand where is the country's largest rubber cultivation area while this region has been identified as exceptionally vulnerable to changes in climate. In this study, the impacts of climate variability and change on rubber production and possible climate-rubber linkages in southern Thailand were investigated in 7 provinces (Songkhla, Patthalung, Nakhon SriThammarat, Surat Thani, PhangNga, Krabi and Trang). The major research activities undertaken in this study included 1) examining available historical data to illustrate the linkages between climate conditions in southern Thailand and regional climate phenomena as well as the relationships with rubber production, 2) assessing the impacts of climate variability on annual development and production of rubber at selected pilot rubber plantation sites and 3) analyzing household-level rubber plantation damage data due to extreme flood and tropical storm events in Patthalung province.

The results reveal that regional climate phenomena such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), the Asian monsoon systems and anthropogenic-driven climate change can induce climate anomalies in southern Thailand through 'atmospheric teleconnection'. On an annual cycle, the climate anomalies play a crucial role as one of mechanisms affecting annual variations in rubber production. However, the climate-rubber linkage apparent on this time scale appears to be a complex relationship which is often hidden its pattern under the dominant variations of other non-climate factors. By comparison, this climate-rubber relationship was characterized by opposite patterns between the Andaman Sea and the Gulf of Thailand, reflecting different responses of rubber to annual variations of climate conditions especially those associated with the Asian monsoon systems. The results also illustrated that interannual variations in rubber production in southern Thailand correlated significantly with the ENSO and some extreme rainfall indices. In summary, rubber production tended to be higher than normal in the periods where the El Niño events took place. This may be due to lower rainfall amounts, humidity and wind speed during the El Niño events in combination with the increased number of tapped days because of lower number of rainy days and rainfall intensity. In contrast, rubber production showed decreased

tendency during the La Niña event due to increases in rainy days, rainfall amounts and air moisture.

An examination of the data collected at the selected pilot rubber plantation sites also showed some relationships between climate factors and rubber growth and production, consistent with the above-mentioned results. It was evidenced that the number of tapped days both the Andaman Sea and the Gulf of Thailand positively correlated with the number of dry days. This indicates that the number of tapped days and rubber production in southern Thailand generally declined in the months when there were higher than normal of the number of rainy days, often corresponding to the La Niña events or the strengthening of the Northeast and Southwest monsoons. In addition, rubber production especially in the Gulf of Thailand had positive correlation with the variations in E-P (Evaporation-Precipitation) balance. That is to say, rubber production tended to be higher in the months with positive E-P or the period when rainfall amounts were less than evaporation which corresponds to the dry phase (El Niño event) of the ENSO or the weakening of the Asian monsoon. Soil moisture data also showed increased percentages of moisture especially in the Gulf of Thailand, as a direct result of frequent heavy rainfall events and inundations. The findings from the pilot sites were consistent with the examination of secondary data showing that E-P in both sites of southern Thailand exhibited decreasing trends (surplus accumulation of rainfall amounts than evaporation) since 1982. Fluctuations in climate conditions in the forms of E-P, consecutive rainy days, heavy rainfall events and unusual rainfall events in summer months also exert their indirect and accumulated influences on some characteristics related to phenology and annual development of rubber. The impacts on rubber phenology observed in the pilot sites included the abnormal leaf defoliation due to heavy rainfall events occurred during summer months and the anomalies of air moisture and evaporation causing the inflection of powdery mildew disease. This inflection led to twice defoliation, resulting in poor refoilation of rubber trees. Lower quality of latex in terms of dry rubber content (DRC) and reduced effectiveness of rubber tree photosynthesis are another phonological-related impacts observed in the pilot sites.

In addition, extreme-induced disasters from tropical storms and heavy rainfall events which are common consequences of climate change had direct damages by toppling rubber trees and inundation. Analysis of household-level rubber plantation data compiled in Patthalung province showed that just only one short-lived extreme flooding event which

occurred in November 2010 caused widespread and severe damages of rubber plantations. The estimated economic damages in terms of monetary compensation to farmers were at least one hundred million baths.

This study provides some evidence, to a greater extent, showing that rubber is one of climate-sensitive crops. However, several issues remain unclear due primarily to a limitation of rubber data which series are quite short and digital forms are not readily available. The complex and non-linear connections between climate and rubber similar to other physical-biological linkages that need advanced multivariate statistics to encode such interactions are another fact to lower our better understanding. Therefore, further research to improve the current knowledge in particularly important issues including 1) area-based process study, 2) future impact projection, 3) high-quality data base compilation as well as 4) an extension of similar study to the areas which rubber cultivations have been fast growing is needed to be continued.

บทคัดย่อ

ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยซึ่งการเจริญเติบโต ขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศเป็นหลัก โดยความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ย่อมส่งผลกระทบต่อยางพาราในหลายมิติทั้งในด้าน สรีรวิทยา การเจริญเติบโต รวมไปถึงศักยภาพของผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกยางพารามากที่สุดของประเทศ แต่เป็นพื้นที่ที่ล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการผลิตยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ 7 จังหวัด (สงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สราษฏร์ธานี พังงา กระบี่และตรัง) โดยทำการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะภูมิอากาศในภาคใต้และปรากฏการณ์ความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาค และความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา ศึกษาในสวนยางของเกษตรกรเพื่อประเมินความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการพัฒนาในรอบปีและผลผลิต รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราระดับครัวเรือนจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยในจังหวัดพัทลุง

ผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศระดับภูมิภาค เช่น ปรากฏการณ์เอนโซ ระบบลมมรสุมเอเชียและการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของลักษณะภูมิอากาศในภาคใต้ผ่านความเชื่อมโยงระยะไกล โดยความผิดปกติในรอบปีของภูมิอากาศดังกล่าว เป็นกลไกหนึ่งส่งผลต่อความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพารา อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ที่ปรากฏในคาบเวลาในรอบปีนั้น เป็นความสัมพันธ์เชิงซ้อนซึ่งมักซ่อนอยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นที่เกิดจากปัจจัย Non-climate อื่นๆ และมีลักษณะตรงข้ามกันระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการตอบสนองที่แตกต่างกันของยางพาราต่อความแปรปรวนในรอบปีของลักษณะภูมิอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบลมมรสุม ผลการศึกษา ยังแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์เอนโซและดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนบางดัชนี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยกับความแปรปรวนระหว่างปีของผลผลิตยางพาราในภาพรวมของภาคใต้ โดยสรุปพบว่า ผลผลิตยางพารา มีแนวโน้มสูงกว่าปกติในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ทั้งนี้ อาจเกิดจากปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ รวมทั้งความเร็วลมที่ต่ำกว่าปกติในช่วงเหตุการณ์ El Niño ประกอบกับจำนวนวันที่สามารถกรีดยางได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากวันฝนตกและความแรงของฝนเกิดขึ้นน้อยกว่าปกติ ในขณะที่ ผลผลิตยางพารา มีแนวโน้มลดลงในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña สืบเนื่องจากเกิดฝนตกชุกและความชื้นของอากาศเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูลในระดับแปลงสวนยางเกษตรกร ยังแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราบางประการที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้างต้น กล่าวคือ จำนวนวันกรีตและผลผลิตของยางพาราทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยกับจำนวนวันที่ไม่มีฝนตก ซึ่งแสดงว่า หากเดือนใดมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าปกติ ซึ่งมักจะตรงกับช่วงเหตุการณ์ La Niña หรือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรง จะทำให้วันกรีตและผลผลิตยางพาราในภาคใต้ลดลง นอกจากนี้ ผลผลิตยางพาราโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝั่งอ่าวไทย ยังมีความสัมพันธ์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความแปรปรวนของสมดุลน้ำในรูปของความแตกต่างระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P) โดยผลผลิตของยางพารา มีแนวโน้มสูงขึ้นในเดือนที่ค่า E-P มีค่าเป็นบวกหรือช่วงที่มีปริมาณฝนเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราการระเหยของน้ำซึ่งมักตรงกับเฟสแห้งแล้ง (เหตุการณ์ El Niño) ของปรากฏการณ์เอนโซ หรือช่วงที่ลมมรสุมเอเชียอ่อนกำลังลง ข้อมูลความชื้นของดิน ยังสะท้อนให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝั่งอ่าวไทย สืบเนื่องจากเหตุการณ์ฝนตกหนักและน้ำท่วมขังที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น โดยผลการศึกษาในแปลงสวนยางนาร่องนี้ สอดคล้องกับข้อมูลหัตถุภูมิที่บ่งชี้ถึง E-P ทั้งฝั่งอ่าว

ไทยและฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มลดลงซึ่งแสดงถึงแนวโน้มการสะสมของปริมาณฝนมากกว่าอัตราการระเหยของน้ำในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศทั้งที่ปรากฏในรูปของ E-P ฝนที่ตกชุกและฝนที่ตกในช่วงฤดูร้อน รวมทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมซ้ำ ยังส่งผลกระทบทางอ้อมแบบสะสมต่อลักษณะบางประการที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาและการพัฒนาในรอบปีของยางพารา ซึ่งผลกระทบทางสรีรวิทยาของต้นยางพาราที่พบในแปลงสวนยางนาร่อง ประกอบด้วย 1) การผลัดใบของยางพาราที่ผิดปกติ เนื่องจากเกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักในช่วงฤดูร้อนและความแปรปรวนที่ผิดปกติของความชื้นอากาศและอัตราการระเหยของน้ำ ส่งผลให้มีโรคระบาดทางใบ เช่น โรคราแป้ง ระบาดบนใบอ่อนที่แตกออกใหม่ภายหลังจากการผลัดใบ ทำให้ใบยางร่วงซ้ำอีกครั้ง โดยผลการสำรวจการเกิดโรคทางใบในแปลงสวนยางนาร่อง พบการระบาดของโรคราแป้ง โรคใบร่วงและโรคใบจุดตานั้นในฝั่งอันดามันทุกช่วงฤดูกาล 2) คุณภาพน้ำยางในรูปค่าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำลง และ 3) ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของต้นยางพาราลดลง

นอกจากนี้ ภัยพิบัติทางลมฟ้าอากาศเนื่องจากพายุและฝนหนัก ซึ่งเป็นผลพวงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังส่งผลกระทบต่อยางพาราโดยตรงส่งผลทำให้เกิดการโค่นล้มของต้นยางและน้ำท่วมซ้ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราในจังหวัดพัทลุง พบว่า เหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยที่เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 ซึ่งมีลักษณะ ‘Short-lived extreme weather’ เพียงเหตุการณ์เดียว สร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่สวนยางพาราเป็นบริเวณกว้าง คิดเป็นมูลค่าความเสียหายในรูปมูลค่าเงินชดเชยให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราสูงกว่า 100 ล้านบาท

จากผลการศึกษาวิจัยนี้ ได้แสดงให้เห็นว่า ยางพารา เป็นพืชที่ได้รับผลกระทบสูงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ยังมีหลายประเด็นที่การศึกษารังนี้ ไม่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้อย่างความชัดเจน เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลยางพาราที่มีระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น ประกอบกับความเชื่อมโยงระหว่างภูมิอากาศและยางพารา เป็น Physical-biological linkage ที่มีลักษณะเชิงซ้อน และ Non-linear ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคสถิติเชิงพหุขั้นสูงในการวิเคราะห์เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงดังกล่าว ดังนั้น การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในประเด็นที่สำคัญทั้งการศึกษาในลักษณะ Process study ในเชิงพื้นที่ การคาดการณ์ผลกระทบในอนาคต และการจัดทำฐานข้อมูลคุณภาพสูงและมีระยะเวลายาวนานขึ้น รวมทั้งการขยายผลการศึกษาวิจัยให้ครอบคลุมถึงพื้นที่อื่นๆ ของประเทศที่มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการในอนาคต

รายการตาราง

หน้า

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1	วาทภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ.2531-2553	16
ตารางที่ 2.2	สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554	28
ตารางที่ 2.3	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของข้าวรวม ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	32
ตารางที่ 2.4	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	33
ตารางที่ 2.5	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของมันสำปะหลังโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556	34
ตารางที่ 2.6	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของอ้อยโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556	35
ตารางที่ 2.7	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของปาล์มน้ำมัน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	36
ตารางที่ 2.8	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของยางพารา ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	37
ตารางที่ 2.9	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของทุเรียน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	38
ตารางที่ 2.10	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของลองกอง ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	39
ตารางที่ 2.11	เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของมังคุด ในช่วงระหว่างปี 2546-2555	40

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1	รายละเอียดของแปลงยางพารานำร่องที่คัดเลือกใน 7 จังหวัดของภาคใต้	59
ตารางที่ 3.2	รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม	60
ตารางที่ 3.3	รายละเอียดของข้อมูลราย 3 ชั่วโมงและรายวัน	64
ตารางที่ 3.4	รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุทกภัย	74
ตารางที่ 3.5	รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน	75
ตารางที่ 3.6	รูปแบบการบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบยางพารา	87
ตารางที่ 3.7	รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นดินในแปลงทดลอง	88
ตารางที่ 3.8	แบบบันทึกผลผลิต และจำนวนวันกรีดยางของแปลงทดลอง	90
ตารางที่ 3.9	แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคราแป้ง	90
ตารางที่ 3.10	แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคร่วงจากเชื้อ <i>Phytophthora</i> sp.	91

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation และค่า p-value	111
ตารางที่ 4.2	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศ และดัชนีเอ็นโซ่	117

รายการตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูร้อน	117
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูหนาว	117
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรมรายปีระหว่าง E-P และดัชนีเอนโซ	118
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของดัชนี SOI และ Variance เฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศรายวันในระหว่างปี 1981-2010	128
ตารางที่ 4.7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน	137
ตารางที่ 4.8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ	138
ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรมข้อมูลในรอบปีเฉลี่ยระหว่างผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัดและตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละสถานีในจังหวัดนั้นๆ โดยผลผลิตยางพาราในแต่ละเดือน ในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010	144
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัดและตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละสถานีในจังหวัดนั้นๆ โดย Variance ของผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010	153
ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ EOF ในโหมดที่ 1 ของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรในแต่ละสถานี และสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation ระหว่างอนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัดและ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรของสถานีผิวพื้นในจังหวัดเดียวกัน	154
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมผลผลิตยางพารารายเดือนในช่วง 2005-2010 จำนวนตัวอย่างของแต่ละอนุกรม เท่ากับ 72	161
ตารางที่ 4.13 จำนวนวันกรีด และผลผลิตในช่วงปีกรีด - 2555 พฤษภาคม)เมษายน (2556 ในพื้นที่ศึกษาใน 7 จังหวัด	183
ตารางที่ 4.14 หมู่บ้านและเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ปี พ.ศ.2553-2554 จพทลุง.	194

รายการรูป

หน้า

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 ประเทศไทยกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	4
รูปที่ 2.2 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเวลาของปริมาณฝนรอบปีในประเทศไทย	6
รูปที่ 2.3 วงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยจากทุกกริดในบริเวณพื้นที่ประเทศไทย	7
รูปที่ 2.4 ดัชนี Monsoon Precipitation Index (MPI) ในประเทศไทย	8
รูปที่ 2.5 ปรากฏการณ์ Madden Julian Oscillation (MJO)	9
รูปที่ 2.6 พื้นที่ในประเทศไทยกับความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและระดับโลกในรูปของปรากฏการณ์เอนโซและปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนโดโพล	10
รูปที่ 2.7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณฝนสะสมรายปีเฉลี่ย	13
รูปที่ 2.8 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสถานีที่แสดงสัดส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสถานะความรุนแรงของอุณหภูมิต่ำในประเทศไทย ในช่วง ปี 1970-2006	14
รูปที่ 2.9 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PFD)	14
รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบฟังก์ชันแจกแจงความน่าจะเป็น Probability Distribution Function (PFD)	15
รูปที่ 2.11 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555	19
รูปที่ 2.12 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555 (รายเดือน)	19
รูปที่ 2.13 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553	20
รูปที่ 2.14 จำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัยในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532-2553	21
รูปที่ 2.15 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553	22
รูปที่ 2.16 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553	23
รูปที่ 2.17 จำนวนราษฎรผู้ประสบภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553	24
รูปที่ 2.18 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553	24
รูปที่ 2.19 พายุโซนร้อน 5 ลูก ที่กระทบต่อประเทศไทยช่วงปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นตุลาคม	26
รูปที่ 2.20 Summary of damage and losses by sector in Thai baht, millions	27
รูปที่ 2.21 ความแปรปรวนตามฤดูกาลของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย	30
รูปที่ 2.22 ข้าวรวม (นาปี และนาปรัง) เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	32
รูปที่ 2.23 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	33
รูปที่ 2.24 มันสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	34
รูปที่ 2.25 มันสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2547-2556	35
รูปที่ 2.26 ปาล์มน้ำมัน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	36
รูปที่ 2.27 ยางพารา เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	37
รูปที่ 2.28 ทูเรียน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555	38

รายการรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.29 ลองกอง เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546–2555	39
รูปที่ 2.30 มังคุด เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546–2555	40
 บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 ความเกี่ยวโยงเชิงมโนทัศน์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ภูมิอากาศ ปัจจัยอื่น	55
รูปที่ 3.2 ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อยางพารา	55
รูปที่ 3.3 ขอบเขตและกรอบแนวคิดในภาพรวมของการศึกษาวิจัย	56
รูปที่ 3.4 การกระจายตัวของตัวแปรภูมิอากาศและความแปรปรวนลำดับที่ 1 และ 2	57
รูปที่ 3.5 ที่ตั้งของแปลงนําร่อง ลักษณะทางกายภาพของสวนยางพาราที่คัดเลือกในแต่ละจังหวัด	58
รูปที่ 3.6 โดเมนของข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมง แบบกริดขนาด $0.25^\circ \times 0.25^\circ$	66
รูปที่ 3.7 สมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย	73
รูปที่ 3.8 โดเมนของข้อมูล Sea-level pressure (P), Zonal wind component (U), Meridional wind component (V), Sea surface temperature (S), Near-surface temperature (A) และ Cloudiness fraction of the sky (C) ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก	77
รูปที่ 3.9 ดัชนี MEI รายเดือน 1950-2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี	77
รูปที่ 3.10 สถานี Darwin ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย และสถานี Tahiti ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้	78
รูปที่ 3.11 ดัชนี SOI รายเดือน 1950-2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี	78
รูปที่ 3.12 โดเมนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ใช้คำนวณดัชนี Niño3.4	79
รูปที่ 3.13 ดัชนี Niño3.4 รายเดือน ปี 1950-2010 เส้นสีดำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี	79
รูปที่ 3.14 แสดงโดเมนของข้อมูลลมแนวราบที่ใช้คำนวณดัชนี ISMI และ WNPMI	80
รูปที่ 3.15 ดัชนี ISMI มิถุนายนถึงกันยายน 1950-2009 เส้นสีดำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คาบเวลา 5 ปี	80
รูปที่ 3.16 ดัชนี WNPMI มิถุนายนถึงกันยายน 1950-2009 เส้นสีดำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คาบเวลา 5 ปี	81
รูปที่ 3.17 ดัชนี EATII ธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ 1951-2009 เส้นสีดำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คาบเวลา 5 ปี	81
รูปที่ 3.18 ดัชนี EATAI ธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ 1951-2009 เส้นสีดำค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คาบเวลา 5 ปี	82
รูปที่ 3.19 แสดงรายละเอียดและขั้นตอนการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 1	83
รูปที่ 3.20 การวัดเส้นรอบวงลำต้นยางพารา และการติดตั้งโครงตาข่าย	85
รูปที่ 3.21 การถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา และตัวอย่างภาพถ่ายทรงพุ่มต้นยางพารา	86
รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการวิเคราะห์ดัชนีพื้นที่ใบยางพาราจากภาพถ่าย	86
รูปที่ 3.23 การติดตั้ง Access tube เพื่อวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่อง Soil profile probe	87
รูปที่ 3.24 แสดงรายละเอียดและกรอบแนวคิดของการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 2	92

รายการรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.25 แบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม	93
รูปที่ 3.26 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 1	95
รูปที่ 3.27 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 2	96
รูปที่ 3.28 ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ของจังหวัดพัทลุง	97
รูปที่ 3.29 ฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ)	98
รูปที่ 3.30 ขั้นตอนการผนวกข้อมูล	98
รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลของกิจกรรมที่ 3	99
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระยะยาว (1998-2010) ตามราย 3 ชั่วโมง (00.00, 03.00, 06.00 และ 09.00 LST) ของหยาดน้ำฟ้า	102
รูปที่ 4.2 ความแปรปรวนราย 3 ชั่วโมงของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยในแต่ละจังหวัด	105
รูปที่ 4.3 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ย	107
รูปที่ 4.4 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1	107
รูปที่ 4.5 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ปริมาณฝน	108
รูปที่ 4.6 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	108
รูปที่ 4.7 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ความชื้นสัมพัทธ์	109
รูปที่ 4.8 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	109
รูปที่ 4.9 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ความเร็วลม	110
รูปที่ 4.10 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	110
รูปที่ 4.11 สรุบนโยบายการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (% การเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย 1984-2007/decade) ของ 5 ตัวแปรภูมิอากาศ	115
รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ 11 เดือนของ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1	116
รูปที่ 4.13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P)	118
รูปที่ 4.14 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของ Variance ของหยาดน้ำฟ้า (mm^2/month) คำนวณจากอนุกรมรายเดือนปี 1998-2010 ของข้อมูลดาวเทียม TRMM ในแต่ละกริด	121
รูปที่ 4.15 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Variance anomaly รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010	122

รายการรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.16 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล variance anomaly รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM ในระหว่างปี ค.ศ.1998-2010	123
รูปที่ 4.17 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ของ Variance รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM	124
รูปที่ 4.18 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของปริมาณฝนรายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้	125
รูปที่ 4.19 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้	126
รูปที่ 4.20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของความชื้นสัมพัทธ์รายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้	127
รูปที่ 4.21 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของความเร็วมรายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้	128
รูปที่ 4.22 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของจำนวนวันฝนตก (Rainy day) ในระหว่างปี ค.ศ.1998-2010	131
รูปที่ 4.23 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี CDD ปี ค.ศ.1998-2010	132
รูปที่ 4.24 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี CWD ปี ค.ศ.1998-2010	133
รูปที่ 4.25 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี R95p ปี ค.ศ.1998-2010	134
รูปที่ 4.26 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี RX5day ปี ค.ศ.1998-2010	135
รูปที่ 4.27 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี SDII ปี ค.ศ.1998-2010	136
รูปที่ 4.28 ความแปรปรวนในรอบปีเฉลี่ยของผลผลิตยางพารา เป็นค่าเฉลี่ยที่คำนวณจากข้อมูลรายเดือนในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010	141
รูปที่ 4.29 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของจังหวัดกระบี่และ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	145
รูปที่ 4.30 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของจังหวัดพังงาและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	146
รูปที่ 4.31 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของจังหวัดตรังและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	147
รูปที่ 4.32 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของจังหวัดนครศรีธรรมราชและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	148

รายการรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.33 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของ จังหวัดพัทลุงและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	149
รูปที่ 4.34 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของ จังหวัดสงขลาและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	150
รูปที่ 4.35 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของ จังหวัดสุราษฎร์ธานีและ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2	151
รูปที่ 4.36 ความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราช่วงที่เกิดอุทกภัย จากพายุโซนร้อน ดีเปรสชัน หย่อมความกดอากาศต่ำและฝนตกหนัก	157
รูปที่ 4.37 ความแปรปรวนตามรายไตรมาส ของผลผลิตยางพาราในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010	160
รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารายเดือนในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้และดัชนี SOI	162
รูปที่ 4.39 ความแปรปรวนระหว่างปีของผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ (พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล และตรัง) ช่วง ค.ศ. 2000 ถึง 2010	162
รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างและ ดัชนี SOI เฉลี่ยรายปี	163
รูปที่ 4.41 Box plot แสดงผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ระหว่าง ปี 2000-2010 สำหรับปีที่เกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña โดยปีที่เกิด เหตุการณ์ El Niño และ La Niña บนพื้นที่ฐานของดัชนี SOI ที่มีค่า $\pm 1SD$	163
รูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง และจำนวนวันฝนตกกรวมรายปี	164
รูปที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างและ ดัชนีความแรงของฝนอย่างง่าย	164
รูปที่ 4. 44 ปริมาณน้ำฝนช่วงปลายปี 2554 ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา	169
รูปที่ 4.45 ปริมาณน้ำฝนช่วงปลายปี 2554 ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง	170
รูปที่ 4.46 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา	171
รูปที่ 4.47 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง	172
รูปที่ 4.48 การคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา	173

รายการรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.49 การคายระเหยน้ำช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา และตรัง	174
รูปที่ 4.50 การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา	175
รูปที่ 4.51 การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบของภาคใต้ฝั่งอันดามันจังหวัดพังงา กระบี่ และตรัง	176
รูปที่ 4.52 ความชื้นในดินตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2556 ในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย	177
รูปที่ 4.53 ความชื้นในดินตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ในภาคใต้ฝั่งอันดามัน	178
รูปที่ 4.54 ผลผลิตยางพาราประเมินจากน้ำยางสดช่วงปลายปี 2554 ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา	179
รูปที่ 4.55 ผลผลิตยางพาราประเมินจากน้ำยางสด ช่วงปลายปี 2554 ปี2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง	180
รูปที่ 4.56 (a) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันกรี๊ดได้และวันที่ไม่มีฝนตกของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจำนวนวันที่ไม่มีฝนตกของภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันที่กรี๊ดได้และวันที่ไม่มีฝนตกกรรมระหว่างภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน	181
รูปที่ 4.57 (a) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่ง อ่าวไทย และอันดามัน	181
รูปที่ 4.58 (a) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและ ค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน	182
รูปที่ 4.59 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Leaf area index กับ Log _e Rubber yield ของภาคใต้ ฝั่งอ่าวไทย (a) ภาคใต้ฝั่งอันดามัน (b) และรวมภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยกับฝั่งอันดามัน (c)	182
รูปที่ 4.60 การเกิดโรคราแป้ง โรคไฟทอปโทรา และโรคใบจุดด่างก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา	184
รูปที่ 4.61 การเกิดโรคราแป้ง โรคไฟทอปโทรา และโรคใบจุดด่างก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา กระบี่ และตรัง	185
รูปที่ 4.62 พื้นที่ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติระหว่างปี พ.ศ. 2550-2556 ใน 7 จังหวัดภาคใต้	186
รูปที่ 4.63 พื้นที่สวนยางพาราที่เสียหายจากवादภัยและอุทกภัยในปี พ.ศ.2553	187

รายการรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.64 ภาพถ่ายดาวเทียมปริมาณฝนสะสมในบริเวณพื้นที่ภาคใต้ ในช่วง 23-30 มีนาคม 2554	189
รูปที่ 4.65 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความแรงของฝน (Simple Daily Intensity Index; SDII) ในภาคใต้	190
รูปที่ 4.66 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก (R95p) ในภาคใต้	190
รูปที่ 4.67 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมในเดือนมีนาคม ในพื้นที่ภาคใต้	191
รูปที่ 4.69 ความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดผิวพื้น จ.พัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2006-2012	193
รูปที่ 4.68 ปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดผิวพื้น จ.พัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2006-2012	193
รูปที่ 4.70 ค่า Z-score ปริมาณฝนและความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง จ.พัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2006-2012	194
รูปที่ 4.71 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นยางพาราเสียหายกับจำนวนเงินชดเชย จ.พัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	195
รูปที่ 4.72 พื้นที่สวนยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	196
รูปที่ 4.73 จำนวนต้นยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	197
รูปที่ 4.74 มูลค่าเงินชดเชยสวนยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	198
รูปที่ 4.75 จำนวนต้นยางพาราเสียหาย ระดับ 90 th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	199
รูปที่ 4.76 แผนที่จำนวนต้นยางพาราเสียหาย ระดับ 90 th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	200
รูปที่ 4.77 จำนวนเงินชดเชย ระดับ 90 th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	201
รูปที่ 4.78 แผนที่เงินชดเชยสวนยางพาราเสียหาย ระดับ 90 th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554	202
 บทที่ 5	
รูปที่ 5.1 อุปกรณ์อัดแก๊สเอทิลีน (ก) RRIMFLOW (ข) LET (ค) DOUBLE TEX	208
รูปที่ 5.2 อุปกรณ์กันฝนที่ใช้โครงลวดและแผ่นพลาสติก	208
รูปที่ 5.3 อุปกรณ์กันฝนจากบริษัทที่จำหน่าย	209

บทที่ 1 บทนำ

1. ความสำคัญและที่มา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อมและมนุษย์ในรูปแบบที่หลากหลายและมีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเกือบหนึ่งองศาในรอบ 3-4 ทศวรรษที่ผ่านมา และ สภาวะความรุนแรงของฝนและอุณหภูมิหลายดัชนีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับ แนวโน้มการร้อนขึ้นในประเทศไทย (แสงจันทร์ ลิมจิรกาล และคณะ, 2553; Limsakul et al., 2010a; Limjirakan et al., 2010) ผลการศึกษา ยังแสดงให้เห็นว่าบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่สภาวะ ความรุนแรงของลมฟ้าอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ทั้งในช่วงมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ (อัศมน ลิมสกุล และคณะ, 2553; Limsakul et al., 2010a; Limsakul et al., 2010b) พบว่า สภาวะความรุนแรงของฝนบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน มีการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย การลดลงของปริมาณฝนรวมรายปี รวมทั้งความแรงและความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนัก ในขณะที่สภาวะความรุนแรงของฝนบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เพิ่มขึ้นของความแรงของฝนซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของ จำนวนวันฝนตก

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความแปรปรวนของฝนดังที่กล่าวมาข้างต้น ย่อมส่งกระทบโดยตรงต่อ ประเทศไทยนานาประการทั้งต่อวิถีชีวิตและการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งระบบนิเวศและระบบ การผลิตทางการเกษตร ทั้งนี้ การผลิตอาหารและเกษตรกรรม นับเป็นภาคส่วนที่มีความอ่อนไหวสูงต่อการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ เนื่องจากประเทศไทย เป็นประเทศ เกษตรกรรม และฐานเศรษฐกิจของประเทศส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่ ต้องพึ่งพิงลมฟ้าอากาศและน้ำฝนเป็นหลัก เพราะพื้นที่ชลประทานของไทยมีอยู่เพียงหนึ่งในห้าของพื้นที่ เพาะปลูกทั้งหมด ซึ่งถือว่าอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงและ ความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ มีส่วนทำให้ภาคเกษตรของไทยซึ่งต้องพึ่งพิงดินฟ้าอากาศ มีความเสี่ยงและ มีแนวโน้มจะได้รับผลกระทบสูงยิ่งขึ้นไปกว่าเดิม ผลการศึกษาด้วยแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพดในประเทศไทย ในระหว่างปี ค.ศ. 1980-2099 พบว่า ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตในระยะยาวจะมีค่าลดลง โดยที่ มันสำปะหลังเป็นพืชที่ได้รับผลกระทบในระยะยาวมากที่สุด (สมชาย บุญประดับ และคณะ, 2553) นอกจากนี้ สายัณห์ สดุดี (2549) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศและการพัฒนาการใน รอบปีของมังคุดในจังหวัดสงขลา โดยทำการศึกษาช่วงการบานของดอกและการพัฒนาของผลในรอบปีช่วง ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2549 ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและการลดลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงปี 10 ปีที่ผ่านมา ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการ พัฒนาในรอบปีของมังคุด

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ปลูกยางพาราในปี 2553 ทั้งสิ้น 18,761,031 ไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด 11,906,882 ไร่ หรือประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ของ ประเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2555) หลังจาก ปี ค.ศ. 2003 เป็นต้นมา ประเทศไทย ได้กลายเป็นประเทศที่ ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก (RRI, 2008) ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทย สามารถผลิตยางธรรมชาติได้

1,318,020 เมตริกตัน และมีมูลค่าส่งออก 146,263.6 ล้านบาท (สมาคมยางพาราไทย, 2553) อุตสาหกรรมยางพารา มีบทบาทสำคัญต่อภาคเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เนื่องจากมูลค่าของการผลิต การส่งออก และการจ้างงาน โดยเกษตรกรที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกยางพาราในประเทศไทย มีประมาณ 6 ล้านคน (TRA, 2010) ในขณะที่มีการจ้างงานในอุตสาหกรรมยางพารา ประมาณ 0.6 ล้านคน (MOL, 2008) จากการส่งออกยางพาราในรูปแบบต่าง ๆ สามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศประมาณ 1.5 แสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

ยางพารา นับเป็นพืชที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลักและการเจริญเติบโตรวมทั้งผลผลิต ขึ้นอยู่กับสภาพของลมฟ้าอากาศ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปแบบต่างๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ย่อมส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยา การเจริญเติบโต รวมไปถึงผลผลิตที่อาจจะผันผวนและลดลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดของประเทศ และเป็นพื้นที่ Hotspot ในแง่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวน รวมทั้งสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ (อัศมน ลิมสกุล และคณะ, 2553; Limsakul et al., 2010a; Warit et al., 2010) ดังที่จะเห็นได้จากเหตุการณ์ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา กล่าวคือ สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2553) ได้รายงาน ผลกระทบของวาตภัยและอุทกภัยในภาคใต้ของประเทศไทยในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่สวนยางพาราใน 8 จังหวัด (นครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง สงขลา ชุมพร ปัตตานี ยะลา และสตูล) รวมพื้นที่ประมาณ 145,988 ไร่ ส่งผลให้มีการโค่นล้มของต้นยางพาราในพื้นที่บริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง ต่อมา กระทรวงมหาดไทย โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2554) ได้รายงานสถานการณ์อุทกภัยทางภาคใต้ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ได้สร้างความเสียหายใน 10 จังหวัดภาคใต้ (นครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง ชุมพร สงขลา กระบี่ พังงา สตูลและนราธิวาส) ครอบคลุมพื้นที่ 100 อำเภอ 646 ตำบล 4,229 หมู่บ้าน ราษฎรเดือดร้อน 581,085ครัวเรือน ผู้ประสบภัย 2,009,134 คน พื้นที่ด้านการเกษตรเสียหายประมาณ 1,049,634 ไร่

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศต่อการผลิตยางพาราในภาคใต้ จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจและให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ที่จะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายในการวางแผน หาแนวทางและมาตรการเพื่อจัดการแก้ไขและบรรเทาหตุยั้งผลกระทบและความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นต่อภาคเกษตรกรรมสวนยางพาราและเศรษฐกิจจากอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของตัวแปรทางภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อยางพาราในภาคใต้ ทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา รวมทั้งความเชื่อมโยงกับระบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2 เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพารา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราภายใต้ความแปรปรวนของภูมิอากาศในรอบปี

2.3 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของผลกระทบและความเสียหาย อันเนื่องมาจากความแปรปรวนภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปของวาตภัยและอุทกภัยในภาคใต้

3. ขอบเขตและแนวทางการดำเนินงาน

กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิในอดีตถึงปัจจุบันที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติเชิงพหุ เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้และปรากฏการณ์ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคในคาบเวลาต่างๆ ตลอดจนหาความสัมพันธ์เชิงซ้อนของความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราในพื้นที่ภาคใต้

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราต่อความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูล Micro climate สรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของน้ำยางพารา และข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการตรวจสอบการเกิดแพร่ระบาดของโรคในสวนยางพารา รายเดือนอย่างต่อเนื่องในแปลงสวนยางพารานำร่อง จำนวน 7 แปลงทดลองที่คัดเลือกจากสวนยางพาราของเกษตรกรในจังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และตรัง ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ กับดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตน้ำยางและคุณภาพน้ำยาง (dry rubber content, DRC) จำนวนวันกรีต และความรุนแรงของการเกิดโรคระบาด ถูกวิเคราะห์ผ่านข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ดังกล่าวข้างต้น ด้วยเทคนิคทางสถิติพหุเชิงพรรณนา

กิจกรรมที่ 3: การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในจังหวัดนำร่อง ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลความเสียหายและผลกระทบรายหมู่บ้านที่เกิดจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัย ในพื้นที่จังหวัดพัทลุงซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศอย่างรุนแรงและต่อเนื่องในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทบและความอ่อนแอของพื้นที่

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

4.1 ฐานข้อมูลการผลิตยางพารา และฐานข้อมูลฝนและตัวแปรภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศผิวพื้นและดาวเทียมในภาคใต้ของประเทศไทย

4.2 ความรู้ความเข้าใจถึงความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ รวมทั้งสถานะความรุนแรงลมฟ้าอากาศ ตลอดจนความสัมพันธ์กับการผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย และข้อเสนอแนะการบริหารจัดการสวนยางพาราอย่างเป็นระบบเพื่อเพิ่มศักยภาพการตั้งรับและปรับตัวต่อความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต

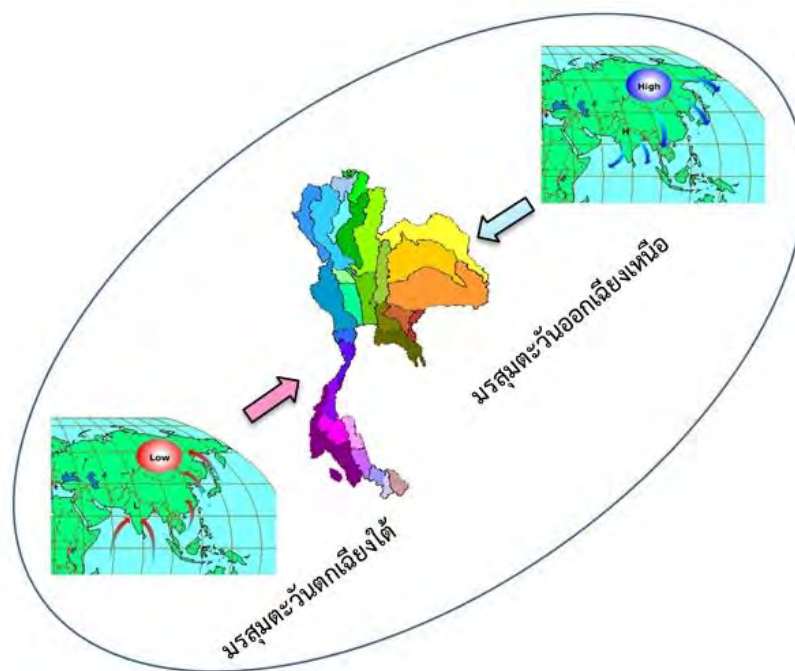
4.3 แผนที่และข้อมูลที่แสดงถึงพื้นที่ Hotspot ในแง่ของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รวมทั้งสถานะความรุนแรงลมฟ้าอากาศ และความอ่อนแอของผลผลิตยางพารา

4.4 ความสัมพันธ์และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพารา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราภายใต้ความแปรปรวนของภูมิอากาศ รวมทั้งข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสวนยางพารา อันเนื่องมาจากวาตภัยและอุทกภัยในพื้นที่ภาคใต้

บทที่ 2 ทบทวนเอกสารงานวิจัย

2.1 รูปแบบและความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย

ด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ใจกลางคาบสมุทรอินโดจีน ที่แบ่งน่านน้ำออกเป็นมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้เส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ประเทศไทยมีสภาพลมฟ้าอากาศแบบมรสุมเขตร้อน มีฝนตกชุกตลอดทั้งปีประกอบกับมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง โดยสภาพภูมิประเทศซึ่งมีลักษณะที่หลากหลายตั้งแต่เทือกเขาสูงสลับที่ราบหุบเขาทางตอนเหนือ พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงขนาดใหญ่ทางภาคกลาง ถึงแหลมแคบๆ ทางตอนใต้ เป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้ลมฟ้าอากาศในแต่ละภาคของประเทศไทย ผันแปรในคาบเวลาต่างๆ ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันบางพื้นที่ อาทิเช่น ภาคใต้มีเทือกเขาซึ่งอยู่ตอนกลางของพื้นที่ที่วางตัวทอดยาวขนานกับคาบสมุทร เป็นปัจจัยทางภูมิประเทศที่ส่งผลต่อความแตกต่างของฤดูกาลอย่างชัดเจนระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ทั้งนี้ ความแปรปรวนตามฤดูกาลของลมฟ้าอากาศในประเทศไทย อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) และลมมรสุมฤดูหนาว (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) (รูปที่ 2.1) ซึ่งเป็นความผันแปรรอบปีที่ระบบลมพัดเปลี่ยนทิศทาง อันเนื่องมาจากความแตกต่างเชิงพลศาสตร์ของฟลักซ์ความชื้น ความร้อนและโมเมนตัมระหว่างพื้นทวีปมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของรังสีดวงอาทิตย์ (Trenberth et al., 2000; Wang et al., 2005; Wang and Ding, 2008)

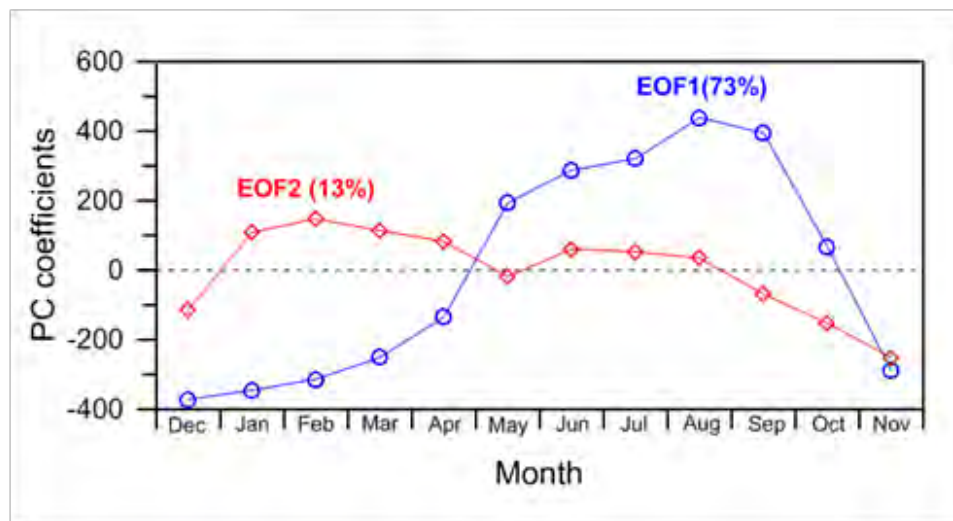
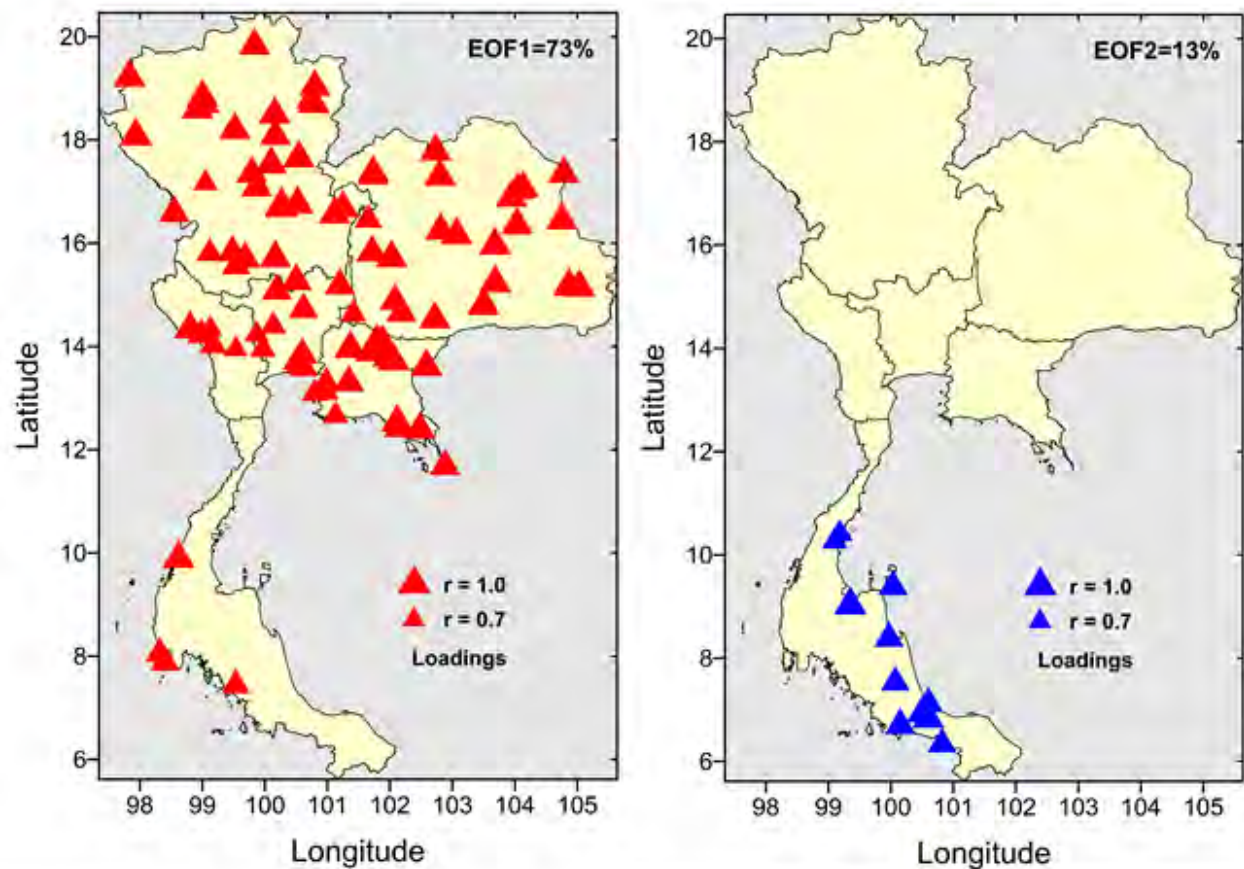


รูปที่ 2.1 แสดงพื้นที่ประเทศไทยกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

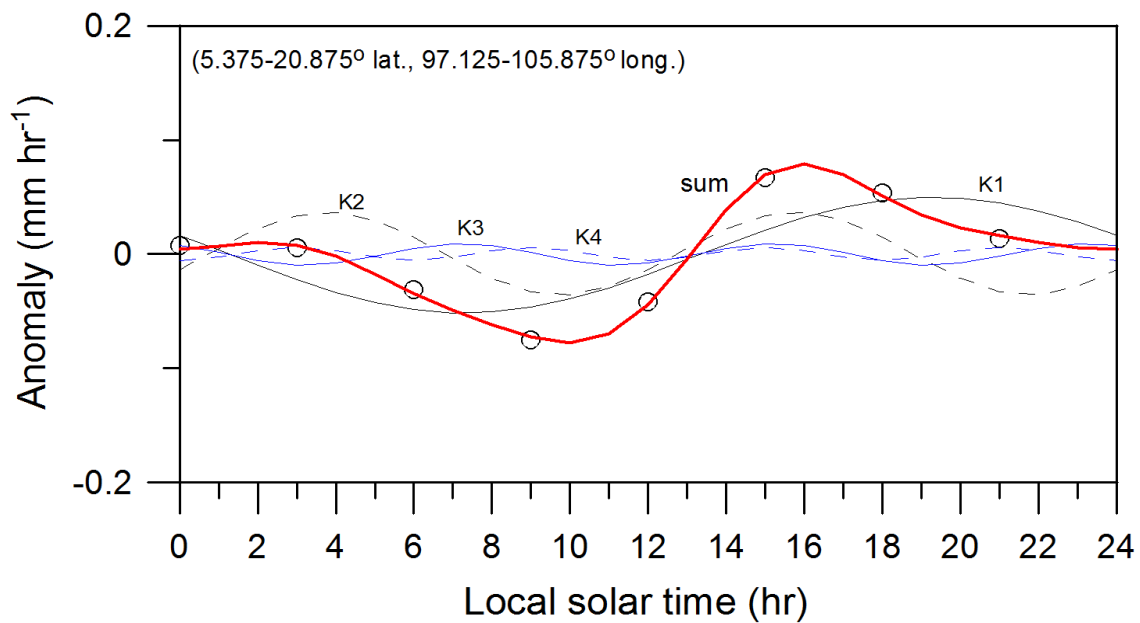
ในช่วงตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยมีเมฆมากเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากไซบีเรียและประเทศจีน มีกำลังแรงและพัดผ่านน่านน้ำในทะเลจีนใต้และอ่าวไทยซึ่งพัดพาเอาไอน้ำ ทำให้อากาศมีความชุ่มชื้นสูงและก่อให้เกิดฝนตกชุก (Yavinchan et al., 2011) ในขณะที่ฤดูฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย เกิดขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกันยายน เนื่องจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง พัดพาเอาไอน้ำและความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน เข้าสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกและบริเวณอื่นของประเทศไทย (Limsakul et al., 2010) เมื่อพิจารณาจากรูปแบบความแปรปรวนตามฤดูกาลของฝนแล้ว พบว่า มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เป็นความแปรปรวนที่โดดเด่นของลมฟ้าอากาศในรอบปีของพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณฝนสะสมรายเดือนสูงสุดในเดือนกันยายน ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นโหมดความแปรปรวนลำดับที่สองซึ่งอธิบายความแปรปรวนเฉพาะลมฟ้าอากาศในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ที่แสดงค่าสูงสุดของปริมาณฝนสะสมรายเดือนในเดือนพฤศจิกายน (รูปที่ 2.2) อุษา อัมพรี และคณะ (2555) ได้ทำการวิเคราะห์ห้วงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในบริเวณพื้นที่ประเทศไทย ด้วยข้อมูลดาวเทียมราย 3 ชั่วโมง โดยพบว่าลักษณะค่าสูงสุดหนึ่งครั้งต่อวัน (Diurnal pattern) เป็นความแปรปรวนที่โดดเด่นของหยาดน้ำฟ้าในรอบวันในภาพรวมของประเทศไทยซึ่งมีค่าสูงสุดในช่วงบ่ายถึงเย็น [15.00-18.00 (Local Solar Time; LST)] แต่มีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 06.00-09.00 LST (รูปที่ 2.3)

โดยปกติแล้ว ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศรอบปีในประเทศไทย สามารถแสดงด้วย Monsoon Precipitation Index (MPI) ซึ่งเป็นดัชนีอย่างง่ายที่ใช้แสดงขอบเขตของมรสุมที่สะท้อนถึงความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง และความแรงประจำถิ่นของฝนเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรายปีของฝน (Wang and Ding, 2008) ลมฟ้าอากาศแบบมรสุม มีลักษณะของช่วงรอบปีที่ตรงกันข้ามอย่างมีนัยระหว่างร้อนชื้นและหนาวแห้ง โดยพื้นที่ของมรสุมที่มีฝนตกชุกในช่วงฤดูร้อนมักมีค่า MPI มากกว่า 0.5 ในขณะที่ MPI มีค่าน้อยกว่า 0 หมายถึง เกิดฝนในช่วงฤดูหนาว ดัชนี MPI สำหรับประเทศไทยซึ่งคำนวณจากข้อมูลฝนรายวันในช่วงปี ค.ศ. 1970-2009 บ่งชี้ว่า 81% ของสถานีในประเทศไทย ยกเว้น 6 สถานีที่ตั้งอยู่ฝั่งอ่าวไทย มีค่าเป็นบวก อยู่ในช่วง 0.14 -0.84 แสดงถึงพื้นที่ส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากมรสุมฤดูร้อน เนื่องจากมีค่า MPI มากกว่า 0.5 (Wang and Ding, 2008) สำหรับ 6 สถานีที่ตั้งอยู่ฝั่งอ่าวไทย ที่มีค่า MPI เป็นลบ แสดงถึงพื้นที่เกิดฝนตกในช่วงฤดูหนาวซึ่งในกรณีของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 2.4)

ปรากฏการณ์ Madden Julian Oscillation (MJO) ซึ่งเป็นเหตุการณ์การก่อตัวอย่างเป็นระบบของกลุ่มเมฆเป็นบริเวณกว้างเหนือแถบเขตร้อนของมหาสมุทรอินเดีย และเคลื่อนตัวไปทางตะวันออกจนสลายตัวบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกในคาบเวลา 30-60 วัน (Madden and Julian, 1972, 1994) (รูปที่ 2.5) ยังเป็นปัจจัยเสริมก่อให้เกิดความแปรปรวนของปริมาณฝนภายในฤดูกาล ผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า วันเริ่มฤดูมรสุมในประเทศไทยเกิดขึ้นหลังจากที่ positive MJO เคลื่อนผ่าน ในขณะที่ ฝนทิ้งช่วงมักเกิดในช่วงที่ negative MJO เคลื่อนผ่าน (ธณัฐ ภัทรสถาพรกุล และอัศมน ลิ้มสกุล, 2554)

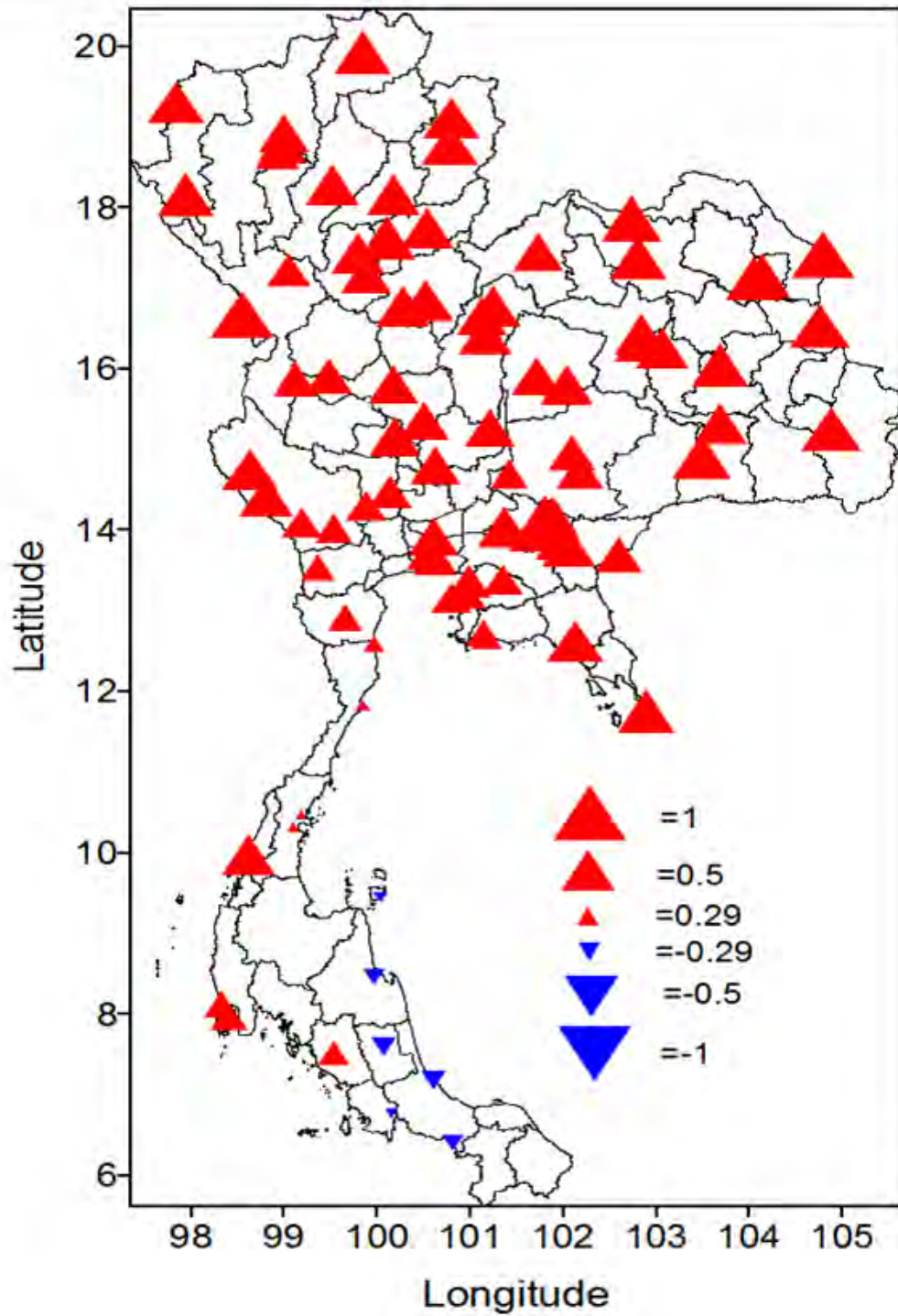


รูปที่ 2.2 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเวลาของปริมาณฝนรอบปีในประเทศไทย ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function; EOF)

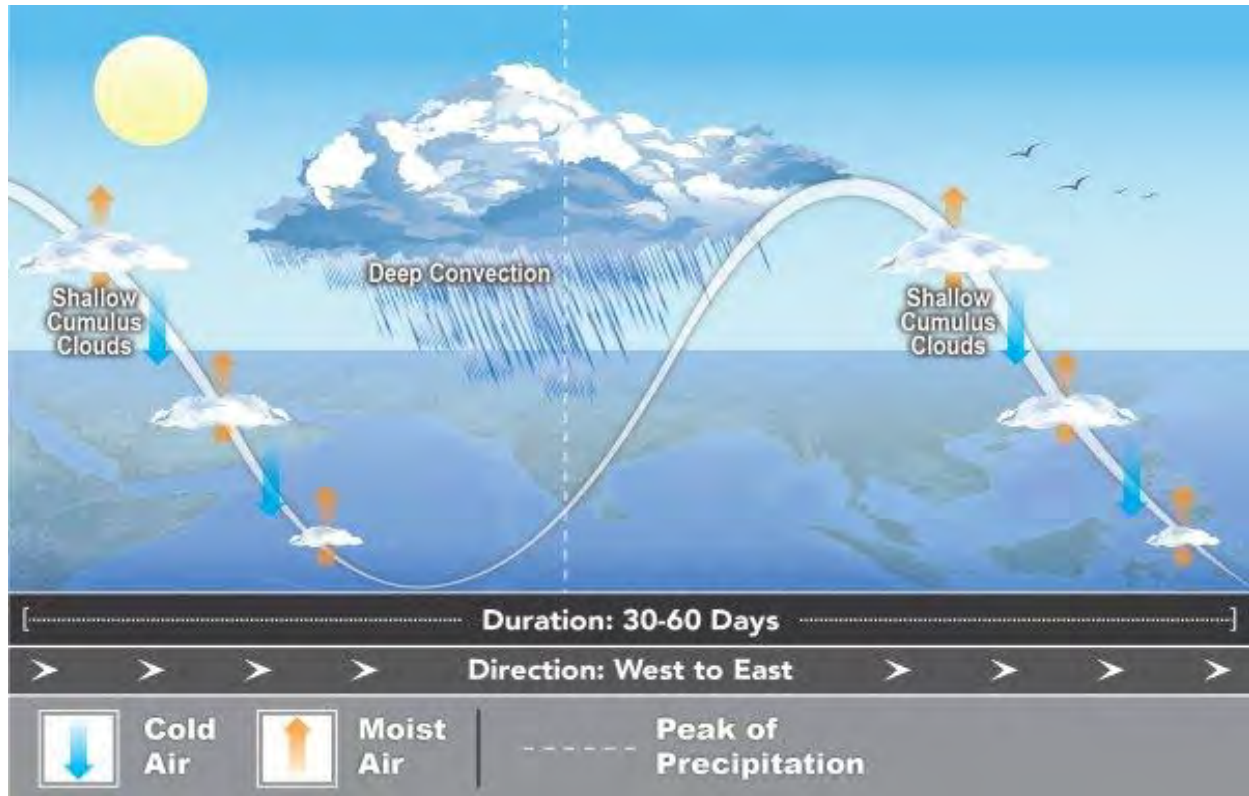


รูปที่ 2.3 แสดงวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยจากทุกกริดในบริเวณพื้นที่ประเทศไทย (5.375° - 20.875° latitude, 97.125° - 105.875° longitude) (วงกลมสีดำ) และวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยที่ประมาณด้วยฟังก์ชันฮาร์มอนิก ลำดับที่ 1 (เส้นสีดำ) ลำดับที่ 2 (เส้นประสีดำ) ลำดับที่ 3 (เส้นสีน้ำเงิน) ลำดับที่ 4 (เส้นประสีน้ำเงิน) และผลรวมของลำดับที่ 1 ถึง 4 (สีแดง)

ที่มาของข้อมูล: อุษา อัมพรี และคณะ (2555)



รูปที่ 2.4 ดัชนี Monsoon Precipitation Index (MPI) ในประเทศไทย โดย MPI คำนวณจาก Annual Range Precipitation (MJJAS -NDJFM)/Annual Mean Precipitation

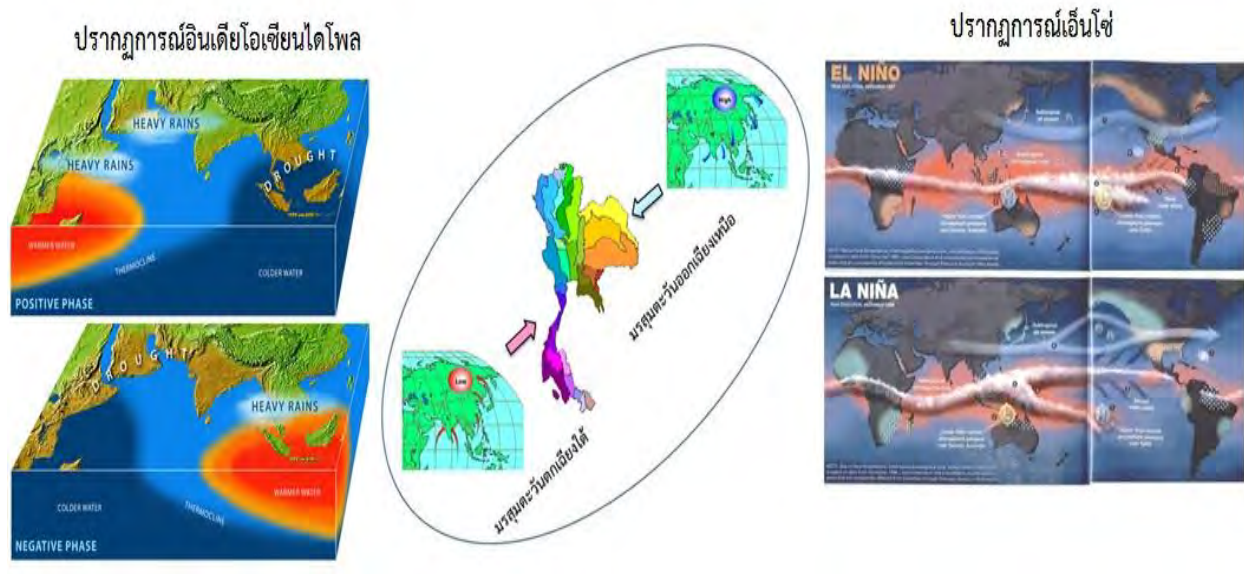


รูปที่ 2.5 ปรากฏการณ์ Madden Julian Oscillation (MJO) ซึ่งแสดงการเคลื่อนตัวของกลุ่มเมฆอย่างเป็นระบบเหนือเส้นศูนย์สูตรจากมหาสมุทรอินเดียสู่มหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกในคาบเวลา 30-60 วัน

ที่มาของข้อมูล: Geografika Nusantara (<http://keith-travelsinindonesia.blogspot.com/2012/03/april-showers-bring-may-flowers-but.html>)

นอกจากระบบลมมรสุมและปรากฏการณ์ MJO แล้ว ความผันแปรของระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและระดับโลก เช่น ปรากฏการณ์เอนโซและปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพลซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติแบบคว่ำระหว่างทะเลเวียดนามของมวลกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดียบริเวณเส้นศูนย์สูตรและการไหลเวียนของชั้นบรรยากาศผิวพื้น (Saji et al., 1999; Diaz et al., 2001; Juneng and Tangang, 2005) ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความแปรปรวนระหว่างปีและระยะยาวของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย (รูปที่ 2.6) ผลการศึกษาของ Singhrattna et al. (2005), Limsakul et al. (2007) และ Limsakul and Goes (2008) พบว่า ความแปรปรวนระหว่างปีของอุณหภูมิและฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ โดยสรุป พบว่าอุณหภูมิ มีแนวโน้มสูงกว่าปกติแต่ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ในขณะที่ อุณหภูมิ มีแนวโน้มต่ำกว่าปกติแต่ปริมาณฝนสูงกว่าปกติ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña รัชณัฐ ภัทรสถาพรกุล (2552) พบว่า ปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพล อาจมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำฝนรวมรายปีของประเทศไทย แต่ทว่าอิทธิพลของปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพล มีความแปรผันตามสถานการณ์ของปรากฏการณ์เอนโซ กล่าวคือ ปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพล ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง

(Modulator) ในการปรับอิทธิพลของสัญญาณที่มาจากปรากฏการณ์เอนโซ่ นอกจากนี้ Bridhikitti (2012) พบว่า เหตุการณ์เอนโซ่ระดับที่รุนแรงซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงมีนาคม อาจส่งผลกระทบต่อฝนในประเทศไทย ในช่วง ‘non-summer monsoon month’ ในขณะที่ ปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพล ในช่วงฤดูร้อนปีที่ผ่านมา มีส่วนต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในฤดูร้อนปีปัจจุบัน



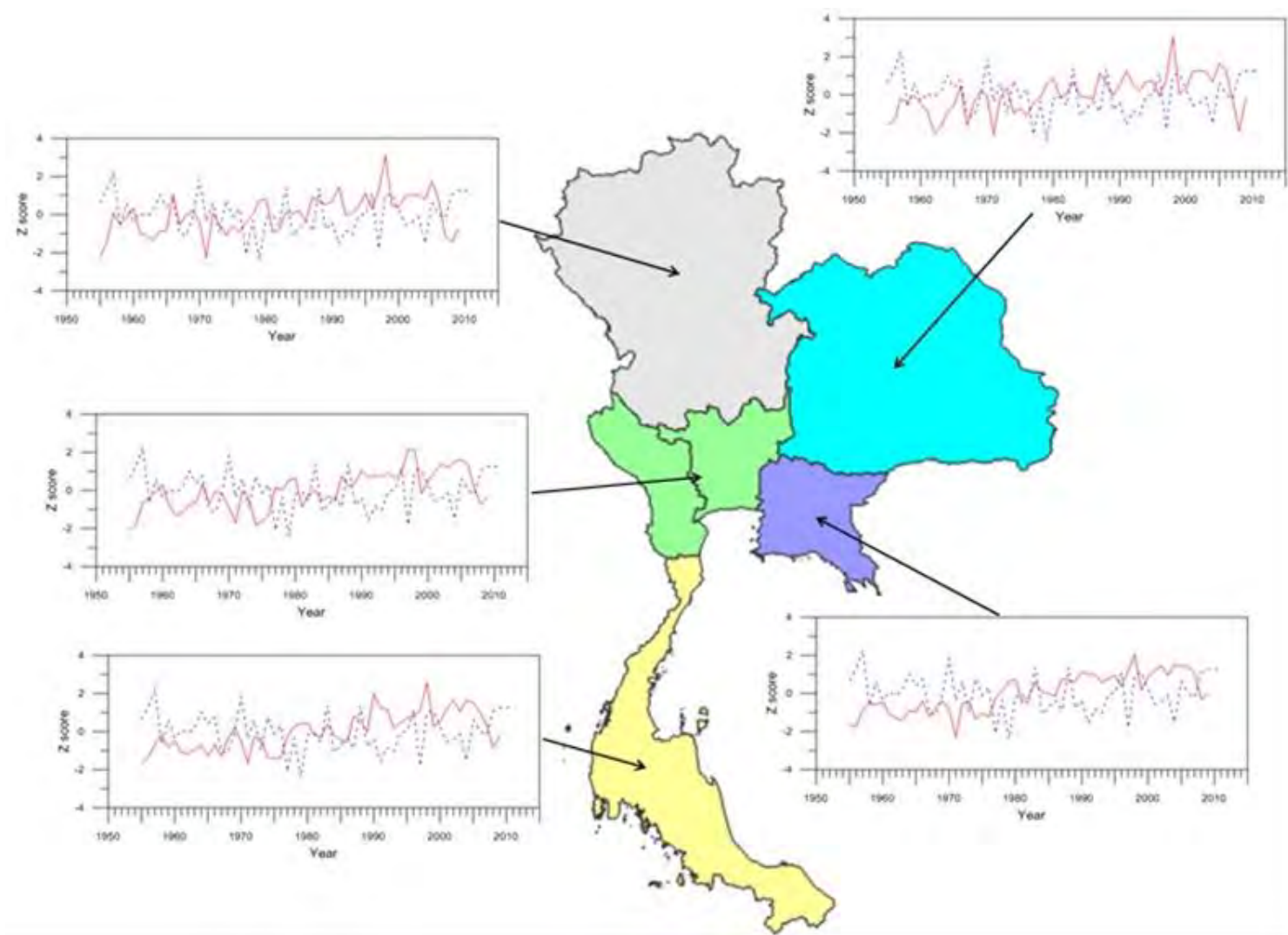
รูปที่ 2.6 แสดงพื้นที่ในประเทศไทยกับความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและระดับโลกในรูปของปรากฏการณ์เอนโซ่และปรากฏการณ์อินเดียโอเซียนไดโพล

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ประเทศไทย

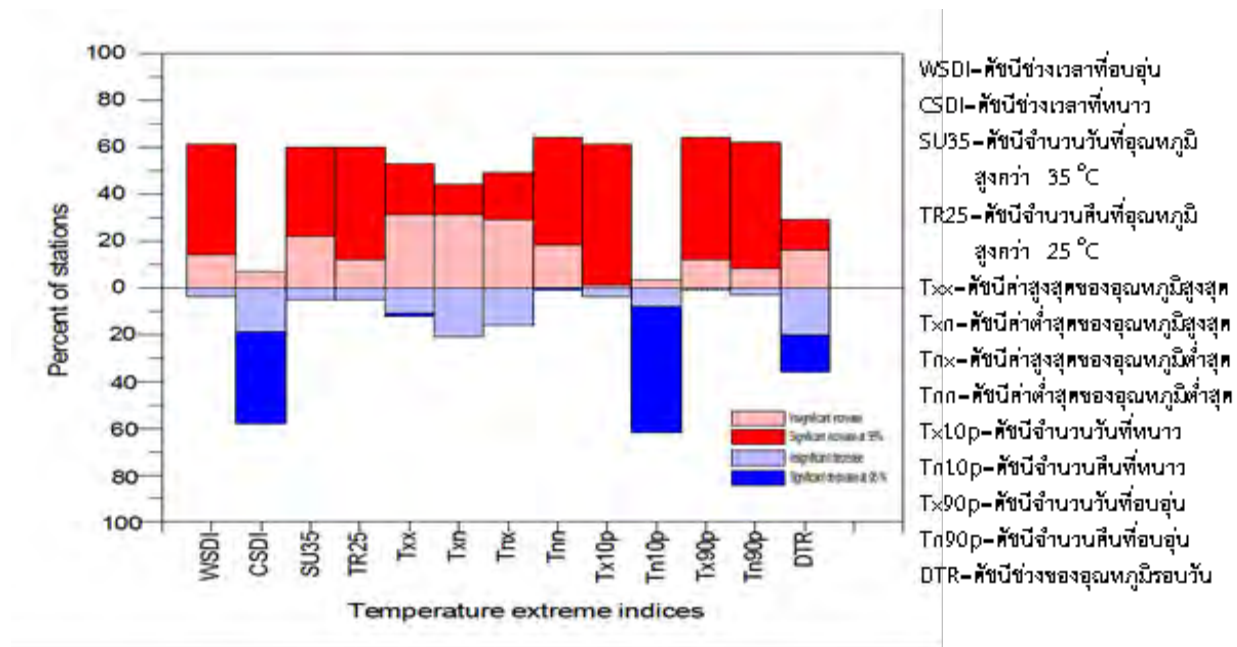
อุณหภูมิในภาพรวมของประเทศไทย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ($p < 0.01$) ในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 1955-2009) อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.86, 0.95 และ 1.45°C ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อทศวรรษ มีค่าเท่ากับ 0.16, 0.17 และ 0.26°C ตามลำดับ (อัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล, 2554) ทั้งนี้ อุณหภูมิต่ำสุดรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ส่วนหนึ่งมาจากการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Limjirakan and Limsakul, 2012a) ค่าเฉลี่ยรายปีของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิปรากฏ (Apparent temperature) ในประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เช่นกันในอัตรา 2.2% และ 0.71°C ในรอบ 42 ปี (1965-2006) ตามลำดับ (อัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล, 2554) ในขณะที่อัตราการระเหยของน้ำที่ตรวจวัดด้วยภาควัดการระเหยในประเทศไทย ในช่วงปี ค.ศ. 1970-2009 กลับลดลงในอัตรา $7.7 \text{ mm per annual per annum}$ (Limjirakan and Limsakul, 2012b) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณฝนสะสมรายปีของประเทศไทยในรอบ 57 ปีที่ผ่านมา (1955-2011) ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่ชัดเจน ซึ่งความแปรปรวนระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับความผันแปรของระบบลมมรสุมเอเชียและปรากฏการณ์เอนโซ เป็นรูปแบบที่โดดเด่นของการเปลี่ยนแปลงของฝนในประเทศไทย (Limsakul, 2013) รูปที่ 2.7 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณฝนสะสมรายปีรายภาค ซึ่งทำการสังเคราะห์เพิ่มเติมจากผลการศึกษาของอัศมน ลิมสกุล และแสงจันทร์ ลิมจิรกาล (2554) และ Limsakul (2013) เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์สภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิและฝนในประเทศไทยของ Limjirakan and Limsakul (2012a) และ Limsakul (2013) ด้วยดัชนีหลักที่พัฒนาและเสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญภายใต้โครงการ Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project's Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (WMO-CCI/WCRP/CLIVAR/ETCCDMI) ซึ่งแสดงลักษณะต่างๆ ของสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศในแง่ความถี่ ความรุนแรงและระยะเวลาของเหตุการณ์นั้นๆ (Peterson, 2005) พบว่า ดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทยหลายดัชนี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา (1970-2009) โดยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะคล้ายคลึงกันเกือบทุกภูมิภาค ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการร้อนขึ้นของประเทศไทย (Limjirakan and Limsakul, 2012a) ทั้งนี้ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ประกอบด้วย ดัชนีช่วงระยะเวลาที่อบอุ่น ดัชนีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ดัชนีจำนวนคืนที่อุณหภูมิสูงกว่า 25°C ดัชนีค่าสูงสุดรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน ดัชนีค่าต่ำสุดรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน ดัชนีจำนวนวันและคืนที่อบอุ่น ในขณะที่ แนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ปรากฏในดัชนีจำนวนวันและคืนที่หนาวและดัชนีช่วงระยะเวลาที่หนาว (รูปที่ 2.8) ทั้งนี้ แนวโน้มของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในลักษณะที่สอดคล้อง และมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันในบริเวณกว้างทั้งประเทศนี้ แสดงถึงการขยับตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย (mean state) และเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบนของการแจกแจงของอุณหภูมิ (รูปที่ 2.9)

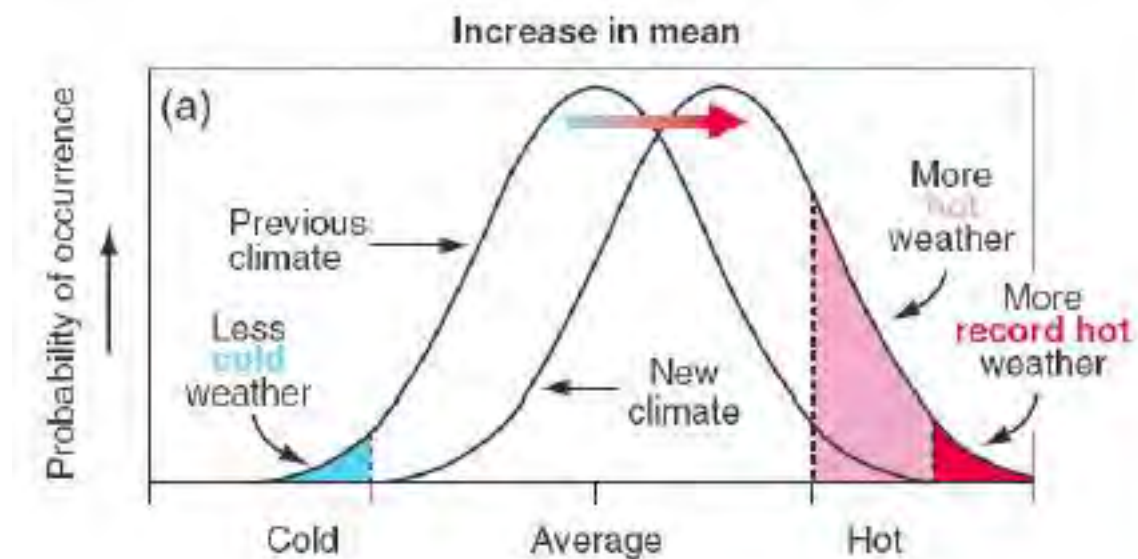
สถานะความรุนแรงของฝนในประเทศไทย มีรูปแบบและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อน ซึ่งดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งสองทิศทาง กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นและการลดลงในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากผลการศึกษาของ Limsakul (2013) ที่วิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันในประเทศไทยในรอบ 57 ปีที่ผ่านมา (1955-2011) พบว่า แนวโน้มของดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนในประเทศไทยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงและสอดคล้องกันในช่วงพื้นที่น้อยกว่าดัชนีสถานะความรุนแรงของอุณหภูมิต่างไรก็ตาม ผลการศึกษา สามารถบ่งชี้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสถานะความรุนแรงของฝนบางประการที่น่าสนใจและมีนัยสำคัญต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและภัยพิบัติ ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในภาพรวมของประเทศไทย ประกอบด้วย จำนวนวันฝนตกและระยะเวลาที่ฝนต่อเนื่องมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ ความแรงของฝนและปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนักกลับเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเกิดขึ้นในภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ การเปลี่ยนแปลงของดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนดังกล่าว บ่งชี้ถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยลดน้อยลง แต่ความแรงของฝนและเหตุการณ์ฝนตกหนักกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงการขยับตัวไปทางด้านขวาของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PFD) ของฝน ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบน (รูปที่ 2.10) นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Limsakul (2013) ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Limjirakan et al. (2010) ซึ่งพบว่า กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำเจ้าพระยา กำลังประสบกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนรวมรายปีอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงสถานะสุดขีดของฝนที่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนรวมรายปี คือ การเพิ่มขึ้นของความถี่และความแรงของเหตุการณ์ฝนตกหนัก นอกจากนี้ ความแรงของฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 5-6 ทศวรรษที่ผ่านมา



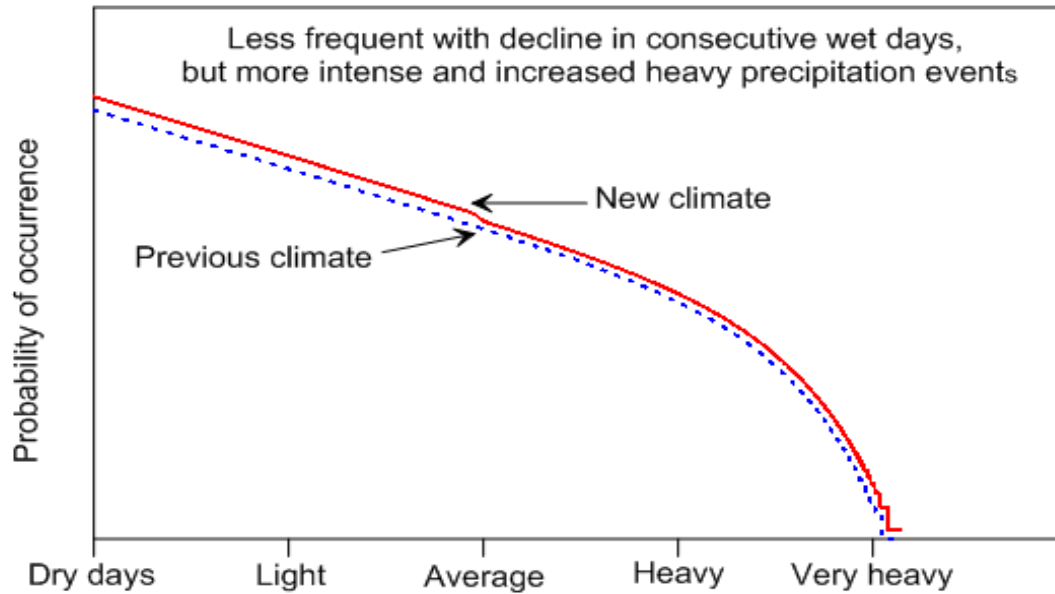
รูปที่ 2.7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ย (เส้นสีแดง) และปริมาณฝนสะสมรายปีเฉลี่ย (เส้นประสีน้ำเงิน) รายภาคซึ่งนำเสนอในรูปของค่า Z scores ที่อนุกรมข้อมูล normalize ด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 2.8 เปอร์เซนต์ของจำนวนสถานีที่แสดงสัดส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสภาวะ ความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย ในช่วง ปี ค.ศ. 1970-2006
ที่มาของข้อมูล: อัครมน ลิ้มสกุล และแสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล, 2554



รูปที่ 2.9 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PDF) ของอุณหภูมิในประเทศไทยที่ค่าเฉลี่ยในช่วงปัจจุบันขยับตัวไปทางด้านขวาของการแจกแจง ซึ่งส่งผลการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ความรุนแรงที่อยู่บริเวณปลายด้านบน



รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function; PDF) ของฝนในอดีตและปัจจุบันของประเทศไทย ซึ่ง PDF ของฝนขยับตัวไปทางด้านขวาของการแจกแจง ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ฝนตกหนักและความแรงของฝน

2.3 ภัยพิบัติทางภูมิอากาศและผลกระทบในประเทศไทย

ประเทศไทย นับเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ที่มีความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงลมฟ้าอากาศ เนื่องจากการดำรงชีวิตของประชาชนส่วนใหญ่และการพัฒนาประเทศในภาพรวม ยังมีความจำเป็นต้องพึ่งพาฐานทรัพยากรและผลผลิต ที่มีความเปราะบางสูงต่อลมฟ้าอากาศ เช่น ทรัพยากรน้ำ ผลผลิตทางการเกษตร ตลอดจนทรัพยากรชายฝั่ง อีกทั้งเมืองขนาดใหญ่ซึ่งเป็นศูนย์กลางการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและการค้าและประชากรที่ตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่น อยู่บริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำและชายฝั่ง (IGES, 2006; World Bank, 2008; Yusuf and Francisco, 2009) ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มีอยู่หลายรูปแบบซึ่งภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่สำคัญและสามารถสร้างความเสียหายได้เป็นอย่างมาก ได้แก่ ภัยแล้ง วาตภัย และอุทกภัยซึ่งเกิดจากพายุหมุนเขตร้อนและพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง

2.3.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มครั้งสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมทรัพยากรธรณี สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและอวกาศ และข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ พบว่า เหตุการณ์วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มครั้งสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 ทั้งสิ้น 16 เหตุการณ์ ดังสรุปในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553

เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
1. ภัยพิบัติกะทูน	2531	อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตประมาณ 230 คน บ้านเรือนเสียหาย 1,500 หลัง พื้นที่การเกษตรเสียหาย 6,150 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท
2. พายุไต้ฝุ่นเกย์	2532	อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ บางสะพานน้อย และบางสะพานและอ.ท่าแซะ ปะทิว จังหวัดชุมพร มีผู้เสียชีวิต 446 คน บาดเจ็บ 154 คน บ้านเรือนเสียหายกว่า 38,000 หลัง มูลค่าความเสียหายกว่า 11,000 ล้านบาท
3. พายุดีเปรสชันอีรา	2533	จ.อุบลราชธานี ถนนเสียหาย 3,891 สาย สะพาน 332 แห่ง เหมือง ฝาย 242 แห่ง โรงเรียน 43 แห่ง พื้นที่เกษตรกรรม 4,133,281 ไร่ มูลค่าความเสียหาย 6,011,353,756 บาท
4. พายุไต้ฝุ่นเฟรด	2534	น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก
5. พายุเขตร้อนฟอร์เรสต์	2535	จ.พังงา นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี สร้างความเสียหายให้แก่บ้านเรือนและไร่นาประเมินค่าความเสียหายมากกว่า 3,000 ล้านบาท

ตารางที่ 2.1 วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 (ต่อ)

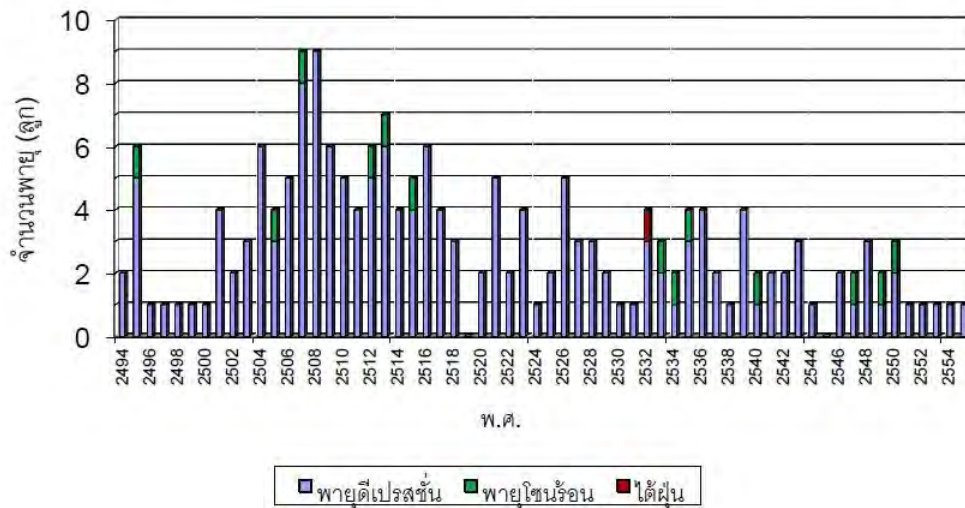
เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
6. น้ำท่วม	2538	ที่ราบลุ่ม 2 ฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมด้านฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ตอนล่าง
7. พายุไต้ฝุ่นลินดา	2540	จ.ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสงคราม ราชบุรี และ กาญจนบุรีประชาชนได้รับผลกระทบ 461,263 คน บ้านเรือนเสียหาย 9,248 หลัง มูลค่าความเสียหาย 213,054,675 บาท
8. อุทกภัยหาดใหญ่	2543	จ.สงขลา น้ำท่วมสูงในบริเวณตัวเมืองชั้นใน ความเสียหายเป็นมูลค่ากว่า 10,000 ล้านบาท จำนวนผู้เสียชีวิตตามประกาศจากทางราชการ 35 คน โดยจำนวนผู้เสียชีวิตจริง ข้อมูลอย่างไม่เป็นทางการ สูงถึง 233 คน ไม่รวมชาวต่างประเทศ
9. น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม	2544	บ้านน้ำก้อ เพชรบูรณ์น้ำท่วม ดินโคลนและต้นไม้ซัดบ้านเรือนพังทลายเหตุการณ์ครั้งนี้ได้ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 147 คน
10. ดินโคลนถล่มแม่ระมาด	2547	จ.ตาก ผู้คนสูญหายไปกับสายน้ำและจมใต้ทะเลโคลนจำนวนมากบ้านถูกพัดหายไปทั้งหลังนับร้อยผู้เสียชีวิต 4 รายชาวบ้าน 6,019 คน จาก 2,113 ครอบครัวได้รับความเดือดร้อน
11. น้ำท่วม	2548	- อ.เมืองเชียงใหม่ ปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำปิงจำนวนมาก จนเกินความสามารถในการรองรับน้ำของลำน้ำได้ ในช่วงที่น้ำไหลในแม่น้ำผ่านตัวเมืองเชียงใหม่ได้เกิดการเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมในพื้นที่ลุ่มในเขตเมืองทำความเสียหายอย่างมาก - จ.สงขลา นครศรีธรรมราช ปัตตานี นราธิวาส พัทลุง ตรัง ยะลา และสตูลประชาชนเดือดร้อน 1.6 ล้านคน มีผู้เสียชีวิต 25 ราย
12. อุทกภัยและโคลนถล่มภาคเหนือตอนล่าง	2549	มีผู้เสียชีวิตถึง 75 คน จากจำนวนผู้เสียชีวิตและสูญหายทั้งหมด 116 ราย
13. พายุไต้ฝุ่นเลกิม่า พายุไซโคลน AKASH พายุโซนร้อน FRANCISCO	2550	น้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากในบางพื้นที่ของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพื้นที่ประสบภัย 5,848,328 ไร่ใน 49 จังหวัด มีผู้เสียชีวิต 17 คน บ้านเรือนเสียหาย 3,265 หลัง มูลค่าความเสียหายประมาณ 1พันล้านบาท
14. พายุไซโคลนนาร์กีส พายุโซนร้อนเมขลา พายุโซนร้อนนูล	2551	จ.เชียงราย นครราชสีมา ตาก และระนอง น้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมบ้านเรือนและพื้นที่การเกษตร

ตารางที่ 2.1 วัตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531-2553 (ต่อ)

เหตุการณ์	พ.ศ.	ความเสียหายและผลกระทบ
15. พายุภีสนา	2552	มีฝนตกหนักถึงหนักมากบางพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยมีน้ำท่วมบริเวณจังหวัดอุบลราชธานีและศรีสะเกษ
16. อุทกภัย	2553	ฝนตกหนักในหลายพื้นที่ ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน หลายพื้นที่เกิดน้ำท่วมเฉียบพลัน น้ำป่าไหลหลากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 74 จังหวัดราชบุรีเดือดร้อน 13,485,963 คน พื้นที่เกษตรเสียหาย 10,909,561 ไร่ ผู้เสียชีวิตจากเหตุอุทกภัยแล้วทั้งหมด 266 ราย

นอกจากนี้ กรมอุตุนิยมวิทยา (2556) ได้จัดทำข้อมูลสถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย รายเดือน ในระหว่างปี พ.ศ. 2494-2555 โดยพบว่า ในรอบ 62 ปี ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนทั้งสิ้น 187 ลูก โดยเฉพาะในเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีความถี่สูงสุดที่ได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนทั้งสิ้น 52 ลูก หรือคิดเป็นร้อยละ 27.8 รองลงมาคือ เดือนกันยายน 47 ลูก คิดเป็นร้อยละ 25.1 และเดือนพฤศจิกายน 31 ลูก คิดเป็นร้อยละ 16.6 ทั้งนี้ในเดือนมกราคม-มีนาคม ไม่พบพายุหมุนเขตร้อนเข้าสู่ประเทศไทย (รูปที่ 2.11 และ 2.12)

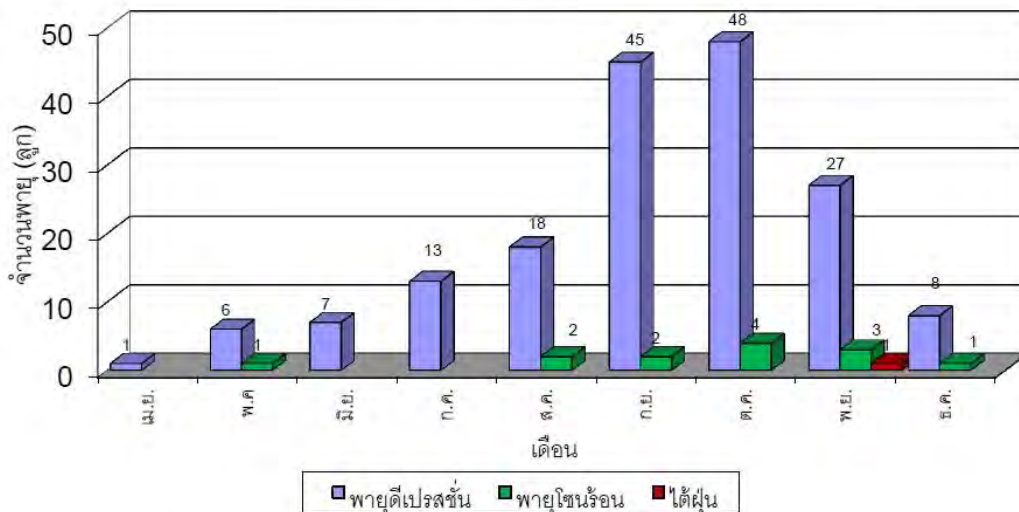
สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2555)



รูปที่ 2.11 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2555)



รูปที่ 2.12 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2494-2555 (รายเดือน)

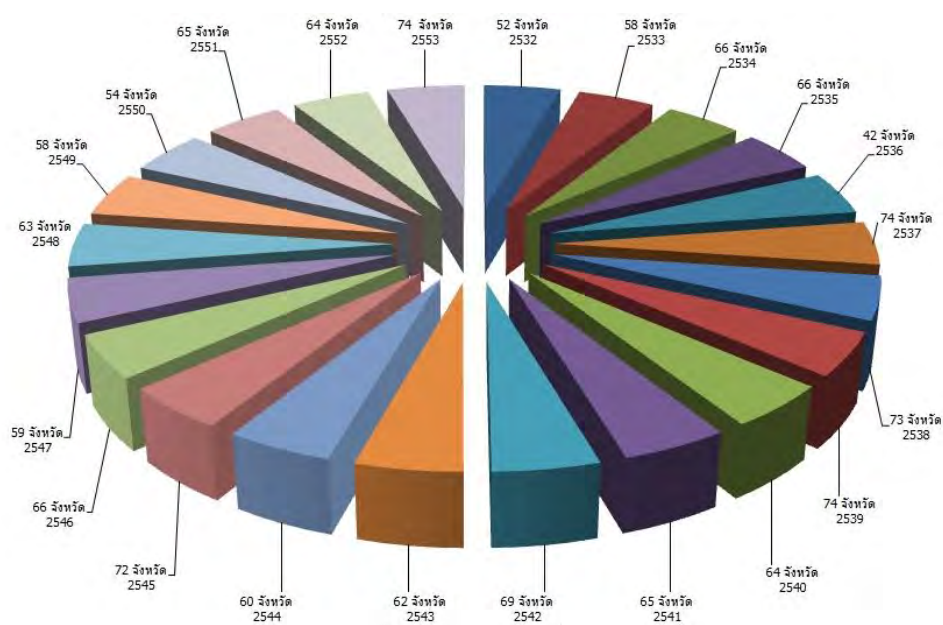
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

2.3.2 สถิติภัยพิบัติ (อุทกภัย/ภัยแล้ง) ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

ทศวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาที่ยกภัยพิบัติเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก สร้างความเสียหายทั้งต่อชีวิตทรัพย์สิน ระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมคิดเป็นมูลค่ามหาศาล สำหรับประเทศกำลังพัฒนากภัยพิบัติเป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาที่จะทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมมนุษย์ดีขึ้น ในอนาคตแนวโน้มการเกิดภัยพิบัติและผลกระทบต่างๆ จะทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนั้น การขยายตัวของประชากรและการเติบโตของเมืองในช่วงที่ผ่านมา เป็นการขยายพื้นที่การตั้งถิ่นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจเข้าไปในเขตพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติมากขึ้น ทำให้แนวโน้มความสูญเสียและการรับมือกับภัยพิบัติมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น สำหรับประเทศไทย มีประสบการณ์ในการเผชิญกับภัยธรรมชาติตามฤดูกาลบ่อยครั้ง แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัดและอยู่ในภาวะที่สามารถจัดการได้ นอกจากนี้ ชุมชนในพื้นที่ยังได้เรียนรู้และสั่งสมภูมิปัญญาเพื่อปรับวิถีชีวิตให้สามารถอยู่ร่วมกับความแปรปรวนของธรรมชาติตามฤดูกาลได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยต้องประสบกับภัยพิบัติที่รุนแรงบ่อยครั้งมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศมากขึ้นโดยลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

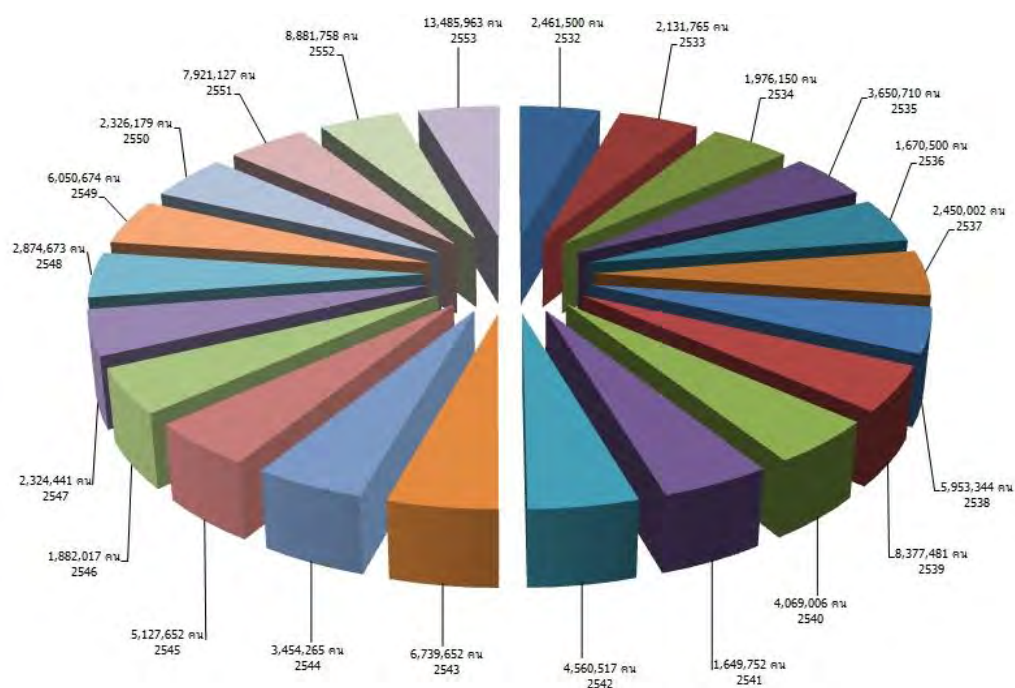
(1) อุทกภัย ในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) พบว่า เกิดเหตุการณ์อุทกภัยทั้งสิ้น 220 ครั้ง ในรอบ 22 ปี มีพื้นที่ประสบภัยโดยเฉลี่ย 64 จังหวัด ในแต่ละปีมีจังหวัดได้รับผลกระทบจากอุทกภัยไม่ต่ำกว่า 42 จังหวัด (รูปที่ 2.13) 361 อำเภอ 1,331 ตำบล 5,281 หมู่บ้านต่อปี

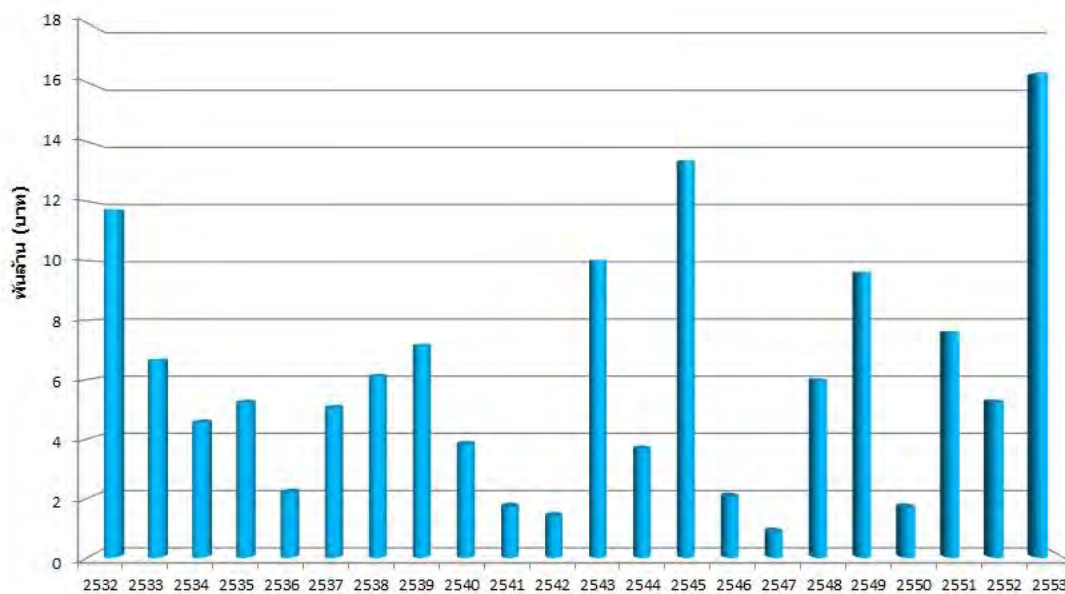


รูปที่ 2.13 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

รูปที่ 2.14 แสดงจำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัยในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532–2553 มีประมาณ 98.3 ล้านคน โดยในปี 2553 มีราษฎรผู้ประสบอุทกภัยสูงสุดจำนวน 13.4 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 13.7 ของจำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัย ในขณะที่ปี 2541 มีราษฎรผู้ประสบอุทกภัยน้อยที่สุดจำนวน 1.6 ล้านคน และเมื่อพิจารณาในแง่ของมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยมีมูลค่าสูงถึง 132,107 ล้านบาท ในแต่ละปี มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยไม่ต่ำกว่า 850 ล้านบาท โดยมูลค่าเสียหายของสถานการณ์อุทกภัยใน ปี 2532, 2543, 2545 และ 2553 คิดเป็น 39% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด และมูลค่าเสียหายของสถานการณ์อุทกภัยหลัง ปี ค.ศ. 2000 (2543) มีสัดส่วนถึง 58% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด (รูปที่ 2.15)



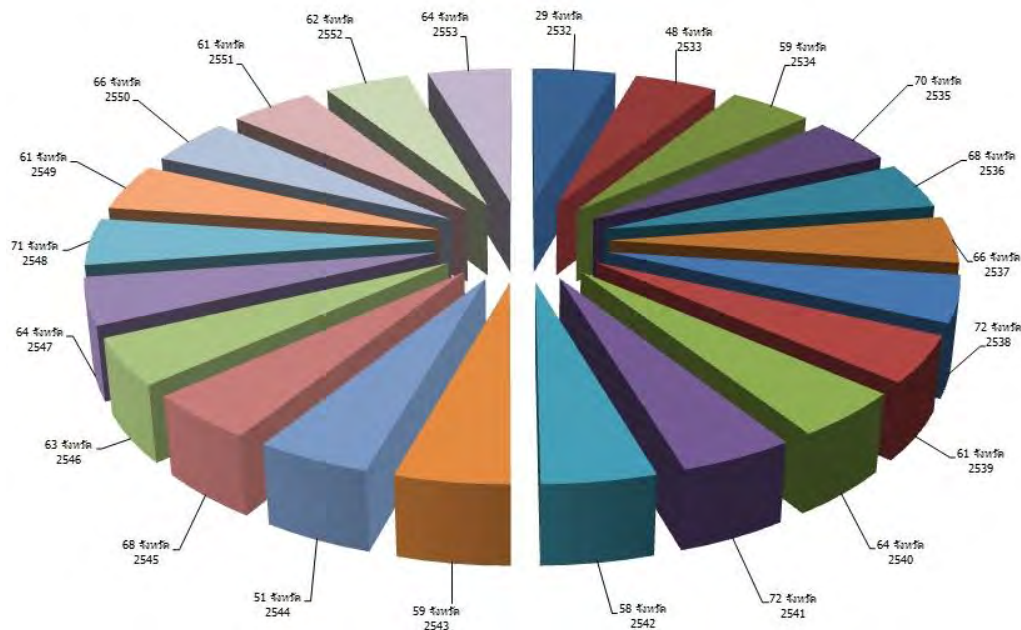
รูปที่ 2.14 จำนวนราษฎรผู้ประสบอุทกภัยในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532–2553



รูปที่ 2.15 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

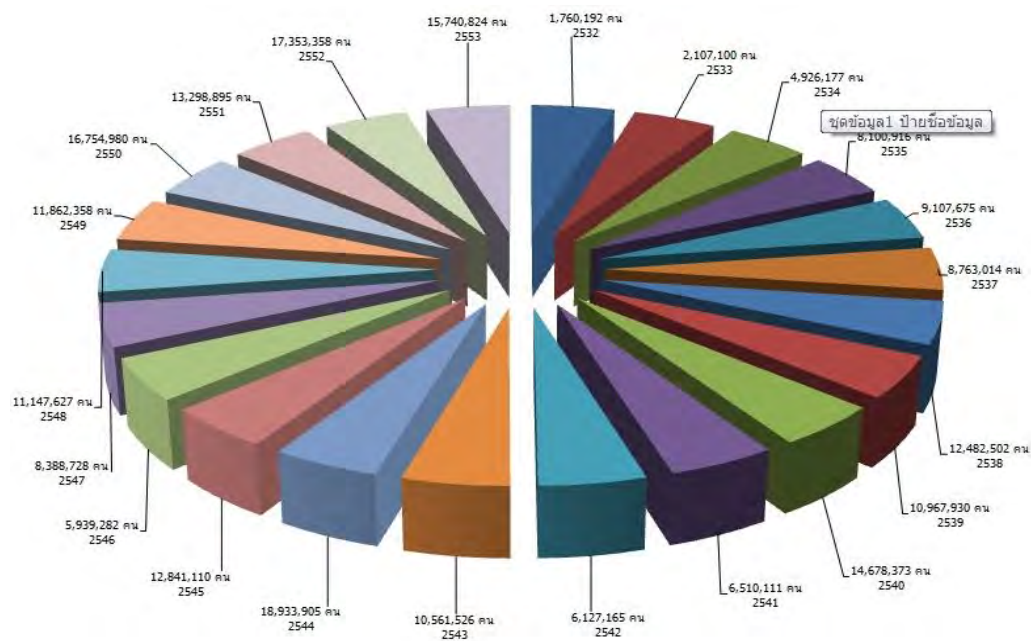
(2) ภัยแล้ง ในประเทศไทย พ.ศ. 2532-2553

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) พบว่า ในแต่ละปีมี จังหวัดได้รับผลกระทบจากอุทกภัยไม่ต่ำกว่า 29 จังหวัด ซึ่งในปี 2538 มีจำนวนจังหวัดได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง สูงสุดจำนวน 72 จังหวัด รองลงมาคือ ปี 2548 และ 2535 ที่จำนวน 71 และ 70 จังหวัดตามลำดับ เมื่อมองใน ระดับอำเภอ พบว่า ในรอบ 22 ปี มีจำนวนอำเภอได้รับผลกระทบสูงสุด 772 อำเภอ และมีไม่ต่ำกว่า 1,490 ตำบล 6,628 หมู่บ้าน ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง (รูปที่ 2.16)

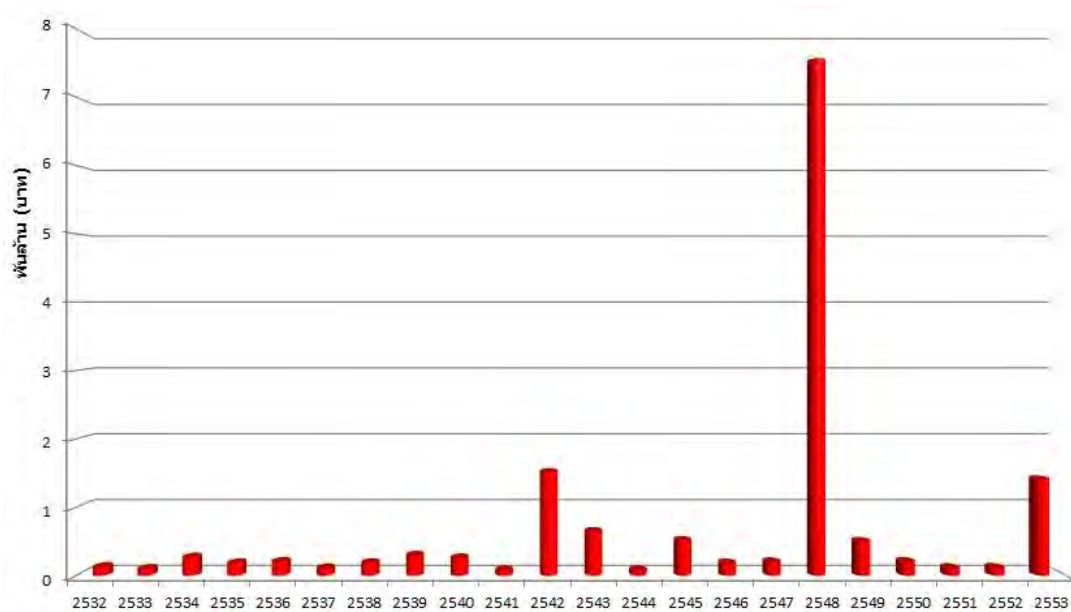


รูปที่ 2.16 จำนวนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

รูปที่ 2.17 แสดงจำนวนราษฎรผู้ประสบภัยแล้งในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532-2553 มีประมาณ 228 ล้านคน โดยในปี 2544 มีราษฎรผู้ประสบภัยแล้งสูงสุดจำนวน 18.9 ล้านคน ในขณะที่ปี 2532 มีราษฎรผู้ประสบภัยแล้งน้อยที่สุดจำนวน 1.7 ล้านคน และเมื่อพิจารณาในแง่ของมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งมีมูลค่าสูงถึง 14,729 ล้านบาท ในแต่ละปีมูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งไม่ต่ำกว่า 69 ล้านบาท โดยมูลค่าเสียหายของสถานการณ์ภัยแล้งในปี 2548 คิดเป็น 51.4% ของมูลค่าความเสียหายทั้งหมด (รูปที่ 2.18)



รูปที่ 2.17 จำนวนราชฎผู้ประสภภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553



รูปที่ 2.18 มูลค่าความเสียหายจากสถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2532-2553

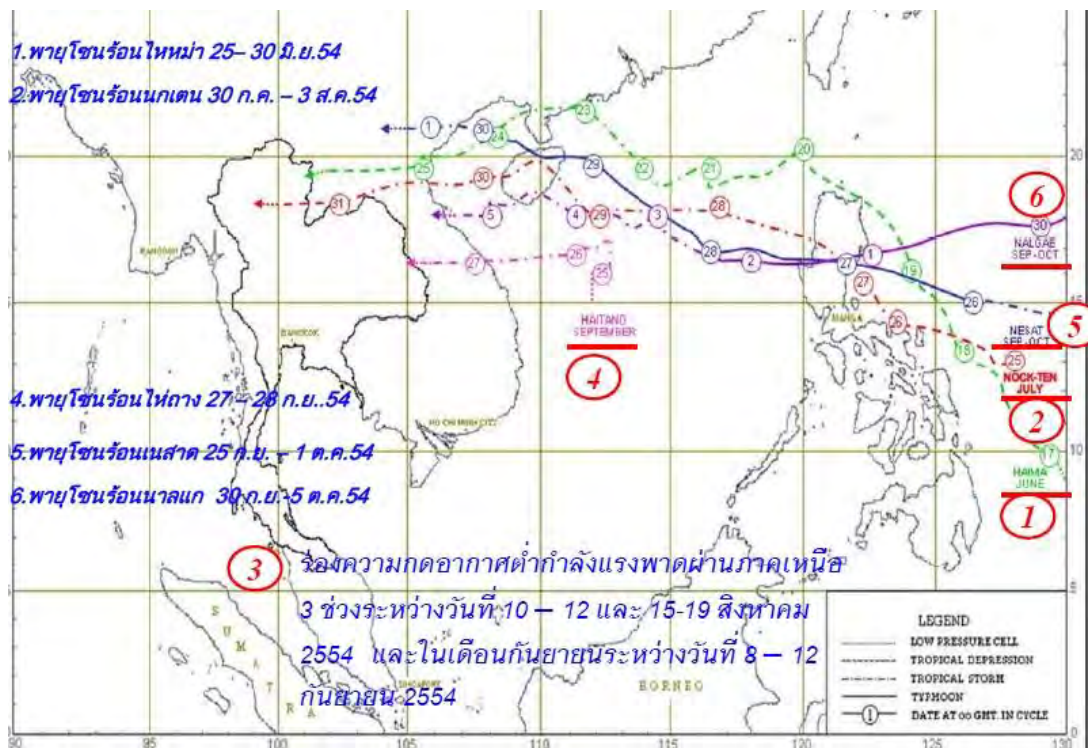
2.3.3 มหาอุทกภัย ปี พ.ศ. 2554

นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยประสบกับสภาวะการเกิดอุทกภัยที่รุนแรงหลายครั้งด้วยกัน ซึ่งมูลค่าความเสียหายแต่ละปีเป็นจำนวนหลักพันล้านถึงหลักหมื่นล้าน โดยสถิติย้อนหลัง 20 ปี ตั้งแต่ ปี 2532-2553 ประเทศไทยได้รับความเสียหายจากอุทกภัยเป็นมูลค่ารวม 1.3 แสนล้าน โดยความเสียหายครอบคลุมทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สิน อาทิ ราษฎรเดือดร้อนและเสียชีวิตอาคาร โรงแรม โรงเรียน สิ่งสาธารณประโยชน์ พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหาย

ประเทศไทยในอดีต โดยเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเคยประสบอุทกภัยครั้งรุนแรงหลายครั้ง และเท่าที่มีการบันทึกข้อมูล พบว่า เหตุการณ์อุทกภัยเมื่อปี พ.ศ. 2485 (สมัยรัชกาลที่ 7) มีระดับน้ำท่วมสูงสุดโดยวัดระดับที่สะพานพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกได้ 2.3 เมตร รทก. ซึ่งในขณะนั้นยังไม่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำต่างๆ เช่น เขื่อนภูมิพล (พ.ศ. 2507) และเขื่อนสิริกิติ์ (พ.ศ. 2514) ภายหลังมีการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำแล้วยังมีเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งสำคัญตามมาหลายครั้งได้แก่ ในปี พ.ศ. 2521, 2523, 2526 และ 2538 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2526 และ 2538 มีปริมาณน้ำมากกว่าปีอื่นๆ ทำให้น้ำท่วมซึ่งเป็นบริเวณกว้าง โดยระดับน้ำที่สะพานพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก วัดได้ประมาณ 2.13 และ 2.25 เมตร รทก.

วิกฤตอุทกภัยที่เริ่มมาตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 ส่งผลให้พื้นที่ในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง และภาคอีสานได้รับผลกระทบรุนแรง ครอบคลุม 64 จังหวัด ประเมินมูลค่าความเสียหายหลายแสนล้านบาท และยังไปกว่านั้นยังเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ไทยที่น้ำทะเลลึกเข้าท่วมโซนเศรษฐกิจและนิคมอุตสาหกรรมสำคัญ ความเสียหายจึงร้ายแรงและส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อภาคเศรษฐกิจต่างๆ (สาธิต วงศ์อนันต์นนท์, 2554)

ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทย ต้องเผชิญกับพายุโซนร้อน 5 ลูกด้วยกัน (รูปที่ 2.19) ตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นตุลาคม (พายุ “ไหหลมา” ระหว่าง 24-26 มิถุนายน พายุ “นกเตน” ระหว่าง 30 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม พายุ “ไหถาง” ระหว่าง 27-28 กันยายน พายุ “เนสาด” 25 กันยายน – 1 ตุลาคม และ พายุ “นาลเก” 30 กันยายน – 5 ตุลาคม) รวมด้วยร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงก็พัดผ่านอยู่บนแนวภาคเหนือตอนบน-ตอนล่างนานนับเดือน จึงเกิดฝนตกหนักที่ภาคเหนือเป็นเวลานาน เป็นปีที่ภาคเหนือมีฝนตกโดยเฉลี่ยรวมทั้งปีมากถึง 1,687 มิลลิเมตร มากกว่าค่าเฉลี่ยทั้งปี (1,218 มิลลิเมตรต่อปี) ถึง 40% เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนในอดีต เป็นเหตุให้น้ำทำปริมาณมากในแม่น้ำปิงวัง ยม น่าน ไหลมาสมทบที่จังหวัดนครสวรรค์ต้นแม่น้ำเจ้าพระยาอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำเจ้าพระยาได้รับน้ำจำนวนมากเกินความจุแม่น้ำ จึงล้นทั้งสองฝั่งไหลบ่าไปท่วมพื้นที่ลุ่มต่ำได้รับความเสียหายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ตลอดสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาลงมาถึงบริเวณกรุงเทพมหานคร (ปราโมทย์ ไม้กลัด, 2555)



รูปที่ 2.19 พายุโซนร้อน 5 ลูก ที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในช่วงปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นตุลาคม
 ที่มา: ทองเปลว กองจันทร์ (2555)

นอกจากนี้ World Bank (2012) ได้ประเมินมูลค่าความเสียหายจากอุทกภัยปี 2554 ตามรายภาคส่วนต่างๆ พบมูลค่าความเสียหายประมาณ 1.4 ล้านล้านบาท โดยเฉพาะในภาคส่วนด้านการผลิต ที่อยู่อาศัย และภาคขนส่ง เป็นภาคส่วนที่มีมูลค่าความเสียหายสูงสุด 3 ลำดับแรก (รูปที่ 2.20)

Sub Sector	Disaster Effects			Ownership	
	Damage	Losses	Total	Public	Private
Infrastructure					
Water Resources Management	8,715	-	8,715	8,715	-
Transport	23,538	6,938	30,476	30,326	150
Telecommunication	1,290	2,558	3,848	1,597	2,251
Electricity	3,186	5,716	8,901	5,385	3,517
Water Supply and Sanitation	3,497	1,984	5,481	5,481	-
Productive					
Agriculture, Livestock and Fishery	5,666	34,715	40,381	-	40,381
Manufacturing	513,881	493,258	1,007,139	-	1,007,139
Tourism	5,134	89,673	94,808	403	94,405
Finance & Banking	-	115,276	115,276	74,076	41,200
Social					
Health	1,684	2,133	3,817	1,627	2,190
Education	13,051	1,798	14,849	10,614	4,235
Housing	45,908	37,889	83,797	-	83,797
Cultural Heritage	4,429	3,076	7,505	3,041	4,463
Cross Cutting					
Enironment	375	176	551	212	339
TOTAL	630,354	795,191	1,425,544	141,477	1,284,066

Source: DALA estimates, NESDB, and Ministry of Industry

Note: Losses for each sector include higher expenditures due to floods

รูปที่ 2.20 Summary of damage and losses by sector in Thai baht, millions

ที่มา: World Bank (2012)

การวิเคราะห์และสรุปสาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554 สามารถจำแนกออกเป็น 2 สาเหตุ 4 ปัจจัย โดยพบว่า สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554 มีที่มาจากธรรมชาติส่วนหนึ่งและสาเหตุจากมนุษย์อีกส่วนหนึ่ง โดยสาเหตุจากธรรมชาติจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้มีปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้นจากพายุ 5 ลูกในรอบ 1 ปี ร่วมกับร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรง ส่งผลให้มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 39 บริเวณตอนบนของประเทศไทย และเมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่ต้องเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน โดยแม่น้ำสายหลักจากภาคเหนือไหลมารวมกันที่ จ.นครสวรรค์ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำไหลผ่าน 36,961 ล้านลบ.ม. มากกว่าปี 2538 ถึง 9,890 ล้าน ลบ.ม. ส่งผลให้น้ำเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบซึ่งสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลางส่วนใหญ่

เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ประกอบกับสภาพภูมิประเทศตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดเทมาก ส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำเอื้อต่อการเกิดน้ำท่วมขัง ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554

สาเหตุการเกิดอุทกภัย ปี 2554	
สาเหตุจากธรรมชาติ	สาเหตุจากมนุษย์
1. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ส่งผลให้มีปริมาณฝนตกมากตั้งแต่มีถุนายน-ตุลาคม ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 39% ในพื้นที่ภาคเหนือ และ 22% ในภาคกลางโดยได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อน ไหหมา นกเตน ไท่ถาง เนสาท นาลแก และร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่พัดผ่านภาคเหนือใน 3 ช่วง 10-12, 15-19 สิงหาคม 8-12 กันยายน	1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน - สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต อาทิ พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านบ้านจัดสรร ทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตามธรรมชาติ หรือ แก้มลิง ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้
2. ปริมาณน้ำท่ามากกว่าปกติ - ปริมาณน้ำ สูงสุดที่ไหลต่อเนื่องตั้งแต่เดือนสิงหาคม-กลางเดือนตุลาคม 2554 และมารวมกันที่ จ. นครสวรรค์ ซึ่งมีปริมาณน้ำสูงสุด 4,686 ลบ.ม./วินาที และมีปริมาณน้ำไหลผ่าน 36,961 ล้านลบ.ม. มากกว่าปี 2538 ถึง 9,890 ล้าน ลบ.ม.	2. การบริหารจัดการน้ำด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ - ศักยภาพแหล่งน้ำเพื่อการเก็บกักน้ำช่วงน้ำหลากไม่พอ รองรับปริมาณน้ำหลากปริมาณมากกว่าค่าปกติได้ - เครื่องมือบริหารจัดการน้ำใช้การไม่ได้ตามต้องการ ในช่วงน้ำหลาก และไม่เพียงพอต่อความต้องการ เช่น ประตูระบายน้ำ อาคารบังคับน้ำ และเครื่องสูบน้ำ
3. ลักษณะทางกายภาพและภูมิประเทศ - สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ประกอบกับสภาพภูมิประเทศตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดเทมาก ส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ เอื้อต่อการเกิดน้ำท่วมขัง - สภาพลำน้ำตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความกว้างมากกว่าลำน้ำตอนล่าง ซึ่งไม่เอื้อต่อการระบายน้ำ ทำให้น้ำท่วมขังในพื้นที่ตอนกลางเป็นระยะเวลานาน	3. การสร้างระบบป้องกันตนเอง - บุคคล/ชุมชน/เมือง ทำคันกันน้ำป้องกันตนเอง น้ำจึงระบายได้ช้าและท่วมขังเป็นเวลานาน - การสูบน้ำออกไปเพิ่ม ปริมาณน้ำในพื้นที่อื่น 4. การขยายตัวของชุมชน/เศรษฐกิจ - สร้างชุมชน บนพื้นที่น้ำท่วมขังในอดีต - ระบบสาธารณูปโภค ถนน รุกกล้าและกีดขวางทางน้ำ และการไหลของน้ำตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาสาเหตุของการเกิดอุทกภัยที่เกิดจากมนุษย์ ก็จะพบความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านบ้านจัดสรร ทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตามธรรมชาติ หรือ แก้มลิง ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้ นอกจากนี้จะพบปัญหาด้านเครื่องมือบริหารจัดการน้ำที่ไม่สามารถสนองความต้องการใช้งานในช่วงน้ำหลากได้ เช่น ประตูระบายน้ำพัง เสียหาย เครื่องสูบน้ำไม่เพียงพอ เป็นต้น อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่เอื้อหนุนให้ผลกระทบจากอุทกภัยมีระยะเวลายาวนานมากขึ้น คือ กลวิธานการสร้างระบบป้องกันตนเองของบุคคล/ชุมชน/เมือง ที่ดำเนินการจัดทำคันกันน้ำป้องกันตัวเอง ส่งผลให้อัตราการ

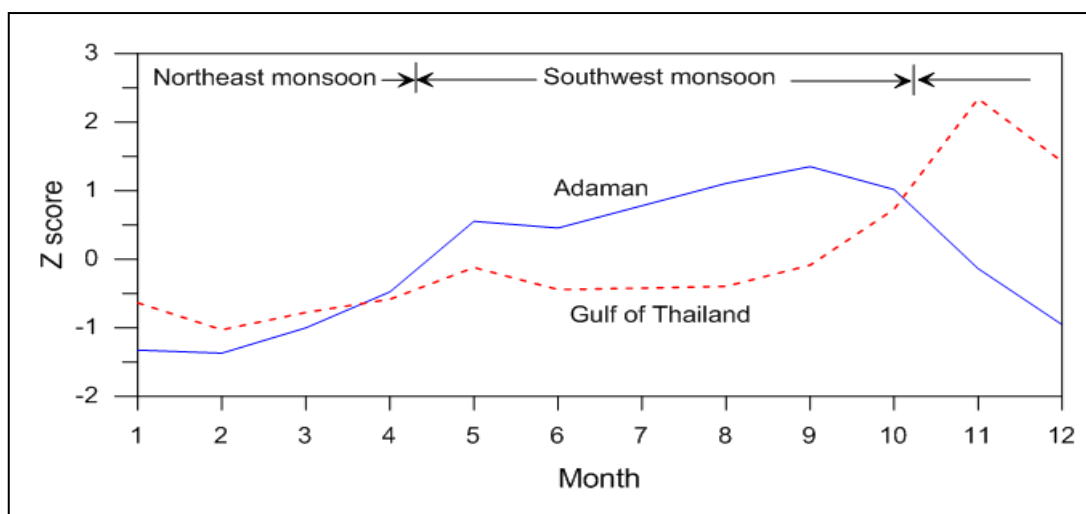
ไหลตามธรรมชาติของน้ำไหลช้าลงนับเป็นการยืดเวลาให้น้ำท่วมชงยาวนานขึ้น อีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ คือ การขยายตัวของชุมชน/เศรษฐกิจ เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นอัตราการขยายตัวของชุมชนและเศรษฐกิจย่อมสูงขึ้นตาม การปลูกสร้างสถานที่อยู่อาศัยหรือโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่น้ำท่วมซ้ำซากในอดีตย่อมมีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับผลกระทบจากอุทกภัย ในขณะที่ชุมชนและอุตสาหกรรมขยายตัว ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานก็ต้องขยายตัวตาม เช่น ถนน เพิ่มมากขึ้นก็จะเป็นการขวางเส้นทางไหลของน้ำ เป็นต้น (ทองเปลว กองจันทร์, 2555)

ปัจจุบันและต่อเนื่องในอนาคต ประเทศไทยมีการจัดการแก้ปัญหา น้ำท่วมและอุทกภัยมากมายที่ต้องทำ ในหลายยุทธศาสตร์ให้เหมาะกับสภาพปัญหาและท้องถิ่นซึ่งมีความแตกต่างกัน แต่เราไม่มีหน่วยงานระดับนโยบาย และหน่วยงานปฏิบัติเป็นเจ้าภาพรับผิดชอบเรื่องการจัดการน้ำท่วมและอุทกภัยอย่างชัดเจนเลย จึงถึงเวลาที่ผู้บริหารประเทศควรต้องวิเคราะห์ถึงองค์กรและระบบการบริหารจัดการ เพื่อความหวังให้การแก้ปัญหาต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีเอกภาพสามารถขับเคลื่อนมาตรการแก้ปัญหาตามที่กล่าวข้างต้นนั้นให้บังเกิดผลสำเร็จอย่างเป็นรูปธรรมในทุกท้องถิ่นที่มีปัญหา หากมีการขับเคลื่อนดำเนินการตามยุทธศาสตร์ และมาตรการที่กล่าวถึงอย่างเป็นระบบให้บูรณาการกันได้อย่างชัดเจนแล้ว อนาคตไม่นานเกินรอเราควรแก้ปัญหาทุกด้านให้บรรเทาเบาบางลงได้อย่างแน่นอน (ปราโมทย์ ไ้มักัด, 2555)

2.4 พื้นที่ภาคใต้และลักษณะทางสภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ภาคใต้ มีลักษณะสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างแตกต่างจากภาคอื่นๆ สืบเนื่องจากลักษณะทางภูมิประเทศที่ขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้าน และแนวเทือกเขาสูงวางตัวขนานกับคาบสมุทรซึ่งแบ่งภาคใต้ออกเป็นสองฝั่ง ด้วยปัจจัยจำเพาะทางภูมิประเทศดังกล่าว ผสมกับพลวัตรตามธรรมชาติในระดับ Meso-scale ของ Convective system ที่ปฏิสัมพันธ์กับ Gravity wave, Density current และ Local circulation ที่มีการเคลื่อนตัวในลักษณะ Diurnal propagation ในพื้นที่ชายฝั่งและพื้นที่บริเวณเทือกเขา (Teo et al., 2011) ทำให้ฤดูกาลระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีลักษณะที่แตกต่างจากอิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) และลมมรสุมฤดูหนาว (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) (รูปที่ 2.21) ในบริบทการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของฝนในคาบเวลาระหว่างปีและระยะยาวนั้น Limsakul et al. (2010) พบว่า ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน มีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญซึ่งประกอบด้วย การลดลงของปริมาณฝนรวมรายปีและความแรง รวมถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนัก ในขณะที่ สภาวะความรุนแรงของฝนบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย มีการเปลี่ยนแปลงที่ตรงกันข้าม ในลักษณะที่เพิ่มขึ้นของความแรงของฝนซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนวันฝนตก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อาจส่งผลให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในรูปแบบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สภาวะแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำในฝั่งอันดามันแต่อาจเกิดน้ำท่วมฉับพลันในฝั่งอ่าวไทย นอกจากนี้ อัสมน ลิ้มสกุล และคณะ (2553) พบว่า ปริมาณฝนสะสมและจำนวนวันฝนตกในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ของพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในอัตราเฉลี่ย 15% และ 9.8% ต่อทศวรรษ (เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1975-2009) ตามลำดับโดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ อาจเชื่อมโยงกับความแปรปรวนของภูมิอากาศในระดับภูมิภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระลอกคลื่นมวลาอากาศเย็นช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดพาจากไซบีเรียและความกด

อากาศสูงจากประเทศจีน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแง่ความรุนแรงและความถี่ของการเกิดที่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (Chen et al., 2004; D'Arrigo et al., 2005; Panagiotopoulos et al., 2005; Wang et al., 2009)



รูปที่ 2.21 ความแปรปรวนตามฤดูกาลของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่บริเวณฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ซึ่งแสดงในรูป Z score ของค่าเฉลี่ยระยะยาว (ค.ศ. 1970-2009)

2.5 ผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรของประเทศไทย

2.5.1 บริบทภาคการเกษตรและพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

ประเทศไทยมีเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149,246,428 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 43 ของพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมด รองลงมา คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

สำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร (2555) ได้รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2555 โดยสรุป พบว่า ขยายตัวประมาณร้อยละ 4.0 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาเนื่องจากการผลิตสินค้าเกษตรโดยทั่วไปกลับเข้าสู่ภาวะปกติภายหลังสถานการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในช่วงปลายปี 2554 ประกอบกับสภาพดินฟ้าอากาศที่เอื้ออำนวย แม้ว่าจะพบการระบาดของแมลงศัตรูพืชโรคระบาดในพืชในบางพื้นที่แต่สามารถควบคุมได้ดี ซึ่งสาขาพืชมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 5.5 เมื่อเทียบกับปี 2554 แม้ว่าในช่วงปีนี้จะมียุทธศาสตร์การเกษตรทั้งภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วงและอุทกภัยเกิดขึ้นในบางพื้นที่ของประเทศ แต่ไม่ได้สร้างความเสียหายกับภาคเกษตรมากนัก ผลผลิตพืชสำคัญที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนา ปรังมันสำปะหลัง ยางพาราและปาล์มน้ำมัน รวมถึงผลไม้ ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชไม่รุนแรงอยู่ในระดับที่ควบคุมได้ ประกอบกับผลผลิตพืชบางชนิดที่มีการขยายพื้นที่ปลูกในช่วงระยะหลายปีที่ผ่านมา เริ่มทยอย

ให้ผลผลิตมากขึ้น รวมทั้งการดูแลเอาใจใส่ที่ดีของเกษตรกร สำหรับผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากแรงจูงใจทางด้านราคา ทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น

ด้านราคาสินค้าพืชที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน โดยราคาข้าวเป็นไปตามมาตรการยกระดับราคาภายในประเทศ ด้านข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ในช่วงที่มีความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพิ่มขึ้นและอ้อยโรงงานเป็นไปตามความต้องการและราคาในตลาดโลก สำหรับยางพารา ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง สับปะรดและผลไม้ มีราคาลดลง โดยราคายางพารา ปาล์มน้ำมัน สับปะรด ลดลงตามวิกฤติเศรษฐกิจโลก ราคามันสำปะหลัง ลดลงจากการที่โครงการรับจำนำสามารถเปิดจุดรับจำนำได้น้อยทำให้เกษตรกรต้องจำหน่ายมันสำปะหลังนอกโครงการ โดยผู้ประกอบการรับซื้อมันสำปะหลังในราคาที่ต่ำ ส่วนไม้ผลส่วนใหญ่ราคา ลดลงจากผลผลิตที่ออกสูงตลาดมาก

ด้านการส่งออกสินค้าที่มีปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้น ได้แก่ มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์น้ำตาลและผลิตภัณฑ์และผลไม้ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของตลาดต่างประเทศที่ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ น้ำมันปาล์มและสับปะรดกระป๋อง มีปริมาณและมูลค่าการส่งออกลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา โดยข้าวมีความต้องการจากต่างประเทศลดลง เนื่องจากผู้นำเข้าหันไปนำเข้าข้าวจากเวียดนามและอินเดียที่ราคาถูกกว่าไทย ขณะที่ น้ำมันปาล์ม มีสาเหตุจากราคาในตลาดโลกต่ำกว่าราคาในประเทศไม่จูงใจให้มีการส่งออกและยางพารา มูลค่าการส่งออกลดลงจากราคาส่งออกที่ตกต่ำเพราะปัญหาเศรษฐกิจโลก

พืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ผลไม้ พืชผักและไม้ดอก ซึ่งการทบทวนเอกสารในหัวข้อ 2.5.1 นี้ จะนำเสนอข้อมูลเชิงสถิติจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติที่ปรับปรุงข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุด ณ มกราคม 2556 ประกอบด้วยข้อมูลเนื้อที่ ผลิตผล ผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ในช่วงระหว่างปี 2546-2556 จำแนกออกเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก 6 ประเภท (ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน และยางพารา) ไม้ผล 3 ประเภท (ทุเรียน ลองกอง และมังคุด) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ข้าวรวม (นาปีและนาปรัง) จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า ในปี 2554 ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ 38,091 ล้านตัน จัดเป็นลำดับที่ 6 ของโลก รองลงมาจากประเทศจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม ตามลำดับ ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวในประเทศไทย มีประมาณ 79,754 ล้านไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 75,754 ล้านไร่ สร้างผลผลิตข้าว 36,854 ล้านตัน คิดเป็น 490 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายโดยเฉลี่ยต่อตันที่ 12,398 บาท สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 456,920 ล้านบาท ซึ่งเป็นสถิติสูงสุดในรอบ 10 ปี ตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.22 แสดงข้าวรวม (นาปี และนาปรัง) เนื้อที่เพาะปลูก ผลิตผล และผลผลิตต่อไร่

ตารางที่ 2.3 เนื้อที่ ผลิต และมูลค่าของข้าวรวม ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/ตัน) Farm price (Baht per ton)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
(r) 2546	66,404	63,524	29,823	469	5,569	166,084
(r) 2547	66,565	62,455	28,873	462	6,653	192,092
(r) 2548	67,677	63,906	30,649	480	6,922	212,152
(r) 2549	67,616	63,532	29,994	472	6,832	204,919
(r) 2550	70,187	66,681	32,482	487	11,271	366,105
(r) 2551	69,825	66,772	32,020	480	9,689	310,242
(r) 2552	72,720	69,626	32,396	465	9,973	323,085
(r) 2553	80,676	75,747	36,004	475	10,810	389,203
(p) 2554	83,329	74,652	38,091	510	11,841	451,036
(f) 2555	79,754	75,266	36,854	490	12,398	456,920

* r= ตัวเลขแก้ไขใหม่ * f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.22 ข้าวรวม (นาปี และนาปรัง) เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

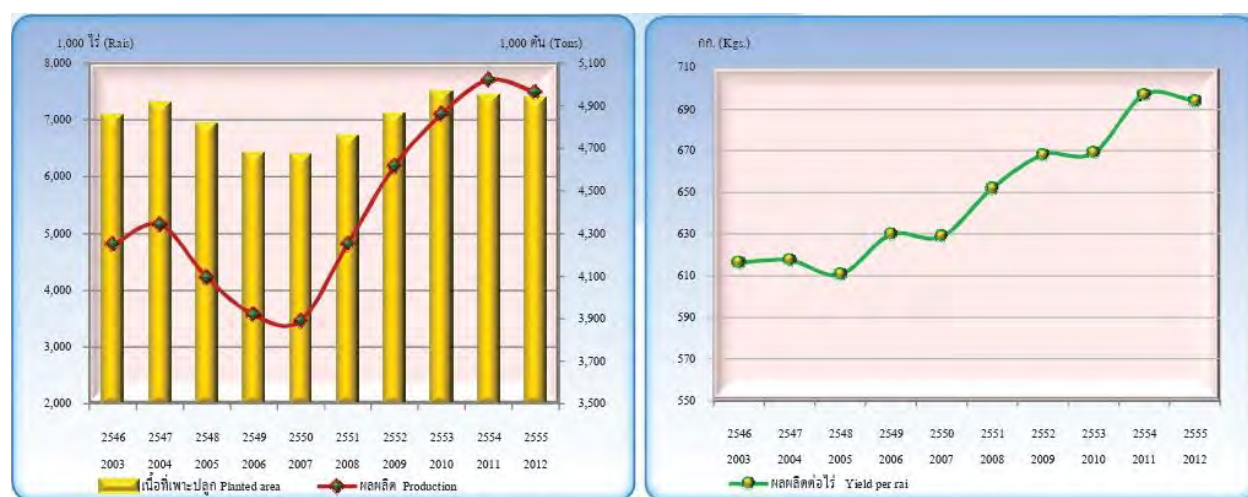
(2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทยมีประมาณ 7,367 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 7,156 ล้านไร่ สร้างผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4,956,000 ตัน คิดเป็น 694 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 9.14 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 46,717 ล้านบาท (ตารางที่ 2.4 และรูปที่ 2.23)

ตารางที่ 2.4 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	7,067	6,895	4,249	616	4.43	18,823
2547	7,272	7,032	4,341	617	4.59	19,927
2548	6,906	6,704	4,094	611	4.78	19,569
2549	6,405	6,223	3,918	630	5.45	21,355
2550	6,364	6,187	3,890	629	6.89	26,804
2551	6,692	6,518	4,249	652	7.01	29,788
2552	7,099	6,905	4,616	668	5.43	25,065
2553	7,481	7,268	4,861	669	8.13	39,518
(p) 2554	7,416	7,207	5,022	697	7.63	38,318
(f) 2555	7,367	7,156	4,965	694	9.41	46,717

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.23 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2546-2555

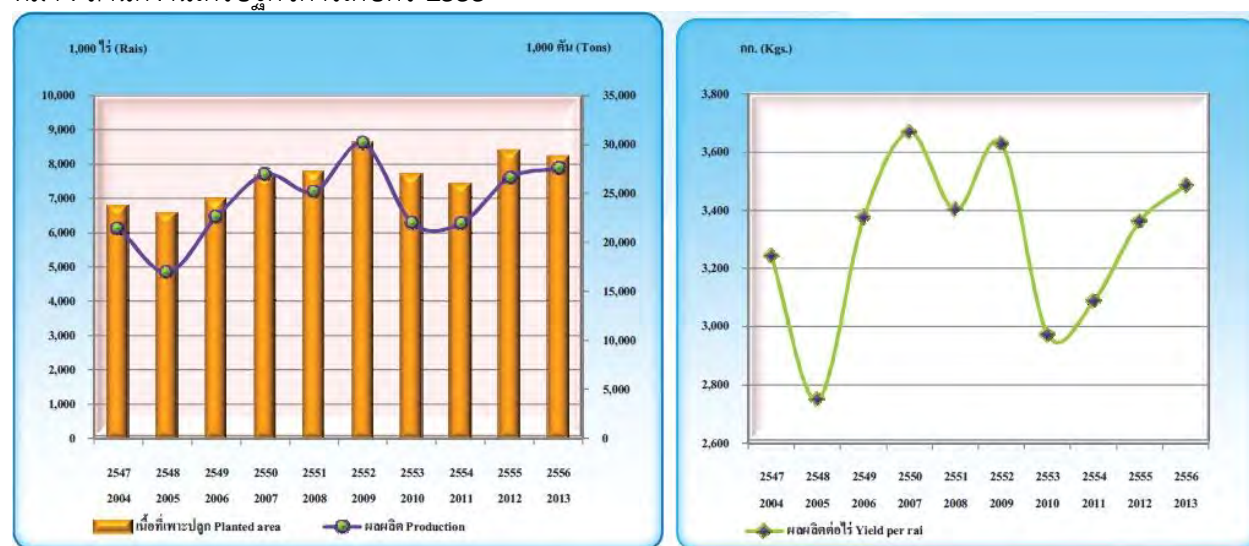
(3) มันสำปะหลังโรงงาน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 9,254 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 8,601 ล้านไร่ สร้างผลผลิต 29,410,000 ตัน คิดเป็น 3,419 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 2.09 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 61,467 ล้านบาท (ตารางที่ 2.5 และรูปที่ 2.24)

ตารางที่ 2.5 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของมันสำปะหลังโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2547	6,757	6,608	21,440	3,244	0.80	17,152
2548	6,524	6,162	16,938	2,749	1.33	22,528
2549	6,933	6,693	22,584	3,375	1.29	29,134
2550	7,623	7,339	26,916	3,668	1.18	31,760
2551	7,750	7,397	25,156	3,401	1.93	48,551
2552	8,584	8,292	30,088	3,629	1.19	35,805
2553	7,669	7,405	22,006	2,972	1.84	40,491
2554	7,400	7,096	21,912	3,088	2.68	58,725
(p) 2555	9,254	8,601	29,410	3,419	2.09	61,467
(f) 2556	8,777	8,437	27,135	3,216	2.11	57,255

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน * p= ตัวเลขเบื้องต้น

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.24 มันสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(4) อ้อยโรงงาน ในปี 2555 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 8,013 ล้านไร่ สร้างผลผลิตอ้อยโรงงาน 98,400 ล้านตัน คิดเป็น 12,280 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 954 บาทต่อตัน สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 93,874 ล้านบาท (ตารางที่ 2.6 และรูปที่ 2.25)

ตารางที่ 2.6 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของอ้อยโรงงาน ในช่วงระหว่างปี 2547-2556

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/ตัน) Farm price (Baht per ton)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคา ที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2547	7,012	64,996	9,269	368	23,918
2548	6,670	49,586	7,434	520	25,785
2549	6,033	47,658	7,899	688	32,789
2550	6,314	64,365	10,194	683	43,962
2551	6,588	73,502	11,157	577	42,410
2552	6,023	66,816	11,094	700	46,772
2553	6,310	68,808	10,905	861	59,244
2554	7,870	95,950	12,192	908	87,123
2555	8,013	98,400	12,280	954	93,874
(f) 2556	8,093	99,597	12,307	910	90,633

* f= ตัวเลขจากการคาดคะเน

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.25 มั่นสำปะหลังโรงงาน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2547-2556

(5) ปาล์มน้ำมัน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 4,316 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 3,983 ล้านไร่ สร้างผลผลิตปาล์มน้ำมัน 11,327 ล้านตัน คิดเป็น 2,844 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 4.91 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 55,614 ล้านบาท (ตารางที่ 2.7 และรูปที่ 2.26)

ตารางที่ 2.7 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของปาล์มน้ำมัน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่ให้ผล (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	2,057	1,799	4,903	2,725	2.34	11,472
2547	2,405	1,932	5,182	2,682	3.11	16,115
2548	2,748	2,026	5,003	2,469	2.76	13,807
2549	2,957	2,374	6,715	2,828	2.39	16,049
2550	3,200	2,663	6,390	2,399	4.07	26,007
2551	3,676	2,885	9,271	3,214	4.23	39,214
2552	3,890	3,188	8,163	2,561	3.64	29,712
2553	4,077	3,552	8,223	2,315	4.26	35,031
2554	4,176	3,747	10,777	2,876	5.34	57,549
(p) 2555	4,316	3,983	11,327	2,844	4.91	55,614

* p= ตัวเลขเบื้องต้น

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.26 ปาล์มน้ำมัน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(6) ยางพารา ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 19,273 ล้านไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 13,807 ล้านไร่ สร้างผลผลิตยางพารา 3,625 ล้านตัน คิดเป็น 263 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 87.15 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 315,944 ล้านบาท (ตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.27)

ตารางที่ 2.8 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของยางพารา ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (1,000 ไร่) Planted area (1,000 rais)	เนื้อที่กรีดยางได้ (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)	ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	12,619	10,004	2,860	286	37.76	107,994
2547	12,954	10,350	3,007	291	44.13	132,699
2548	13,609	10,569	2,980	282	53.57	159,639
2549	14,355	10,893	3,071	282	66.24	203,423
2550	15,362	11,043	3,022	274	68.90	208,216
2551	16,717	11,372	3,167	278	73.66	233,281
2552	17,254	11,600	3,090	266	58.47	180,689
2553	18,095	12,058	3,052	253	103.00	314,333
2554	18,761	12,766	3,349	262	124.00	415,263
(p) 2555	19,273	13,807	3,625	263	87.15	315,944

* p= ตัวเลขเบื้องต้น

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



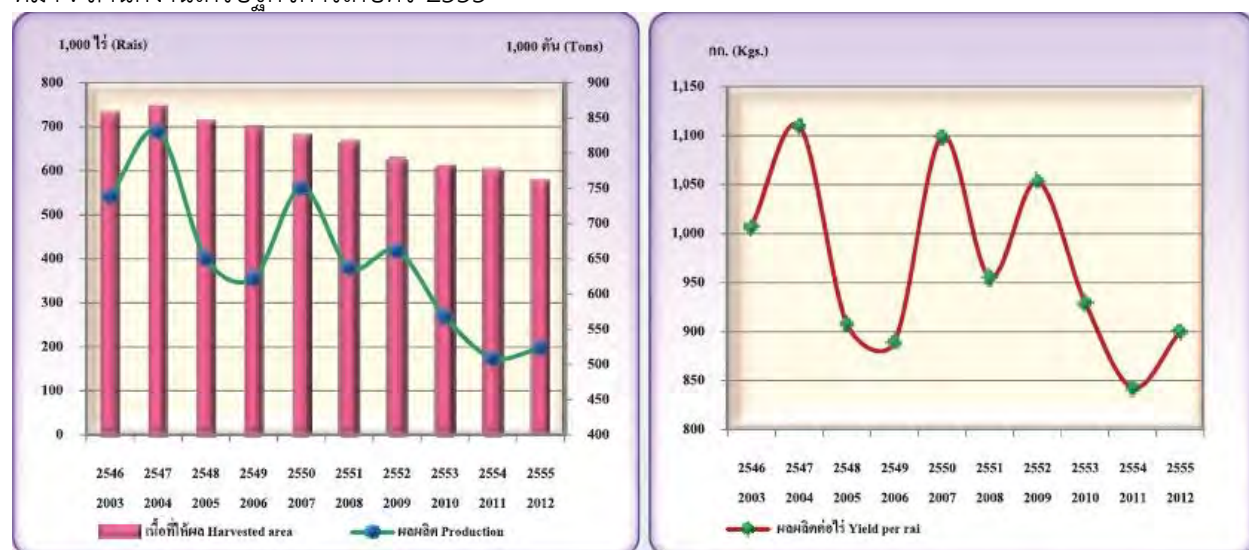
รูปที่ 2.27 ยางพารา เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(7) ทูเรียน ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 637,737 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 581,554 ไร่ สร้างผลผลิตทูเรียน 527,327 ตัน คิดเป็น 907 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 31.06 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 16,379 ล้านบาท (ตารางที่ 2.9 และรูปที่ 2.28)

ตารางที่ 2.9 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของทูเรียน ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่ เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	855,535	733,685	738,801	1,007	18.25	13,483
2547	873,643	748,824	831,182	1,110	16.31	13,557
2548	832,483	716,809	650,960	908	16.29	10,604
2549	815,302	700,357	622,934	889	18.97	11,817
2550	771,345	683,044	750,683	1,099	16.75	12,574
2551	725,955	667,437	637,790	956	20.93	13,349
2552	680,927	628,244	661,665	1,053	21.52	14,239
2553	662,070	611,206	568,067	929	25.36	14,406
2554	659,042	604,417	509,381	843	27.76	14,140
2555	637,737	581,554	527,327	907	31.06	16,379

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



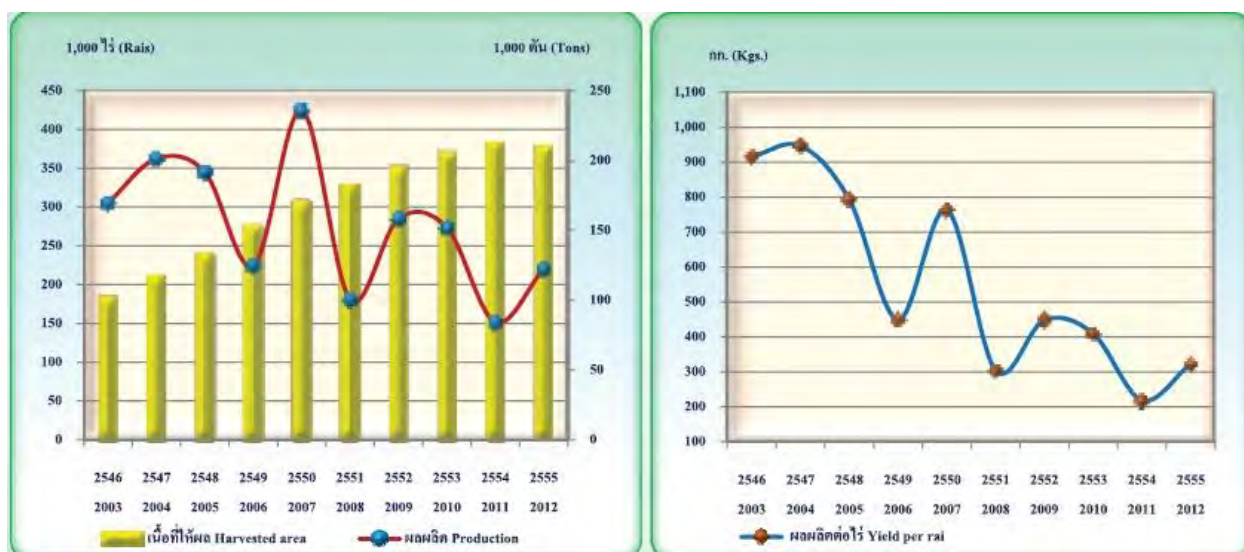
รูปที่ 2.28 ทูเรียน เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(8) ลองกอง ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทยมีประมาณ 435,073 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 379,405 ไร่ สร้างผลผลิตลองกอง 123,663 ตัน คิดเป็น 326 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 21.75 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 2,690 ล้านบาท (ตารางที่ 2.10 และรูปที่ 2.29)

ตารางที่ 2.10 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของลองกอง ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคา ที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	357,605	185,236	169,611	916	32.23	5,467
2547	392,546	212,747	201,450	947	25.47	5,131
2548	422,050	241,667	191,598	793	25.24	4,836
2549	446,802	277,606	124,678	449	29.26	3,648
2550	461,852	309,046	236,072	764	21.57	5,092
2551	461,043	331,216	100,583	304	26.22	2,637
2552	462,974	353,239	158,343	448	18.77	2,972
2553	461,224	371,220	151,806	409	20.76	3,151
2554	462,446	391,682	87,294	223	24.64	2,151
2555	435,073	379,405	123,663	326	21.75	2,690

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



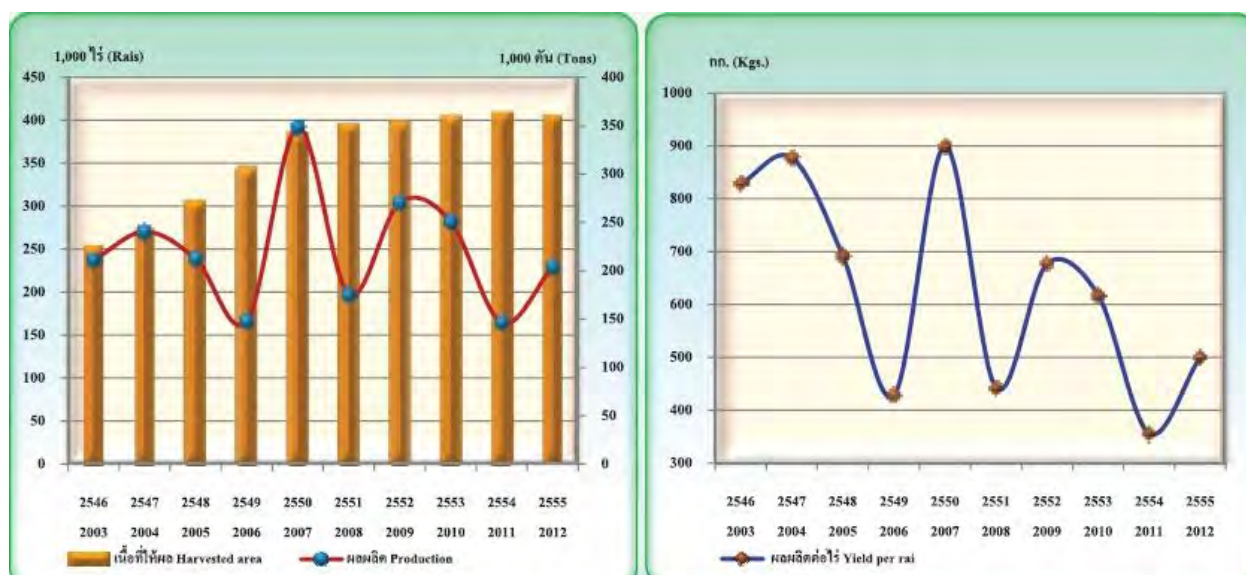
รูปที่ 2.29 ลองกอง เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

(9) มังคุด ในปี 2555 เนื้อที่เพาะปลูกในประเทศไทย มีประมาณ 460,396 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 406,532 ไร่ สร้างผลผลิตมังคุด 219,072 ตัน คิดเป็น 539 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขาย 17.04 บาทต่อกิโลกรัม สร้างมูลค่าของผลผลิตตามที่เกษตรกรขายได้ 3,733 ล้านบาท (ตารางที่ 2.11 และรูปที่ 2.30)

ตารางที่ 2.11 เนื้อที่ ผลผลิต และมูลค่าของมังคุด ในช่วงระหว่างปี 2546-2555

ปี	เนื้อที่ย่นต้น (ไร่) Planted area (Rais)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่) Harvested area (Rais)	ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)	ราคา ที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.) Farm price (Baht per kg.)	มูลค่าของ ผลผลิต ตามราคา ที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท) Farm value (Million baht)
2546	432,896	254,525	210,989	829	18.53	3,910
2547	451,232	273,730	240,249	878	14.12	3,392
2548	464,528	306,725	212,129	692	11.46	2,431
2549	480,718	344,635	147,709	429	19.47	2,876
2550	492,294	387,292	348,181	899	9.84	3,426
2551	489,767	396,325	175,274	442	12.19	2,137
2552	487,405	399,438	270,554	677	9.81	2,654
2553	482,625	405,622	250,508	618	13.00	3,257
2554	481,564	410,266	146,315	357	25.01	3,659
2555	460,396	406,532	219,072	539	17.04	3,733

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2555



รูปที่ 2.30 มังคุด เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2546-2555

2.5.2 งานวิจัยภาคการเกษตรและพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

(1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อข้าว

พวงผกา แก้วกลม และคณะ (2552) พบว่าข้าวเป็นพืชประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนพืชทางการเกษตรอื่นๆ ที่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต ข้าวต้องการช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต หมายถึง หากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะมีผลกระทบต่อสรีระวิทยาของข้าว และอาจจะทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ (Downton and Slatyer, 1972) อุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้น มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของข้าวตามหลักการ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ รูปแบบอุณหภูมิที่สูงขึ้นร่วมกับปริมาณความชื้นที่สูง มีผลทำให้รวงข้าวเป็นหมันและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว รูปแบบที่สองนั้นก็คือ อุณหภูมิช่วงกลางคืนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้การดูดซึม (Assimilated accumulation) ในกระบวนการทางชีววิทยาลดลง (Wassmann, 2009)

รูปแบบการตอบสนองของข้าวในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตนั้น มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับช่วงความทนทานต่ออุณหภูมิ (Temperature tolerance) ของข้าวในแต่ละระยะ ซึ่งช่วงของความทนทานต่ออุณหภูมิในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต อาจจะไม่มีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ ในช่วงแรกของการเติบโตนั้น จะไม่มีความสัมพันธ์ต่อความทนทานในช่วงระยะข้าวออกดอกในสายพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง (High-yielding rice variety) (Goto et al., 2008) ทั้งนี้ มีผลการวิจัยยืนยันว่า ความร้อนของอากาศในระยะการพัฒนาลำต้น (Vegetative stage) ไม่มีผลต่อข้าวในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) (Porter and Semenov, 2005)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่า พืชแต่ละชนิดจะมีความอ่อนไหวต่อการเปิดรับต่อปัจจัยทางภูมิอากาศต่างๆ ขึ้นอยู่กับกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืชนั้น ซึ่งจะทำให้พืชแต่ละชนิด มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะที่แตกต่างกัน (โดยพบว่าปัจจัยเปิดรับทางภูมิอากาศในภาคการเกษตรประกอบด้วย วันเริ่มต้นฤดูฝน อุณหภูมิสูงสุด-อุณหภูมิต่ำสุดรายวันและพายุหลงฤดู เป็นต้น ในรายงานยังได้ระบุว่า ข้าวบางสายพันธุ์ มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยทำให้ข้าวอายุสั้นลงและส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง รวมทั้งอาจจะมีผลต่อการระบาดของแมลงและโรคของข้าว (Pinnschmidt et al., 1995; Savary et al., 2005) การขาดน้ำทำให้การผสมเกสรลดลงและลดผลผลิตข้าวได้ (Ekanayake et al., 1989)

ข้าวนาปีที่มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ในอนาคตถึงอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้นแต่ข้าวส่วนใหญ่ก็ยังสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ ปริมาณน้ำฝนรายปีที่จะเพิ่มขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและลดลงในพื้นที่ภาคกลางอาจส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวบ้าง แต่ปัจจัยที่สำคัญ คือ การเริ่มต้นของฤดูฝน หากการแปรปรวนของภูมิอากาศทำให้ฝนมาล่าช้าจะทำให้เกษตรกรไม่สามารถเตรียมแปลงกล้าได้ ความแปรปรวนของภูมิอากาศและพายุที่อาจจะมีมากขึ้นอาจจะทำให้มีภาวะน้ำท่วมที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ รวมทั้งพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ก็ยังคงมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิตข้าว (Clermont-Dauphin et al., 2010)

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรังมีมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งสรุปว่า ผลผลิตมีแนวโน้มลดลงบ้างจากระดับของปีฐาน แต่อาจจะไม่มากนัก (Horie et al., 1995; Matthews et al., 1997; Knox et al., 2000; Masutomi et al., 2009; อรรถชัย จินตะเวช และคิม ซี เหงียน, 2545; เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

(2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อข้าวโพด

ภิรมย์ อ่อนแสง (2523) ได้ทำการศึกษาภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด ในพื้นที่ 5 จังหวัด (นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี และนครราชสีมา) โดยรวบรวมข้อมูลสถิติของปริมาณฝนรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และผลผลิตข้าวโพดของเขตปลูกข้าวโพดเป็นระยะเวลา 11 ปี (2511-2521) โดยทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดฝนทั้งช่วงและอุณหภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับลักษณะฝนและอุณหภูมิ โอกาสที่จะเกิดการย้อนกลับของปริมาณฝนและอุณหภูมิ และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวโพด ลักษณะฝนและอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดฝนทั้งช่วงมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม รองลงไปคือเดือนมิถุนายน และจะลดลงในเดือนถัดไปจนกระทั่งมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน นอกจากนี้ ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ระดับต่ำระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับปริมาณฝน จำนวนวันฝนตก ร้อยละของวันที่ฝนทั้งช่วง และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ในช่วงเวลาต่างๆ กัน แต่ก็แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวโพดกับลักษณะฝนและอุณหภูมิในเดือนกรกฎาคมมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลาอื่น

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนจะเปิดรับกับความไม่แน่นอนของวันเริ่มต้นของฤดูฝน ทำให้การเริ่มต้นของฤดูปลูกไม่แน่นอน ความแปรปรวนของฝนในฤดูกาลผลิต อาจจะทำให้ข้าวโพดเสี่ยงต่อการระบาดของแมลงและโรคข้าวโพดอีกด้วย อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ (2552) รายงานว่าผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคตอาจจะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

(3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อมันสำปะหลัง

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่าการศึกษการผลิตมันสำปะหลังเป็นระยะเวลายาว ทำให้ความเข้าใจด้านการตอบสนองต่อภูมิอากาศที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพอสมควร (Wongwiwatchai et al., 2002) การใช้แบบจำลองทำให้ทราบว่ามันสำปะหลังปลูกในพื้นที่ตอนของพื้นที่ผลิตหลักในประเทศ มีการเปิดรับต่อปริมาณน้ำฝนที่อาจเพิ่มขึ้น ทำให้หัวมันสำปะหลังมีโอกาสเน่าเสียได้ง่ายขึ้นส่งผลให้ผลผลิตลดลง (เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร และคณะ, 2552)

อุณหภูมิและความชื้นในอากาศและดินที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต อาจจะทำให้ศัตรูของมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้แก่ เพลี้ยแป้ง แมลงหริั่วขาว ไรแดง ปลวกและแมลงหนูหลวง (Bellotti and van Schoonhoven, 1978; Srinives, 1995) แต่ยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้โดยตรง

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่ออ้อย

ปรีชา กาเพ็ชร และเกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร (2555) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตพืช เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิ และส่งผลกระทบทางอ้อมต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน อ้อยซึ่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และมีพื้นที่ปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงได้ทำการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตอ้อยในพื้นที่ จากปี 2553-2592 ใช้ข้อมูลภูมิอากาศรายวันในอนาคตจากแบบจำลอง

ภูมิอากาศโลก ECHAM (European Center for Medium Range Weather Forecast/Hamburg for Climate Simulation) และประเมินภูมิอากาศในระดับภูมิภาคโดยแบบจำลอง PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ของการประเมิน 20x20 กิโลเมตร เป็นตัวป้อนของแบบจำลอง อ้อยในโปรแกรม DSSAT (Decision Support System for Agro technology Transfer) ผลการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อการผลิตอ้อยในระยะยาวเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของผลผลิตมีความแปรปรวนสูงทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ความแปรปรวนเชิงพื้นที่เกิดขึ้นจากความหลากหลายของชุดดินและสภาพภูมิอากาศ ขณะที่ความแปรปรวนเชิงเวลา เกิดจากความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน แนวทางการลดความแปรปรวนของผลผลิตอ้อย ทำได้โดยการพัฒนาระบบการให้น้ำให้เพียงพอตลอดฤดูปลูก การคัดเลือกหาพันธุ์ทนแล้งหรือมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง

วิภากร ฉิมณรงค์ (2552) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศกับผลผลิตอ้อยกรณีศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว โดยวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความยาวนานแสงแดด ความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างปี 2501-2551 พร้อมทั้ง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิอากาศและผลผลิตอ้อย จากพื้นที่แปลงปลูกอ้อยที่ทำสัญญากับโรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว ขนาดพื้นที่ 2,600 ไร่ โดยเป็นผลผลิตจากการประเมินผลผลิตอ้อยสำหรับปีการผลิต 2547/48 และ 2550/51 จำนวน 277 แปลง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) และสหสัมพันธ์ (Correlation Kendall-tau) รวมถึงคาดการณ์ผลผลิตอ้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จากการศึกษาพบว่า ระหว่างปี 2501-2551 อุณหภูมิเฉลี่ย ($P < 0.01$) อุณหภูมิสูงสุด ($P < 0.05$) อุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.01$) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความยาวนานแสง ($P < 0.01$) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิอากาศกับผลผลิตอ้อยพบว่า ปริมาณน้ำฝน ($P < 0.01$) จำนวนวันที่ฝนตก ความยาวนานแสง ($P < 0.01$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($P < 0.01$) อุณหภูมิเฉลี่ย ($P < 0.01$) อุณหภูมิสูงสุด ($P < 0.01$) และอุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.01$) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับข้อมูลผลผลิตอ้อยสำหรับพันธุ์ K 84-200 และจำนวนฝนที่ตก ($P < 0.01$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($P < 0.01$) และอุณหภูมิต่ำสุด ($P < 0.05$) มีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยในพันธุ์ K 88-92 จากการคาดการณ์ผลผลิตด้วยโครงข่ายประสาทเทียมด้วย Activation function transfer: Sigmoid, hidden nodes 15 และ learning rate 10,000 มีค่าความคลาดเคลื่อนของผลผลิตต่ำที่สุด (18.24%) ได้ผลผลิตรวมทุกประเภทอ้อย 2.86 ล้านตัน และหากอุณหภูมิลดลง 1°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 12.69% แต่หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง 11.67% ในขณะที่อุณหภูมิลดลง 3.5°C ในรอบ 100 ปี จะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 43.58% และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 3.5°C ในรอบ 100 ปี ผลผลิตอ้อยจะลดลง 12.29%

นอกจากนี้ รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานว่า อ้อยโรงงานที่ปลูกข้ามแล้ง จะเปิดรับกับช่วงหน้าแล้งที่ยาวนานขึ้นกว่าอดีต อ้อยอาจจะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำและทำให้ประชากรความหนาแน่นของอ้อยต่อพื้นที่ลดลงและส่งผลกระทบต่อผลผลิตลดลงด้วย ทั้งนี้ ในฤดูฝนซึ่งคาดว่าจะมีปริมาณฝนมากขึ้น อาจจะทำให้อ้อยเปิดรับต่อภาวะน้ำท่วมขัง ทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโตและพัฒนาการได้ (Jintrawet et al., 2000; Jintrawet and Pramanee, 2005) นอกจากนี้ ศัตรูของ

อ้อย เช่น หนอนกอ ตัวงหนวดยาว และปลวกก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน (Long and Hensley, 1972)

(5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมัน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันมีไม่มาก จากการสืบค้นพบข้อมูลเบื้องต้นจากรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 เล่ม 2 ประเด็นด้านความเสี่ยงของพืชเศรษฐกิจต่อปัจจัยทางภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคตได้รายงานผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมัน พบว่า ผลผลิตในอนาคตอาจจะมีแนวโน้มคงที่จากระดับของปีฐาน (ปี ค.ศ.2000-2009)

(6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อผลไม้ (ทุเรียน ลองกอง มังคุด)

ทุเรียน

ศิริพร วรกุลดำรงชัย (2555) ได้ทำการศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี 50 คนและการสนทนากลุ่มในผู้นำเกษตรกร 7 คนและผู้ทรงคุณวุฒิ 2 คน ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต ปัจจุบันและอนาคตของจังหวัดจันทบุรีรวม 70 ปี (1980S-2040S) ผลการศึกษา พบว่าในทศวรรษที่ผ่านมา (2000s) ชนิดของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ วาตภัย ภัยแล้งและน้ำท่วม เกิดขึ้นทุกปีแต่มีความรุนแรงเป็นบางปีเฉพาะในบางพื้นที่ และมีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนส่วนปัจจัยของสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนที่ไม่เหมาะสมในช่วงวิกฤตในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาการของทุเรียน ก็ส่งผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในขั้นตอนการชักน้ำ การออกดอก การติดผล การพัฒนาการของผลการเก็บเกี่ยวและคุณภาพของผลผลิตสำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 3 ทศวรรษหน้า (2020s-2040s) เมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษนี้ (2010s) พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนรวมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.54°C , 0.57°C , 37.61 mm . ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและจำนวนวันที่ฝนตก มีแนวโน้มลดลงเท่ากับร้อยละ 0.14 และ 1.3 วันตามลำดับ ย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในด้านปริมาณและคุณภาพผลผลิตรวมทั้งการระบาดของโรครากเน่าและโคนเน่าที่จะมีเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน

มังคุดและลองกอง

จักรพงศ์ จิระแพทย์ (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาในรอบปีและการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบของมังคุดและลองกองที่จังหวัดนราธิวาส โดยการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟีนอลในใบรอบปีกับปริมาณคาร์โบไฮเดรต ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบไม้ผล 2 ชนิด คือ มังคุดและลองกอง ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ระหว่างเดือนตุลาคม 2550-กันยายน 2551 โดยเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตในรอบปีและวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัสและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ พบว่า พื้นที่ทดลองมีปริมาณน้ำฝนสะสมเท่ากับ 2,463.9 มิลลิเมตร การคายระเหยน้ำสะสมเท่ากับ 1,780 มิลลิเมตรและอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.7 องศาเซลเซียส โดยฟีนอลในใบรอบปี 2551 พบว่า มังคุดมีการแตกใบอ่อน 1 ครั้งช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ออกดอกช่วงมกราคม-กุมภาพันธ์และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนกรกฎาคม ส่วนลองกองมีการแตกใบอ่อน 2 ครั้ง คือ ตุลาคม-พฤศจิกายน 2550 และกันยายน- ตุลาคม 2551 ออกดอกในช่วงมีนาคม-เมษายนและเก็บเกี่ยวผลผลิต

ประมาณกลางเดือนมิถุนายน เมื่อศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในโตรเจนและฟอสฟอรัส พบว่า มังคุดมีปริมาณไนโตรเจนในใบค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต ขณะที่ ลองกองมีปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะแรกแล้วลดลงต่ำสุดช่วงเดือนมกราคมก่อนจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะแตกตาดอกเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตและอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนที่พบในไม้ผลทั้ง 2 ชนิด มีค่าเพิ่มขึ้นในระยะแรกจนกระทั่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดในช่วงการพัฒนาผลของมังคุด และระยะการแตกตาดอกของลองกองก่อน จะลดลงในช่วงปลายฤดูกาล ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส พบว่า ทุกช่วงของการเจริญเติบโตจะมีการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปตลอดฤดูกาล

ลองกอง

พรอมา อุไรพันธ์ (2552) ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อซีพลักซ์ของลองกองในจังหวัดสงขลา โดยใช้สวนลองกอง 6 สวน คือ สวนที่อำเภอนาหม่อม จำนวน 3 สวน และ สวนที่อำเภอรัตภูมิ จำนวน 3 สวน ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางสารเคมีและกายภาพของดินที่ใช้ปลูกลองกอง สรีระวิทยา การออกดอก และคุณภาพผลผลิต ในช่วงเดือนมีนาคม 2551-เมษายน 2552 จากการศึกษา พบว่า สวนลองกองทั้ง 6 สวน ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และในการประเมินความสมดุลของน้ำจากการคายระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนรายเดือน พบว่า บริเวณพื้นที่อำเภอนาหม่อมช่วงแล้งในเดือนกุมภาพันธ์ 2551 แสดงให้เห็นการขาดน้ำอย่างชัดเจน ซึ่งกระตุ้นให้ลองกองทั้ง 3 สวนในอำเภอนาหม่อมออกดอก และเก็บผลได้ช่วงปลายเดือนกรกฎาคม - กันยายน 2551 แต่ที่อำเภอรัตภูมิฝนตกในช่วงฤดูร้อน ทำให้เกิดสภาวะให้ผลเว้นปี (alternate bearing) เดือนกันยายน 2551 มีการทิ้งช่วงของฝน ซึ่งกระตุ้นให้ลองกองมีการออกดอกนอกฤดูกาล และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2552 โดยมีการพัฒนาของตาดอก 4 สัปดาห์ และการพัฒนาของผลหลังดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยว 13-15 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการกระจายตัวของฝนที่แตกต่างกัน น่าจะมีผลทำให้ลองกองมีการออกดอกในฤดูกาลและนอกฤดูกาลในจังหวัดสงขลา ซึ่งคุณภาพผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกันระหว่างผลผลิตในฤดูกาลและนอกฤดูกาล แต่ทั้งนี้ คุณภาพผลผลิตทั้งสองฤดูยังเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั้งลักษณะภายนอก และรสชาติจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น อาจเป็นผลดีในอนาคตในการกำหนดเขตพื้นที่สำหรับการผลิตลองกองในฤดูกาลและนอกฤดูกาล เพื่อแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดราคาผลผลิตตกต่ำให้แก่เกษตรกรอีกทางเลือกหนึ่ง

มังคุด

ยุวดี มานะเกษม (2538) ได้ทำการศึกษาช่วงและระยะเวลาการเกิดใบ การเจริญเติบโตของใบ การออกดอก และติดผล (phonological cycle) ของมังคุด พร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนแปลงเป็นปลายยอดหรือยอดอ่อน (apices) โดยการลอก (dissecting) ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ พบว่า การที่จะบังคับให้มังคุดออกดอกเร็วขึ้นด้วยสารเคมีหรือปัจจัยอื่นๆ ควรทำเมื่อใบมังคุดชุดที่ 2 เป็นใบเพสาด คือ ระหว่างกลางถึงปลายเดือนกันยายน ทั้งนี้ สำหรับมังคุดที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีหรือบริเวณใกล้เคียง การชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดโดยอิทธิพลสภาพแวดล้อมหรือภูมิอากาศจะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคม เมื่ออุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน (เฉลี่ย 14 วัน) เท่ากับ 21°C และเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลงหรือเพิ่มขึ้นทุกๆ 1°C จาก 21°C จะทำให้เปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดการออกดอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10.5 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงของปลายยอดจากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเป็นไปทางดอกและผล เริ่มจากการที่ปลายยอดนั้นเป็น 4 ส่วน แล้วเปลี่ยนเป็น

กลมขุนประคบเข้าหากัน จากนั้นจะเป็นการพัฒนาของส่วนประกอบของดอก เช่น รังไข่ กลีบเลี้ยง และกลีบดอก จนกลายเป็นดอกที่สมบูรณ์ มังคุดก็จะออกดอกและติดผลต่อไป

อรอนงค์ บุญคล่อง (2548) ได้ตรวจสอบปัจจัยด้านภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (จำนวนวันที่ฝนตก จำนวนวันที่ฝนแล้ง อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด) ที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปลูกมังคุดทั้งสามพื้นที่ในประเทศไทย คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกมีจำนวนวันที่ฝนตกลดลง และจำนวนวันที่ฝนแล้งเพิ่มมากขึ้นในช่วงที่ติดต่อกันมากกว่า 20 ปี แต่ในช่วงเวลานี้ ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันที่ฝนตกและจำนวนวันที่ฝนแล้งกับพื้นที่ภาคใต้และพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและในช่วงเวลานี้ไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของทั้งสามพื้นที่ นอกจากอุณหภูมิต่ำสุดในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การออกดอกของมังคุดในพื้นที่ภาคใต้มีแนวโน้มที่จะออกดอกนอกฤดูกาล ซึ่งทำให้มีช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดเป็น 2 ช่วงคือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม และช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดพื้นที่ภาคใต้สั้นกว่าพื้นที่ภาคตะวันออก และอีกประเด็นหนึ่งจะเห็นว่าพื้นที่ในภาคตะวันออก มีฤดูกาลออกดอกมังคุดและฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตมังคุดเพียง 1 ครั้ง คือ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปริมาณผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคใต้ ไม่แตกต่างไปจากปริมาณผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคตะวันออก ความลึกของชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่ภาคใต้น้อยกว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่าปริมาณน้ำพร้อมใช้ในชั้นดินลดลงและคงสภาพต่ำในช่วงก่อนออกดอกมังคุดทั้งในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก บางปีการออกดอกมังคุดในพื้นที่ภาคใต้มี 2 ครั้ง เมื่อมีช่วงแล้งก่อนฤดูกาลออกดอกยาวนานเพียงพอ และผลผลิตมังคุดในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงสอดคล้องกับระยะเวลาการทิ้งช่วงแล้งก่อนออกดอกของมังคุด

สายัณห์ สดุดี (2550) ได้ทำการศึกษา ผลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยา และการพัฒนาการในรอบปีของมังคุดโดยใช้ต้นมังคุดที่ศึกษาจาก 4 สวนในอำเภอหาดใหญ่จังหวัดสงขลาโดยมีการศึกษาช่วงการบานของดอกและการพัฒนาของผลในรอบปีช่วงระหว่างปี 2540-2549 ช่วงดังกล่าวมีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำรายวัน พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาขณะที่แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนลดลงผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาวะโลกร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาในรอบปีของมังคุด

2.6 ยางพาราในภาคใต้และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตน้ำยาง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ อยู่ในวงศ์ Euphobiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ทั่วโลก มีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในปี 2553 ประมาณ 72.21 ล้านไร่ ร้อยละ 76.4 เป็นพื้นที่ปลูกที่อยู่ในประเทศกลุ่มอาเซียน สภาพสวนยางส่วนใหญ่เป็นสวนยางขนาดเล็ก ใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก อินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด จำนวน 21.53 ล้านไร่ รองลงมาไทย 18.76 ล้านไร่ และมาเลเซีย 6.38 ล้านไร่ ที่เหลือเป็นพื้นที่ปลูกยางของประเทศอื่นๆ สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางในปี 2553 ทั้งสิ้น 18,761,231 ไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 11,906,882 ไร่ รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3,477,303 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,509,644 ไร่ และภาคเหนือ 867,402 ไร่ รวมทั้งสิ้น 67 จังหวัด ดังนั้นภาคใต้มีพื้นที่ปลูก 63.47% ของประเทศ (สถาบันวิจัยยาง, 2555) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา ควรเป็นพื้นที่ราบ ถ้าเป็นพื้นที่ลาดชันไม่ควรเกิน 35 องศา ควรมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร

ความลึกของหน้าดินไม่น้อยกว่า 1 เมตร ดินควรเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนทราย และควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.5-5.5 มีปริมาณน้ำฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันประมาณ 7 องศาเซลเซียสและมีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989)

2.6.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา

- เขตปลูกยาง ยางพารามีการเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่อยู่ในเขตระหว่างเส้นรุ้งที่ 10 องศาใต้ – 15 องศาเหนือ แหล่งผลิตยางที่สำคัญอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6 องศาเหนือและใต้ อย่างไรก็ตาม ในเขตร้อนชื้นระหว่างเส้นรุ้งที่ 28 องศาเหนือและใต้ ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533)

- ความสูงของพื้นที่ปลูกจากระดับน้ำทะเล โดยพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพาราควรสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร และความสูงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละ 100 เมตร อุณหภูมิจะลดลง 0.5 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นยางพารามีการเจริญเติบโตช้า และมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบที่มีความลาดชันน้อยกว่า 35 องศาเซลเซียส โดยการปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีความชันระหว่าง 9 -11 องศาทำให้ต้นยางพารา มีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นสูงสุด (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกรังสี, 2546)

- ดิน ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา ควรเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.0 - 5.5 มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี รวมทั้งมีระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 1 เมตร โดยไม่มีชั้นหินแข็งหรือดินดานที่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากยาง

- ฝน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นยาง ซึ่งมีความต้องการปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 100-150 วันต่อปี และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989) ต้นยางมีการปรับตัวในช่วงฤดูแล้ง ในบางบริเวณ พบว่าต้นยางสามารถใช้พื้นที่เหลืออยู่จากช่วงฤดูฝนได้ (Moraes, 1977) ในประเทศไทยซึ่งมีช่วงแล้งนานกว่า 6 เดือน พบว่า ต้นยางถูกยับยั้งการเจริญเติบโตถึง 15 เปอร์เซ็นต์ (Saengruksowong et al., 1983) นอกจากนี้ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ได้พิจารณาปัจจัยด้านภูมิอากาศ โดยเฉพาะด้านอุทกวิทยาเป็นเกณฑ์เบื้องต้นแล้วนำไปประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ร่วมกับแผนที่ความเหมาะสมของดิน นำมาจัดแบ่งเขตภูมิอากาศสำหรับยางพาราตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 6 เขต คือ เขตที่ 1 ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี เป็นพื้นที่ที่ไม่แนะนำให้ปลูกยางพารา เขตที่ 2 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 5 เดือน มีศักยภาพในการปลูกยางพาราดำ เขตที่ 3 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 3-4 เดือน เป็นเขตที่เหมาะสมปานกลางสำหรับยางพารา การกระจายตัวของน้ำฝน เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตยาง เขตที่ 4 เป็นเขตที่เหมาะสมมากสำหรับยางพารา มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,500-2,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 1-3 เดือน ปัจจัยด้านอุทกวิทยาไม่เป็นขีดจำกัด เขตที่ 5 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 2,300-3,000 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นขีดจำกัดต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตยาง เขตที่ 6 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมากเกินไป จนเป็นขีดจำกัดที่รุนแรงสำหรับยางพาราทั้งในด้านโรคและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกยางพารา โดยยางพารา จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ระหว่าง 65-90 เปอร์เซ็นต์ ต้น

ยางที่ปลูกใหม่หากได้รับการกระทบจากการมีแสงจัดหรือความชื้นในอากาศต่ำเป็นเวลานานจะมีอัตราการตายสูงมาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533)

- อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกยางอยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกยาง หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้ต้นยางพาราชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงเกิน 35 องศาเซลเซียส มีผลให้ปากใบของใบยางพาราปิด ซึ่งทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของใบยางพาราลดลง (Rao et al., 1990) ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส ควบคู่กับการเกิดความเครียดของความชื้นในดิน (Soil Moisture Stress) ทำให้ใบเกิดความเสียหายและขอบใบไหม้ได้ รวมถึงอุณหภูมิสูงจะยับยั้งอัตราการไหลของน้ำยางและทำให้ผลผลิตของน้ำยางลดลง

2.6.2 การเกิดน้ำยาง

น้ำยาง เป็นของเหลวอยู่ในเซลล์ การไหลของน้ำยางอยู่ภายในเซลล์ที่น้ำยางมีการเรียงตัวเป็นท่อยาว แต่ละท่อเชื่อมติดกันเป็นร่างแหจัดเป็น secondary phloem อยู่ในส่วนของเปลือกอ่อนใกล้เยื่อเจริญการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารน้ำตาลและน้ำจากเซลล์ parenchyma และ sieve tube ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์ที่น้ำยางผ่าน plasmalemma เข้าสู่กระบวนการสร้างน้ำยางซึ่งประสิทธิภาพในการสร้างน้ำยางขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงพลังงานน้ำและธาตุอาหารภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (พิศมัย จันทูมา, 2544) ต้นยางผลิตน้ำยางโดยนำเอาผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง คือ แป้งและน้ำตาล มาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง แป้งและน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง นอกจากจะใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยางแล้ว ยังถูกนำไปใช้ในกระบวนการอื่นเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรองในกระบวนการสร้างน้ำยางต้องใช้พลังงานมาก 2.5 เท่าของการสร้างเนื้อไม้ (Gohet and Chantuma, 1999) จากรายงานของ Silpi et al. (2004) พบว่า การกรีดยางมีผลทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น น้ำยางถือว่าเป็นผลผลิตสุดท้าย น้ำยางเป็นส่วนของไซโตพลาสซึมที่อยู่ภายในท่อน้ำยางของต้นยาง มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวเหมือนนํ้านมหรือสีครีม อยู่ในสภาพเป็นสารแขวนลอย อัตราการสังเคราะห์แสงจะขึ้นลงตามเวลา โดยมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในเวลาประมาณ 18.00 น. แสดงว่าต้นยางสะสมวัตถุดิบและพลังงานเอาไว้ในเวลากลางวัน และเมื่อการสังเคราะห์แสงลดลงในตอนเย็น การสังเคราะห์น้ำยางจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุด การใช้ระบบกรีดยางที่เหมาะสมจะทำให้กรีดยางได้นาน เพราะในการกรีดยางแต่ละครั้งมีการสังเคราะห์น้ำยางทดแทนขึ้นมาใหม่ภายในท่อน้ำยางจนมีสภาพปกติภายในเวลา 48-72 ชั่วโมง น้ำยางมีส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 55 - 60 เปอร์เซ็นต์และส่วนประกอบอื่น ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เรซิน เกลือ และน้ำตาล ในอัตราส่วนที่ครบ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี (2546) รายงานว่า น้ำยางมีความหนาแน่น 0.975 - 0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร ค่า pH ประมาณ 6.5 - 7.0 ส่วนความหนืด มีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุต้นยาง ระบบกรีดยาง ฤดูกาล และส่วนประกอบในน้ำยาง

2.6.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต

ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ 1) การไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง และ 2) การสร้างน้ำยางในช่วงระหว่างการกรีดยางครั้งแรกและครั้งที่ 2 ต้นยางนำแป้งและน้ำตาลจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง ดังนั้น จึงต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง พิศมัย จันทูมา (2544) ได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ การไหลของน้ำยาง อัตราการไหลและ

ระยะเวลาการไหลของน้ำยาง การไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความดันภายในท่ออาหารและท่อน้ำยางมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยางในระหว่างการกรีดยาง น้ำยางเป็นส่วนที่ได้รับจากเปลือกของต้นยาง โดยการกรีด ซึ่งน้ำยางที่ไหลออกมาปริมาณน้อย (50 – 60%) น้ำยางจะมีความหนืดสูงเป็นสาเหตุทำให้น้ำยางไหลช้าลงและแข็งตัวที่รอยกรีด ในขณะที่ปริมาณน้ำยางน้อย น้ำยางไหลต่อเนื่องเป็นเวลานาน 2 – 3 ชั่วโมง จากนั้นจะค่อยๆ ลดน้อยลง การหยุดไหลของน้ำยาง เนื่องจากการจับตัวของน้ำยางเกิดการอุดตันบริเวณหน้ากรีดยาง ซึ่งการอุดตันช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับพันธุ์ยางและระบบกรีดยาง

2.6.4. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ และสภาพภูมิอากาศในอนาคตคาดว่าอุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของปัจจุบัน อุณหภูมิสูงสุดจะเพิ่มสูงขึ้น ฤดูแล้งส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่มากขึ้น บางพื้นที่มีปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้น (อรรถเดช ศรีบุตตะ และพัชรีย์ แสนจันทร์, 2545; Justus and Fletcher, 2006) มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่างๆ ของต้นพืช เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ ส่งผลต่อผลผลิตของพืช แนวทางที่ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นิยมใช้การประยุกต์แบบจำลองของพืช กับแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการประเมินและประมาณการเปลี่ยนแปลงทั้งสองระบบ (Allen et al., 1996; Luo et al., 2005) สำหรับยางพารา ได้มีการรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศและปัจจัยการผลิตอื่นเพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อคาดคะเนผลผลิตยางพาราในประเทศไทย สมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2545) ได้ศึกษาประเมินสภาพพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ซึ่งใช้วิธีการประเมินศักยภาพที่ดินร่วมกับการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกยางพาราและแบ่งเขตพื้นที่ปลูกที่มีศักยภาพในภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ของประเทศไทยได้ นอกจากนี้ สมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำแบบจำลองการผลิตพืชวิเคราะห์ร่วมกับการประเมินสภาพพื้นที่ปลูกยางพารา ทำให้สามารถคาดคะเนผลผลิตน้ำยางได้ใกล้เคียงกับในสภาพแปลงปลูกจริง ซึ่งแบบจำลองได้ใช้ 2 ปัจจัยที่สำคัญคือ

2.6.4.1 ปัจจัยด้านพันธุกรรม ยางแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกัน ตามความแตกต่างทางพันธุกรรม (Simmonds, 1989) พันธุ์ยางที่เจริญเติบโตดีหรือมีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงสูง มีความสามารถในการสร้างมวลชีวภาพได้ดี เช่น พันธุ์ RRIT 251 ที่เจริญเติบโตได้เร็วกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในระยะก่อนเปิดกรีด และมีผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 10 ปีกรีด สูงกว่าถึง 60% (สถาบันวิจัยยาง, 2546ก) เช่นเดียวกับการสะสมน้ำหนักแห้งในลำต้น ซึ่งพบว่า พันธุ์ RRIT 402 สามารถให้ปริมาณเนื้อไม้ในส่วนท่อนซุงสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ถึง 97% (สถาบันวิจัยยาง, 2546ข) นอกจากนี้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ขนาดทรงพุ่ม รูปทรงฉัตร และการจัดเรียงตัวของใบมีผลต่อประสิทธิภาพในการรับแสงและการสังเคราะห์แสงของยางพารา (สุทัศน์ ด้านสกุลผล, 2543)

2.6.4.2 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาด้วย อันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในรอบวันของสภาพอากาศ เช่น ปริมาณแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแรงดูดซึมน้ำในบรรยากาศ ที่ส่งผลต่อการเปิดปากใบ ศักยภาพของน้ำในใบ การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ และการสังเคราะห์แสงในแต่ละวันของยางพารา (ศรปราชญ์ ธนวิศวกรรมกิจกร และคณะ, 2544; Watson, 1989) รวมถึงความชื้นในดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ธาตุอาหารในดิน โครงสร้างและลักษณะเนื้อดิน ความลาดชัน และความ

สูงต่ำของพื้นที่หรือพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก นอกจากส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตแล้ว ยังมีผลต่อความอยู่รอดของยางพาราด้วย นอกจากนี้ พลวัตรของน้ำในดิน เช่น การไหลบ่า การระบายน้ำ การระเหยน้ำ ระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีผลต่อการดูดซึมน้ำของต้นยางพาราแตกต่างกันในรอบปีอีกด้วย (Pratummintra et al, 2002) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการไหลของน้ำในดินสู่ราก จากรากสู่ส่วนต่าง ๆ ของต้น และการคายน้ำจากใบสู่บรรยากาศ (Thornley, 1996) จากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จึงส่งผลต่อการสร้างพื้นที่ใบ การสร้างมวลของกิ่งก้าน ลำต้น ราก ปริมาณน้ำยาง และการสะสมธาตุอาหารที่จำเป็นในต้นยางพารา เพราะพืชที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง มีการสะสมน้ำแห้งหรือสร้างมวลชีวภาพได้ดี รวมถึงกระบวนการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชที่ดีในระยะต่อมา (Asaeda et al., 2005)

ทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีฝนมากขึ้นในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส แต่การเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่ง คือ จำนวนวันที่อากาศเย็นในรอบปีจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดและในทางกลับกันจำนวนวันที่อากาศร้อนในรอบปีก็จะเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน ซึ่งหากจะกล่าวในอีกนัยหนึ่ง ก็คือแม้ว่าประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะไม่ร้อนขึ้นมากนักแต่จะร้อนนานขึ้นกว่าเดิมมาก โดยที่ฤดูร้อนจะยาวขึ้นกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัดและฤดูหนาวในประเทศไทยจะหดสั้นลง นอกจากนี้ อำนาจ ชิดไธสง (2553) พบว่าในรอบ 56 ปีที่ผ่านมาปริมาณฝนทั่วทั้งประเทศไทย มีค่าแปรปรวนกว่าค่าปกติ อีกประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือความแปรปรวนหรือความแตกต่างระหว่างฤดูต่อฤดูหรือในระหว่างปีต่อปีก็อาจเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

สำหรับการนำแบบจำลองการผลิตพืช มาประยุกต์ใช้ในการผลิตยางพารานั้น หากนำข้อมูลพื้นฐานจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตเหล่านี้ และใช้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สามารถคาดคะเนการให้ผลผลิตยางได้โดยอาศัยสมการพื้นฐาน ตามวิธีของสมเจตน์ ประทุมมินทร์ และคณะ (2545); Pratummintra et al (2002) ได้สร้างแบบจำลอง 3 แบบ ดังนี้

1. แบบจำลองศักยภาพการผลิตจากพลังงานแสงและความร้อน (Radiation-thermal production potential simulation model; RPP) แบบจำลองนี้ ใช้หลักสมมติฐานจากสมการพื้นฐานความสมบูรณ์ของต้นพืช โดยไม่มีข้อจำกัดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เช่น ความสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหาร โรคแมลง หรือปริมาณน้ำ ในการประยุกต์ใช้สร้างเป็นแบบจำลอง RPP ของยางพาราถือว่า ต้นยางพารามีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด ผลผลิตหรือมวลชีวสังเคราะห์ที่สามารถสังเคราะห์ได้ในแต่ละวัน จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตยางในสภาพแปลงจริง ทั้งนี้ แบบจำลองจะมีความผันแปรจากสภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ผลผลิต เช่น ปริมาณแสงแดดที่ต้นยางพาราได้รับในแต่ละวัน อัตราการดูดซึมน้ำและแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ในทรงพุ่ม ซึ่งมีผลต่ออัตราการผลิตมวลชีวภาพสูงสุดของยางพารา (ศรปราชญ์ ธนวิศวกรรม และคณะ, 2544)

2. แบบจำลองศักยภาพการผลิตที่จำกัดน้ำ (Water limited production potential simulation model; WPP) แบบจำลองนี้ พัฒนามาจากการนำแบบจำลอง RPP มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความอุดมสมบูรณ์เชิงพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา โดยใช้หลักสมมูลของน้ำในดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา สามารถคาดคะเนระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน และการใช้น้ำของยางพาราในแต่ละช่วงของฤดูกาลได้ โดยอาศัยปัจจัยพื้นฐานจากอัตราการระเหย และคายน้ำทั้งในสภาพแปลงจริงและการประเมินทางทฤษฎี ทำให้สามารถ

ประเมินค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดของต้นยางพารา และอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดในรอบวันได้แม่นยำขึ้น จึงทำให้แบบจำลอง WPP สามารถประเมินผลผลิตยางพาราใกล้เคียงกับผลผลิตในแปลงจริงสูงขึ้น

3. แบบจำลองศักยภาพการให้ผลผลิตสูงสุด (Maximum production potential simulation model; MPP) จากผลการประเมินผลผลิตยางที่ได้จากแบบจำลอง RPP และ WPP พบว่า มีความแม่นยำในการเปรียบเทียบกับผลผลิตจริงในแปลงค่อนข้างสูง คือ $y_{RPP} = 1.525x - 242.66$ ($r^2 = 0.76$) และ $y_{WPP} = 1.495x - 560.18$ ($r^2 = 0.84$) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการให้ผลผลิตยางพารามาวิเคราะห์เพิ่มเติม ได้แก่ ระบบกริด และดัชนีจำนวนวันกริดยางที่ต้องสูญเสียเนื่องจากวันฝนตก เนื่องจากจำนวนวันฝนตกมีผลต่อช่วงเวลาในการกริดและการเก็บน้ำยาง ทำให้ผลผลิตน้ำยางรวมคลาดเคลื่อนได้ (Watson, 1989) ทำให้ได้ค่าการประเมินผลผลิตยาง และผลผลิตยางในแปลงจริงมีความแม่นยำสูงขึ้น คือ $y_{MPP} = 1.421x - 558.63$ ($r^2 = 0.90$) จึงแสดงให้เห็นว่า การใช้สมการพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและผลผลิตมวลรวมของพืช สามารถนำไปประเมินการให้ผลผลิตของยางพาราได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลผลิตยางจากทั้ง 3 แบบจำลอง ให้มีความแม่นยำสูงขึ้น จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัย ที่มีผลต่อการตอบสนองต่อผลผลิตยางพาราเพิ่มเติม ซึ่งในปัจจุบัน การศึกษาแบบจำลองในยางพารา ยังคงเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญบางประการเท่านั้น เช่น สมดุลของน้ำในดิน รวมถึงระบบกริดและจำนวนวันกริด ทั้งที่ในสภาพปกติแล้ว ยางพาราจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำยางและไม่ทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วย ได้แก่ การจัดการในสวน การเข้าทำลายของโรคที่สำคัญบางชนิด เช่น โรคใบร่วงจากเชื้อ *Phytophthora* spp. โรคราแป้ง โรคเส้นดำ (สถาบันวิจัยยาง, 2544) รวมถึงอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยาง เช่น อาการหน้ายางแห้งและเปลือกแห้ง (Nandris et al., 2004) ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการสร้างเนื้อไม้ เช่น แคลเซียม รวมถึงปัจจัยทางสังคมที่อาจส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจและระบบการผลิต (จินตนา บางจัน และสุนทรียิ่งชัชวาลย์, 2544; Somboonsuke et al., 2002) ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาหรือพัฒนาให้ครอบคลุมเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สามารถคาดคะเนผลผลิตน้ำยาง ได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด และนำไปสู่การพัฒนาเป็นแบบจำลองการผลิตยางพาราที่มีประสิทธิภาพในอนาคตได้ (ระวี เจริญวิภา, 2550)

การคำนวณแบบจำลองทั้ง 3 แบบ ใช้ตัวแปรเป็น input ในการคำนวณแบบจำลองที่เป็นปัจจัยสำคัญคือ แนวโน้มของสภาพอากาศที่จำเพาะกับพื้นที่นั้นๆ ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพภูมิอากาศในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาวะโลกร้อน ซึ่งได้แก่ 1) อุณหภูมิ อุณหภูมิเหมาะสมกับการปลูกยางพาราทั่วไปควรอยู่ระดับ 18–35 °C อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำสูงเกินไป มีผลต่อความเจริญเติบโตของต้นยางพาราและอาจทำให้ต้นยางเสียหายได้ 2) ฝน เป็นปัจจัยตรงที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของยางพารา นอกจากน้ำฝนจะช่วยละลายธาตุอาหารจากดิน ช่วยปรับระดับความชื้นชั้นของสารละลายดินให้เหมาะสมที่รากยางพาราจะนำธาตุอาหารต่างๆ ไปใช้แล้ว น้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์อีกด้วย

2.6.5 โรคที่เป็นปัญหาสำคัญของยางพารา

โรคยางพาราที่สำคัญส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา โดยการระบาดของโรคมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศทั้งปริมาณและการกระจายตัวของฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ รวมทั้งการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งโรคที่เป็นปัญหาสำคัญของยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2551) มีดังนี้

2.6.5.1 โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อคอลเลโทตริคัม (*Collectotrichum leaf spot*) เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. และ *Collectotrichum* sp. มีลักษณะอาการ คือ ใบยางอ่อน

ที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย ปลายใบจะบิดงอ เหี่ยวแห้งและร่วงหล่นเหลือแต่ก้านใบ ในระยะใบเพสลาด ใบบางส่วนอาจบิดงอและพบจุดแผลสีน้ำตาล ขอบแผลสีเหลือง ขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เมื่อใบยาวอายุมากขึ้น จุดเหล่านี้จะนูน เนื้อเยื่อตรงกลางแผลอาจทะลุเป็นรู ถ้าระบาดรุนแรงอาจพบแผลบนกิ่งอ่อนหรือยอดอ่อน และทำให้เกิดอาการตายจากยอดได้ ส่วนต้นยางเล็กที่เจริญในพื้นที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เช่น ดินทราย ดินด่าง หรือพื้นที่ที่การระบายน้ำไม่ดี พบรอยแผลสีน้ำตาลบนใบ ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ กลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อนขอบแผลมีรอยหยักเป็นคลื่น ไม่สม่ำเสมอ มีสีน้ำตาลเข้มและมีวงสีเหลืองล้อมรอบรอยแผล เนื้อเยื่อกลางรอยแผลยุบตัวลงเป็นชั้นๆ อาการในขั้นรุนแรงใบจะเหลืองและร่วง บริเวณลำต้นที่มีสีเขียวพบรอยแผลซ้ำสีน้ำตาล เริ่มจากรอยแผลวงรีขนาดเล็กแล้วขยายใหญ่ขึ้น จนกระทั่งแผลหลายๆ แผลขยายมาชนกัน เกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ลุกลามไปรอบต้นทำให้ต้นยางตาย ระบาดรุนแรงกับยางที่แตกใบอ่อน ในช่วงที่มีฝนตกชุก ความชื้นสูงเชื้อระบาดโดยน้ำฝน ลม และแมลง

2.6.5.2 โรคราแป้ง (Powdery mildew) เกิดจากเชื้อรา *Oidiumheveae*Steinm. มีลักษณะอาการคือ เชื้อราเข้าทำลายใบอ่อน ทำให้ใบงอ บิดงอ เน่าดำ และร่วง ในระยะเพสลาดจะสังเกตเห็นกลุ่มของเส้นใยและสปอร์สีขาว-เทา ที่เชื้อราสร้างขึ้นบริเวณผิวใบ โดยเฉพาะผิวใบด้านล่าง เนื้อเยื่อบริเวณที่เชื้อเจริญจะค่อยๆ เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล รูปร่างไม่แน่นอนตามขนาดและขอบเขตของบริเวณที่เชื้อราเจริญอยู่ก่อน จุดแผลนี้จะปรากฏบนใบจนกว่าใบย่อยจะหลุดร่วง หากเชื้อเข้าทำลายรุนแรงใบจะร่วงเกือบหมดต้น กิ่งแขนงบางส่วนแห้งตาย ถ้าเชื้อทำลายดอกจะทำให้ดอกร่วง เหลือแต่ก้านดอก ระบาดรุนแรงในช่วงยางผลิใบใหม่ มักแพร่ระบาดในสภาพอากาศกลางวันค่อนข้างร้อน กลางคืนอากาศเย็น มีความชื้นสูง มีหมอกในตอนเช้า หรือมีฝนตกปรอยๆ ในบางวัน เชื้อแพร่ระบาดโดยลมและแมลง

2.6.5.3 โรคใบจุดก้างปลา (Corynespora leaf disease) เกิดจากเชื้อรา *Corynesporacassiicola* (Burk. & Curt.) Wei. มีลักษณะอาการ คือบนใบที่พบมีตั้งแต่จุดแผลลักษณะกลม หรือรูปร่างไม่แน่นอนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก กลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบแผลสีน้ำตาลเข้ม และมีวงสีเหลืองล้อมรอบรอยแผล แผลอาจขยายลุกลามเข้าไปตามเส้นใบ ทำให้แผลมีลักษณะคล้ายก้างปลา หากระบาดรุนแรงจะทำให้ใบอ่อนไหม้ แห้งเหี่ยว ใบร่วง เมื่อแตกยอดใหม่ก็จะถูกเชื้อเข้าทำลายและใบร่วงซ้ำอีก ทำให้ต้นยางชะงักการเจริญเติบโต เชื้อสามารถทำให้เกิดรอยแผลสีน้ำตาลบนก้านใบ กิ่งแขนงและลำต้นที่เป็นสีเขียว มีลักษณะยาวรีขยายไปตามความยาวของลำต้น เนื้อเยื่อตรงกลางแผลนูนลง ถ้าสภาพอากาศเหมาะสมจะขยายขนาดและลุกลาม จนทำให้กิ่งหรือยอดที่เป็นโรคแห้งตาย เชื้อราจะแพร่ระบาดโดยลม และฝน โรคระบาดรุนแรงในสภาพอากาศร้อน และมีความชื้นสูง

2.6.5.4 โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอรา (Phytophthora leaf fall) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora botryose* Chee, P. *Palmivora* (Butl.), P. *Nicotianae* Van Breda de Haan var. *Parasitica* (Dastur) Waterhouse มีลักษณะอาการเด่นชัดที่ก้านใบ โดยปรากฏรอยแผลซ้ำสีน้ำตาลเข้มถึงดำตามความยาวของก้านใบ แผลบริเวณที่เป็นทางเข้าของเชื้อมีหยดน้ำขนาดเล็กๆ เกาะติดอยู่ เมื่อนำใบยางเป็นโรคมานำสบัดเบาๆ ใบย่อยจะหลุดออกจากก้านใบโดยง่าย ทำให้ใบร่วงทั้งที่ยังเขียวสดอยู่ เชื้ออาจเข้าทำลายปลายใบหรือขอบใบ เกิดแผลสีน้ำตาล มีลักษณะข้ำน้ำขยายติดต่อกันเป็นแผลใหญ่ ในสภาพอากาศเหมาะสมอย่างพันธุ์อ่อนแอ ใบจะร่วงหมด และผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน เชื้อยังสามารถเข้าทำลายฝักยางได้ทุกระยะ ทำให้ฝักเน่า ถ้าความชื้นในอากาศสูงจะพบเชื้อราสีขาวเจริญปกคลุมฝัก ฝักที่ถูกทำลายจะเน่าดำค้างอยู่บนต้น ไม่แตกและร่วงหล่นตามธรรมชาติกลายเป็นแหล่งเชื้อโรคในปีถัดมา การแพร่ระบาด เชื้อราแพร่ระบาดโดยลมและฝน ความรุนแรงของโรค

ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตก เชื้อนี้ต้องการน้ำเพื่อการขยายพันธุ์ จึงระบาดได้ดีในสภาพอากาศเย็น ฝนตกชุก มีความชื้นสูงต่อเนื่องกันอย่างน้อย 4 วัน โดยที่มีแสงแดดน้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน

2.6.5.5 โรคเส้นดำ (Black stripe) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora botryose* Chee, *P. palmivora* (Butl.) Butl. มีลักษณะอาการ คือ เหนือรอยกรีดมีลักษณะเป็นรอยขีด ต่อมากลายเป็นรอยบวมสีดำหรือสีน้ำตาลตามแนวยาวของลำต้น เมื่อฉีกเปลือกบริเวณรอยบวมสีดำจะเห็นลายเส้นดำบนเนื้อไม้ และอาจลุกลามลงใต้รอยกรีดถ้าอาการรุนแรง เปลือกบริเวณที่เป็นโรคปริเน่า มีน้ำยางไหล เปลือกเน่าหลุดออกมา ถ้าเข้าทำลายของเชื้อไม่รุนแรง เปลือกใหม่จะเป็นปุ่มปม แพร่ระบาดโดยเชื้อบนฝักและใบที่เป็นโรคถูกชะล้างโดยน้ำฝนลงมาที่หน้ากรีดพบระบาดรุนแรงเมื่อกรีดยางติดต่อกันในฤดูฝนโดยไม่มีการป้องกันรักษาหน้ากรีด โดยเฉพาะเมื่อความชื้นสูงกว่า 90% หน้ากรีดจะเปียกอยู่ตลอดเวลา เหมาะต่อการขยายพันธุ์ของเชื้อ

2.6.5.6 โรครากขาว (White root disease) เกิดจากเชื้อรา *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki มีลักษณะอาการ คือ เชื้อโรครากขาวสามารถเข้าทำลายต้นยางได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ 1 ปี ขึ้นไป เมื่อระบบรากถูกทำลายจะแสดงอาการให้เห็นที่ทรงพุ่ม ซึ่งเป็นระยะที่รุนแรงและไม่สามารถรักษาได้ บริเวณรากที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะปรากฏกลุ่มเส้นใยสีขาวเจริญแตกสาขาปกคลุมและเกาะแน่นกับผิวน้ำ เมื่อเส้นใยอายุมากขึ้นจะกลายเป็นเส้นกลมทึบสีเหลืองซีด เนื้อไม้ของรากที่เป็นโรคในระยะแรกจะแข็งกระด้างเป็นสีน้ำตาลซีด ในระยะรุนแรงจะกลายเป็นสีครีม ถ้าอยู่ในที่ชื้นแฉะจะอ่อนนุ่ม ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลม แผ่นเดี่ยวหรือซ้อนกันเป็นชั้นๆ ผิวด้านบนมีสีเหลืองส้ม โดยมีสีเข้มสลับกันเป็นวง ผิวด้านล่างมีสีส้มแดงหรือสีน้ำตาล ขอบดอกเห็ดมีสีขาว ระบาดรวดเร็วในช่วงฤดูฝนซึ่งมีฝนตกชุก ความชื้นสูง

จากปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศมีความสำคัญต่อสรีรวิทยาของยาง รวมไปถึงการเกิดโรคที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตของยางพารา

บทที่ 3 ระเบียบวิจัยและวิธีการศึกษา

3.1 แนวคิดและกรอบการศึกษาวิจัย

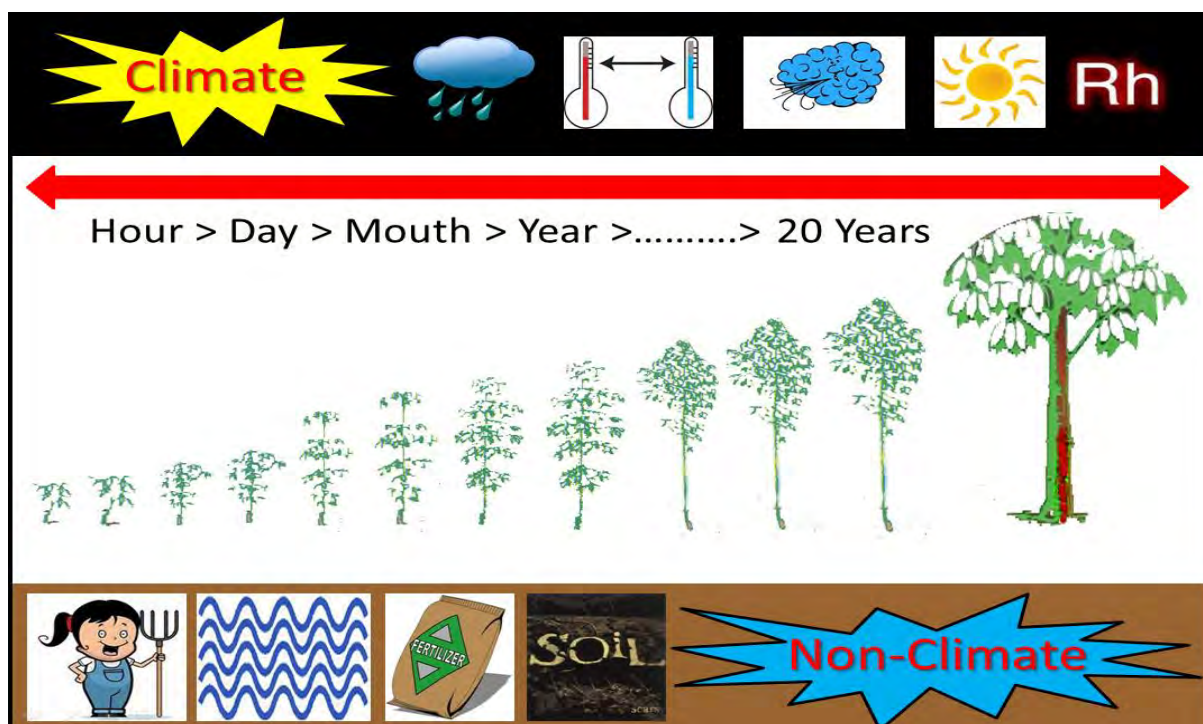
การศึกษาวิจัยภายใต้โครงการนี้ อาศัยพื้นฐานของกรอบแนวคิดที่ว่าความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในคาบเวลาต่างๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับ Micro climate และที่เกิดจาก Large-scale natural and human-induced climate phenomena เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญนอกจากปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ (Non-climatic factor) ที่มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นยางพาราตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะเวลาที่เปิดกรีด (รูปที่ 3.1) โดยความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศ สามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตยางพาราและกิจกรรมการกรีดยางของเกษตรกรในช่วงหลังเปิดกรีด และโดยทางอ้อมแบบสะสมต่อสรีรวิทยาในช่วงต้นยางพารากำลังเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีด (รูปที่ 3.2) ทั้งนี้ ขอบเขตและกรอบแนวคิดในภาพรวมของการวิจัย แสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งมุ่งเน้นศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อสรีรวิทยาและผลผลิตของยางพารา ในช่วงหลังจากเปิดกรีดแล้วเท่านั้น โดยการดำเนินงาน ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและโลกและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิในอดีตถึงปัจจุบันที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติเชิงพหุ เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้และปรากฏการณ์ภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและระดับโลกในคาบเวลาต่างๆ ตลอดจนหาความสัมพันธ์เชิงซ้อนของความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราในพื้นที่ภาคใต้

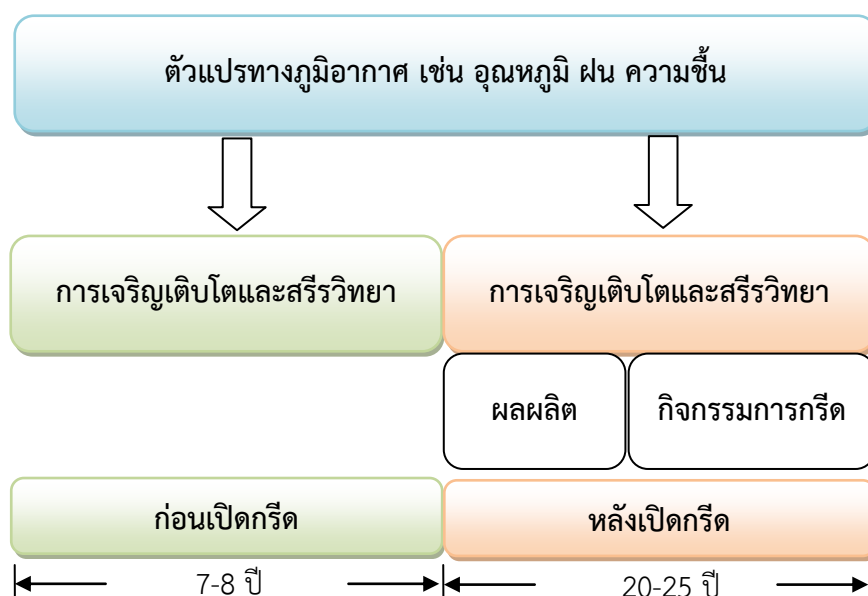
กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราคือความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูล Micro climate สรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของน้ำยางพารา รวมทั้งข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รายเดือนอย่างต่อเนื่องในแปลงสวนยางพารานำร่อง จำนวน 7 แปลงทดลองที่คัดเลือกจากสวนยางพาราของเกษตรกรในจังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่และตรัง

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในจังหวัดนำร่อง ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลความเสียหายและผลกระทบรายหมู่บ้านที่เกิดจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัย ในพื้นที่จังหวัดพัทลุงซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศอย่างรุนแรงและต่อเนื่องในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและวิเคราะห์ผลกระทบและความล่าช้าของพื้นที่

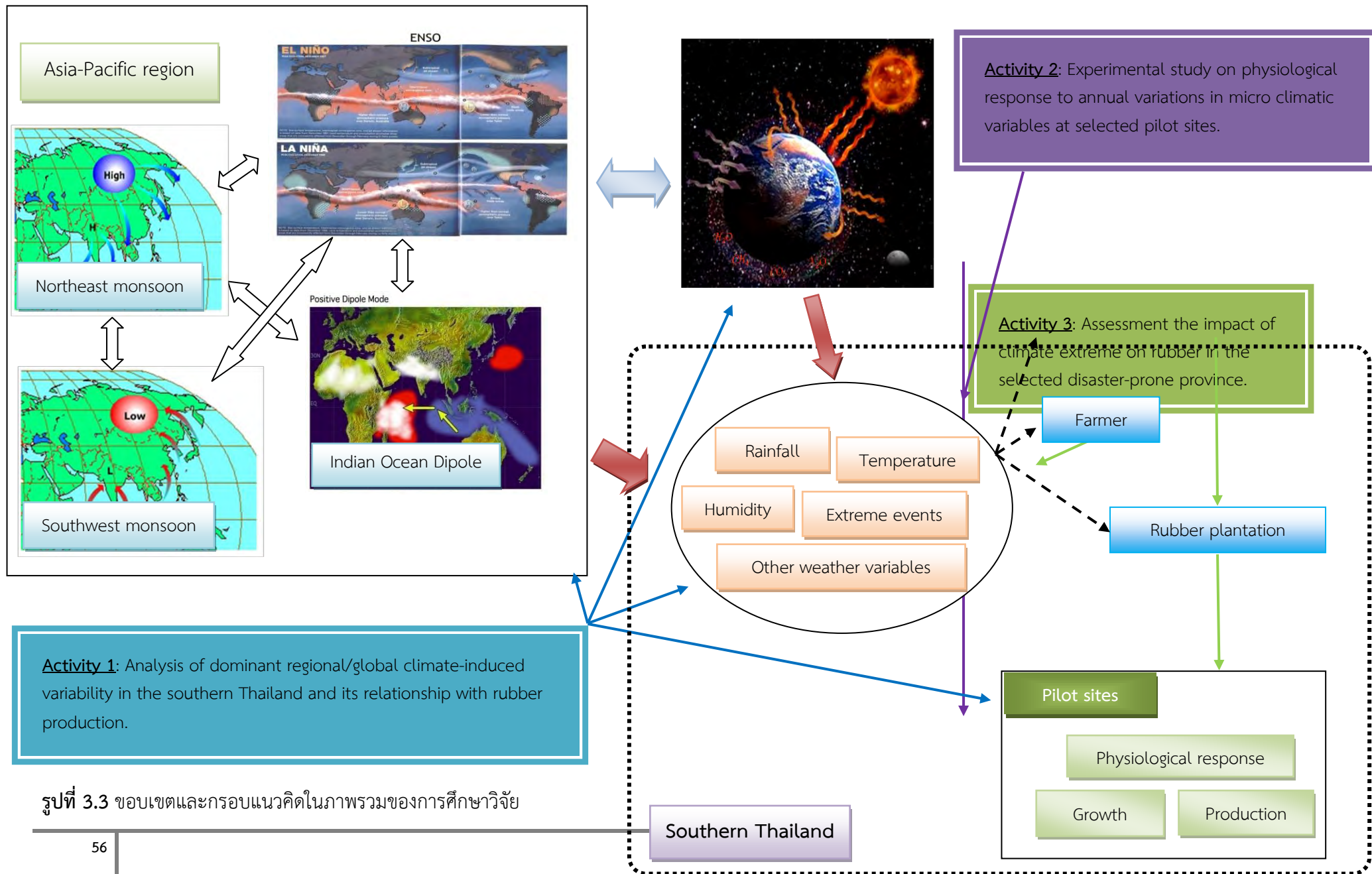
สำหรับการวิเคราะห์ตัวแปรภูมิอากาศนั้น ได้พิจารณาครอบคลุมตั้งแต่ความแปรปรวนในระดับ First-order moment เพื่ออธิบาย ‘Climate mean state’ ในคาบเวลารอบวัน ฤดูกาล ระหว่างฤดูกาล และระหว่างปีและระดับ Second-order moment ในรูปของ variance และดัชนีสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นความแปรปรวนลำดับที่สองของข้อมูลในคาบเวลาต่างๆ และเป็นเหตุการณ์ทางภูมิอากาศในระดับที่รุนแรงที่มักปรากฏอยู่บริเวณปลายทั้งสองด้านหรือด้านใดด้านหนึ่งของการกระจายตัวของตัวแปรทางภูมิอากาศ (Meehl et al., 2000; Vinnikov and Robock, 2002; Kim et al., 2013) (รูปที่ 3.4) ซึ่งความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศทั้งในระดับ First และ second-order moment นี้ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับดัชนีมรสุมและดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ รวมทั้งอนุกรมของข้อมูลผลผลิตยางพารา



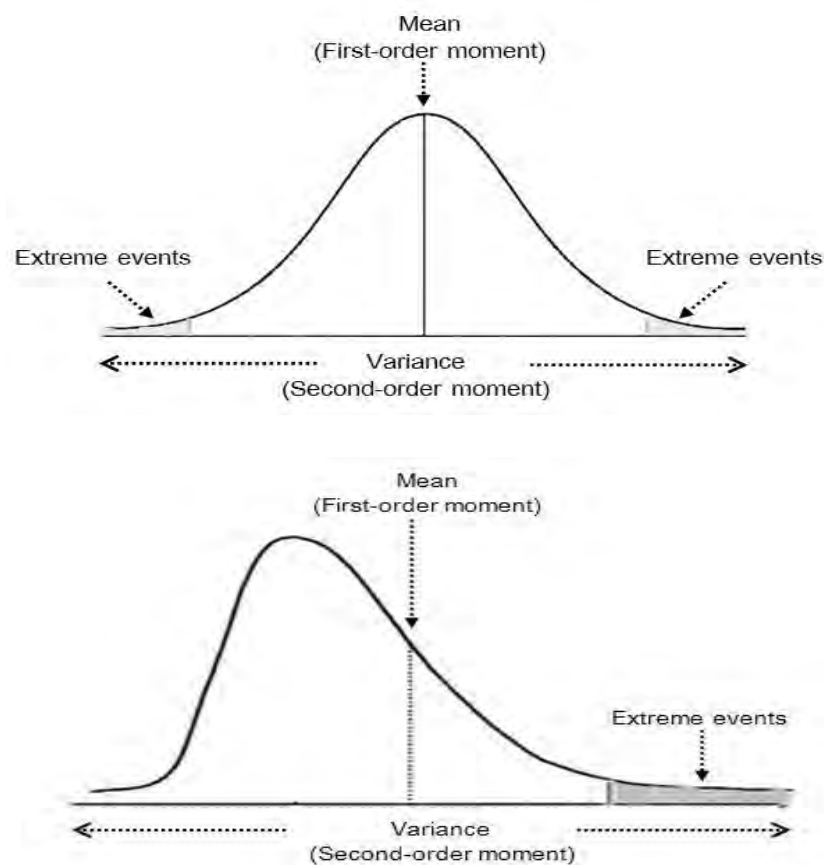
รูปที่ 3.1 แสดงความเกี่ยวโยงเชิงมโนทัศน์ระหว่างการพัฒนาเติบโตของต้นยางพาราตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะเวลาที่เปิดกรีดกับปัจจัยทางภูมิอากาศและปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ



รูปที่ 3.2 แสดงความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเติบโต สรีรวิทยาและผลผลิตของยางพาราช่วงก่อนและหลังเปิดกรีด



รูปที่ 3.3 ขอบเขตและกรอบแนวคิดในภาพรวมของการศึกษาวิจัย

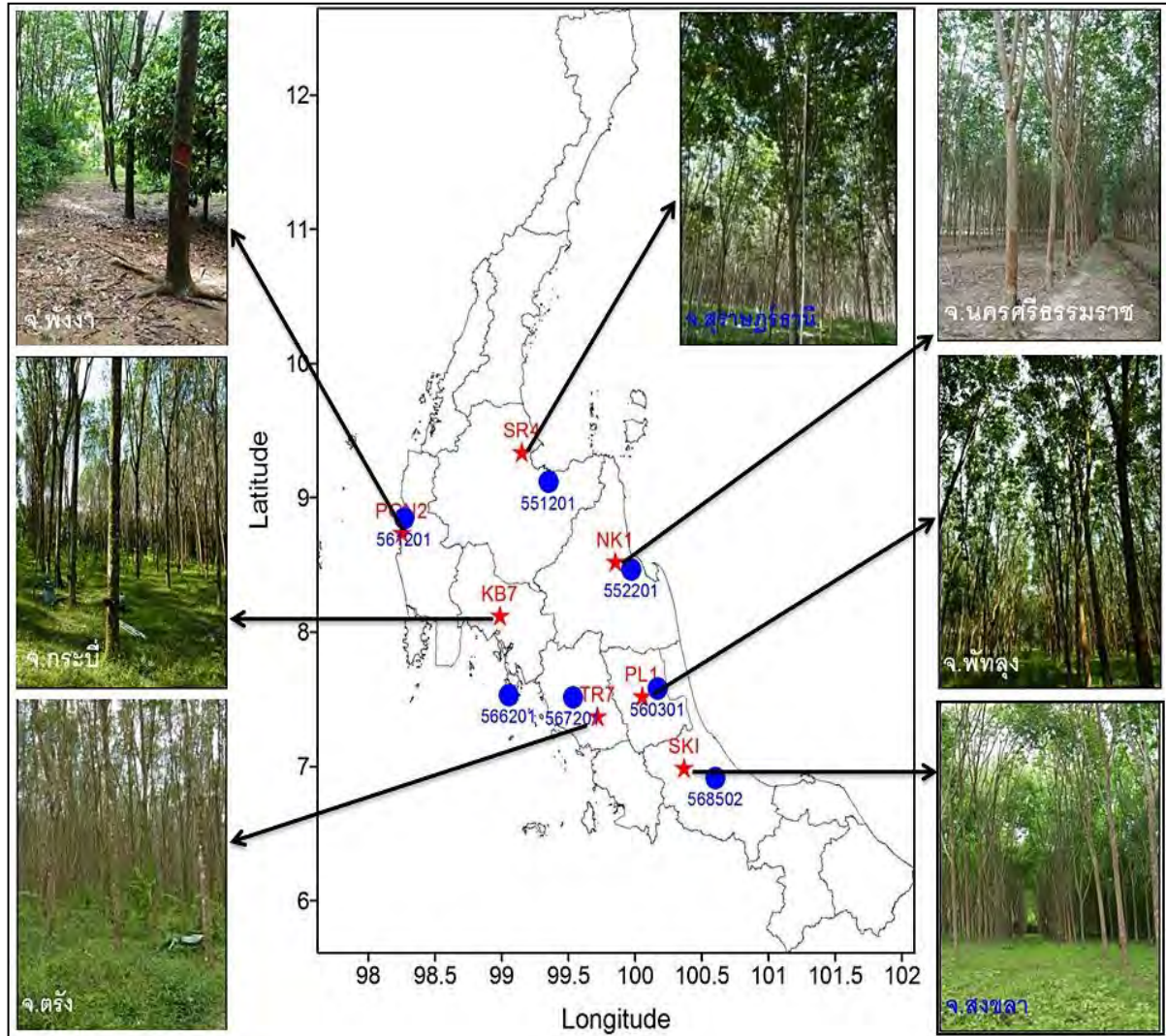


รูปที่ 3.4 การกระจายตัวของตัวแปรภูมิอากาศและความแปรปรวนลำดับที่ 1 และ 2 (First-second order moments) รวมถึงเหตุการณ์สภาวะความรุนแรง (Extreme event)

3.2 พื้นที่ศึกษา ประเภทและแหล่งข้อมูลที่ใช้

พื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ซึ่งครอบคลุมฝั่งอันดามัน 3 จังหวัด ประกอบด้วย พังงา กระบี่และตรัง และ ฝั่งอ่าวไทย 4 จังหวัด ประกอบด้วยสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุงและสงขลา ได้ถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารารวม 8,381,174 ไร่ หรือคิดเป็น 70.4% ของพื้นที่ยางพาราทั้งหมดของภาคใต้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) เหตุผลเพิ่มเติมประการหนึ่งในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่ครอบคลุมทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย เพื่อต้องการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงและรูปแบบการตอบสนองของยางพาราทั้งสองฝั่งของภาคใต้ต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลผลผลิตยางพาราในจังหวัดอื่นบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อประกอบการแปลผลในภาพรวมและเชิงเปรียบเทียบ ทั้งนี้ ได้คัดเลือกแปลงสวนยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จังหวัดละ 1 แปลง จากสวนยางพาราของเกษตรกรซึ่งสถานที่ของแปลงสวนยางพารานำร่องตั้งอยู่ใกล้กับสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นหลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ใช้คัดเลือกแปลงสวนยางพารานำร่อง รูปที่ 3.5 แสดงที่ตั้งของแปลงสวนนำร่อง ลักษณะทางกายภาพของสวนยางพารา และสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ ในขณะที่ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของแปลงยางพารานำร่องที่คัดเลือกใน 7 จังหวัดของภาคใต้

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย (1) ข้อมูลปฐภูมิที่ตรวจวัดและเก็บรวบรวมโดยตรงจากแปลงยางพารานำร่องในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ (ภาคผนวก 1) และ (2) ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ดังสรุปในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.5 ที่ตั้งของแปลงนำร่อง ลักษณะทางกายภาพของสวนยางพาราที่คัดเลือกในแต่ละจังหวัด และสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของแปลงยางพารานำร่องที่คัดเลือกใน 7 จังหวัดของภาคใต้

จังหวัด	รหัสแปลง	ที่ตั้ง	พิกัด	อายุยาง (ปี)	ระบบกริด
1. สุราษฎร์ธานี	SR1	ม. 3 ต. ท่าโรงช้าง อ. พุนพิน	9° 2' 45.2" N, 99° 9' 14.8" E	10	S/3 3d/4
2. นครศรีธรรมราช	NK1	ม. 4 ต. นาเรียง อ. พรหมคีรี	8° 31' 16.2" N, 99° 51' 34.0" E	11	S/3 2d/3
3. พัทลุง	PL1	บ้านไสถั่ว ต. ท่าแค อ. เมือง	7° 31' 51.1" N, 100° 3' 28.4" E	13	S/3 3d/4
4. สงขลา	SK1	ม. 5 ต. ควนลัง อ. หาดใหญ่	6° 59' 23" N, 100° 22' 22" E	13	S/3 3d/4
5. ตรัง	TR7	ม. 4 ต. ในควน อ. ย่านตาขาว	7° 22' 29.8" N, 99° 43' 27" E	12	S/4 5d/6
6. กระบี่	KB7	ม. 1 ต. ห้วยยูง อ. เหนือคลอง	8° 7' 37.8" N, 98° 59' 42.6" E	10	S/3 4d/5
7. พังงา	PGN2	ม. 1 ต. คีตกัก อ. ตะกั่วป่า	8° 44' 24.6" N, 98° 15' 31.8" E	12	S/3 5d/6

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม

รายละเอียด	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3
1. ข้อมูลที่ใช้	1) ข้อมูลภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ความเร็วลม และทิศทาง ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหย ราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น (รูปที่ 3.5) 2) ข้อมูลฝนแบบกริดขนาด $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ราย 3 ชั่วโมง จากฐานข้อมูลดาวเทียม Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) 3) ข้อมูลผลผลิตยางพารารายเดือนและรายปี 4) ข้อมูลปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทย 5) ดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย (Indian Summer Monsoon Index; ISMI) และดัชนีมรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก (Western North Pacific Summer Monsoon Index; WNPMI) 6) East Asian Trough Intensity Index (EATII) และ East Asian Trough Axis Index (EATAI) 7) Multivariate ENSO Index (MEI), Southern Oscillation Index (SOI) และ Niño3.4 Index	1) ข้อมูลภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษาใน 7 จังหวัด ได้แก่ พังงา กระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ได้แก่ ข้อมูลฝนรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์ และการคายระเหยน้ำ 2) ข้อมูลอาการผิดปกติของยางพาราเรื่องโรคทางใบและโรคทางดิน	1) ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายครัวเรือน และพื้นที่สวนยางพาราที่ได้รับจากเหตุการณ์อุทกภัย วาตภัย และดินโคลนถล่ม ในช่วงปี 2553-2554 ของ จ.พัทลุง 2) ฐานข้อมูล จปฐ.2554 จ.พัทลุง ประกอบด้วยรายชื่อ อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน 3) ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จ.พัทลุง พิกัดที่ตั้งระดับอำเภอ ตำบล หมู่บ้าน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายละเอียด	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3
2. แหล่งของข้อมูล	1) กรมอุตุนิยมวิทยา 2) Goddard Earth Sciences Data and Information Service Center 3) สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 4) องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization; FAO) 5) Monsoon Monitoring Page 6) Wang et al. (2009) 7) Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Climate and Global Dynamics Division, National Center for Atmospheric Research	1) กรมอุตุนิยมวิทยา 2) สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	1) สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง 2) กรมการพัฒนาชุมชน 3) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
3. ประเภทของข้อมูล	ทุติยภูมิ	ทุติยภูมิ	ทุติยภูมิ

3.3 วิธีรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบคุณภาพทางสถิติ

3.3.1 ข้อมูลภูมิอากาศราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น

ข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศผิวพื้นราย 3 ชั่วโมงและรายวันจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 7 สถานีในภาคใต้ (รูปที่ 3.5) ได้ถูกรวบรวม สกัด จัดเรียงข้อมูลและตรวจสอบคุณภาพทางสถิติ ก่อนนำไปวิเคราะห์ โดยตัวแปรทางภูมิอากาศ ประกอบด้วย 1) ฝน 2) อุณหภูมิเฉลี่ย 3) ความเร็วลม 4) ความชื้นสัมพัทธ์ และ 5) ปริมาณเมฆ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่ทำกรรวบรวมและสกัด ดังแสดงในตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่สกัดจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาในแต่ละสถานี ได้ถูกนำมาจัดเรียงฟอร์เมทใหม่เพื่อตรวจสอบคุณภาพได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถประมวลและคำนวณผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากข้อมูลราย 3 ชั่วโมงในแต่ละสถานี มีจำนวนข้อมูลถึง 2,920 ข้อมูลต่อปี ซึ่งหากสถานีมีระยะเวลาของข้อมูลระหว่าง 1981-2011 หรือ 31 ปี จะมีจำนวนข้อมูลสูงถึง 90,520 ข้อมูล สถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ราย 3 ชั่วโมงในแต่ละสถานี สรุปในภาคผนวก 3

ข้อมูลที่ผ่านการทดสอบในเบื้องต้น ได้ถูกนำเข้ากระบวนการทดสอบคุณภาพข้อมูลทางสถิติ โดยประยุกต์ใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการควบคุมและประกันคุณภาพสำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Peterson, 1994; Peterson and Vose, 1997; Vincent and Gullett, 1999; Auger et al., 2003; Wijngaard et al., 2003; Feng et al., 2004) และเป็นวิธีที่แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ (2553) และอุษา อัมพร และคณะ (2555) นำมาใช้ทดสอบคุณภาพข้อมูลภูมิอากาศสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศและวงจรรอบวันและการผันแปรความถี่สูงของฝนในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนโดยรวม (Gross error check) มีรายละเอียด ดังนี้

(1.1) ความสอดคล้องของวันตามปฏิทิน เช่น จำนวนวันต่อปีและจำนวนวันต่อเดือน

(1.2) ค่าสูงหรือต่ำผิดปกติของข้อมูล (High-low extreme value) เป็นการตรวจเช็คค่าผิดปกติของข้อมูลในแต่ละสถานี โดยค่าที่สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง จะมีการตรวจในรายละเอียด และอาจถือว่าเป็นค่าผิดปกติในฐานข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปใช้ในการทดสอบคุณภาพข้อมูลในขั้นตอนต่อไป หากไม่สามารถอธิบายสาเหตุได้

2. การตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงเวลา (Temporal outlier check)

วิธีการควบคุมคุณภาพที่กล่าวมาข้างต้น สามารถตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ปรากฏอย่างชัดเจนในอนุกรมของข้อมูลเท่านั้น แต่ไม่สามารถตรวจเช็คค่าผิดปกติของข้อมูลที่มีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าข้อมูลใกล้เคียงแต่ไม่เกินขอบเขต (Threshold) และการเปลี่ยนแปลงลักษณะก้าวกระโดด (Step change) ระหว่างข้อมูลสองค่าที่อยู่ติดกันได้ ดังนั้น ค่าผิดปกติในเชิงเวลาทั้งสองกรณีสำหรับข้อมูลรายวัน สามารถตรวจเช็คได้ด้วยวิธีประเมินความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละเดือน ซึ่งสถิติที่เหมาะสมต่อข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่ปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝน คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (Standard deviation; SD) (Peterson et al., 1998) โดยข้อมูลจัดว่าเป็นค่าผิดปกติในเชิงเวลาในกรณี

$$X_i > Mean \pm f * SD \quad (1)$$

ในขณะ ที่ X_i = ค่าข้อมูลวันที่ i ในแต่ละเดือน

$Mean$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลรายวันในแต่ละเดือน

$$SD = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลรายวันในแต่ละเดือน}$$

$$f = 15 \text{ (ค่าคงที่แสดงถึงช่วงที่ยอมรับได้ ซึ่งได้จากการทดลอง)}$$

อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน อาจมีปัญหาที่ไม่สามารถตรวจเช็คค่าผิดปกติที่มีค่าไม่สูงมาก โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในกรณีที่ชุดข้อมูลนั้นๆ มีค่าผิดปกติสูงมากๆ อยู่เพียงไม่กี่ค่าในอนุกรมเท่านั้น ดังนั้น วิธีทางสถิติอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทนทานต่อค่าผิดปกติได้ดี คือ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Inter-Quartile Range, IQR) โดยข้อมูลจัดเป็นค่าผิดปกติในกรณีที่

$$X_{ij} - q50_j > f * IR_j \quad (2)$$

เมื่อ X_{ij} = ค่าข้อมูลวันที่ i ในเดือน j
 $q50_j$ = ค่ามัธยฐานหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลในเดือน j
 f = ช่วงของความแปรปรวนที่กำหนดขอบเขตค่าผิดปกติ ปกติจะมีค่าระหว่าง 3 ถึง 5 ทั้งนี้ f อาจมีค่ามากกว่า 5 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล
 IR_j = Inter-Quartile Range (ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ลบด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25)

3. การตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ (Spatial outlier check)

วิธีมาตรฐานในการตรวจเช็คค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่สำหรับข้อมูลภูมิอากาศรายวัน คือ เทคนิคการเปรียบเทียบข้อมูลรายวันในแต่ละเดือนกับข้อมูลของสถานีใกล้เคียงอย่างน้อย 3 สถานี (Eischeid et al., 1995; Peterson et al., 1998; Feng et al., 2004) ทั้งนี้ สถานีใกล้เคียงที่เลือกมาเป็นสถานีอ้างอิงในการเปรียบเทียบ ต้องมีความสัมพันธ์กับสถานีที่ต้องการตรวจสอบค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ ขั้นตอนหลักของการวิเคราะห์ค่าผิดปกติในเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างสถานีใกล้เคียงและสถานีที่ตรวจเช็คค่าผิดปกติและคำนวณค่า Root-mean-square error (RMSE) ของสมการดังกล่าว หลังจากคำนวณสมการถดถอยเชิงเส้นตรงทุกสถานีใกล้เคียงแล้ว ค่าข้อมูลรายวันที่จัดว่าเป็นค่าผิดปกติ ในกรณีที่ค่าข้อมูลนั้น ๆ อยู่นอกช่วงความเชื่อมั่นของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงทุกสมการระหว่างสถานีที่ตรวจเช็คค่าผิดปกติและสถานีใกล้เคียง (Hubbard, 2001) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$VF_{ij} - F * RMSE_j < X_i < VF_{ij} + F * RMSE_j \quad (3)$$

ในกรณีที่ $j = 1, \dots, N$ คือ จำนวนสถานีใกล้เคียง
 $I = 1, \dots, m$ คือ วันใดวันหนึ่งในเดือนนั้นๆ และ m คือ จำนวนวันในเดือนนั้น
 X_i = ข้อมูลของสถานีที่ตรวจเช็คในวันที่ i
 VF_{ij} = ค่าประมาณของค่า X_i จากสมการถดถอยของสถานี j ของข้อมูลวันที่ i
 F = ขอบเขตของความเชื่อมั่นของสมการถดถอย ในกรณีนี้ $F = 3$

4. ข้อมูลที่ขาดหายไปหรือช่องว่างของข้อมูล (Missing data and data gap)

ข้อมูลที่ขาดหายไปหรือช่องว่างของข้อมูลในอนุกรมข้อมูลรายวัน รวมทั้งข้อมูลที่สงสัยและค่าผิดปกติจากการตรวจเช็คด้วย 3 วิธีข้างต้น ทำการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และต่อเนื่องในอนุกรมข้อมูล โดยใช้วิธีของ Hubbard (2001) ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$V_{ei} = \sum_{j=1}^N [VF_{ij} \times RMSE_j^{-2}] / \sum_{j=1}^N RMSE_j^{-2} \quad (4)$$

ในขณะที่ V_{ei} = ค่าประมาณของข้อมูลที่ขาดหายไปและเครื่องหมายอื่น ๆ เหมือนกันกับสมการที่ 3

5. การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูล

Penalized maximal T และ F Tests (Wang et al., 2007; Wang, 2008) ซึ่งถูกพัฒนาและปรับปรุงให้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบ และปรับแก้ความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของข้อมูล ภูมิอากาศภายใต้โครงการ Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/ World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project's Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) (<http://www.clivar.org/organization/etccdi/indices.php>) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลฝน โดยทำการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลดังกล่าว หลักการของเทคนิค Penalized maximal T และ F Tests ในการระบุการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดในอนุกรมข้อมูล โดยทำการเปรียบเทียบ Goodness of fit ระหว่างโมเดล Two-phase regression กับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของอนุกรมข้อมูลทั้งหมด Wang et al. (2007) และ Wang (2008) ได้อธิบายรายละเอียดและขั้นตอนของ Penalized maximal T และ F Tests และ FORTRAN source code มีรายละเอียดใน <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/software.shtml> เทคนิค Penalized maximal T และ F Tests

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของข้อมูลราย 3 ชั่วโมงและรายวันที่ได้สกัดจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	ระยะเวลาของข้อมูล (ค.ศ.)
552201	นครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	1981-2011
560301	พัทลุง สกษ.	พัทลุง	2006-2011
568501	สงขลา	สงขลา	1981-2011
551201	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	1981-2011
561201	ตะกั่วป่า	พังงา	1981-2011
566201	เกาะลันตา	กระบี่	1981-2011
567201	ตรัง	ตรัง	1981-2011

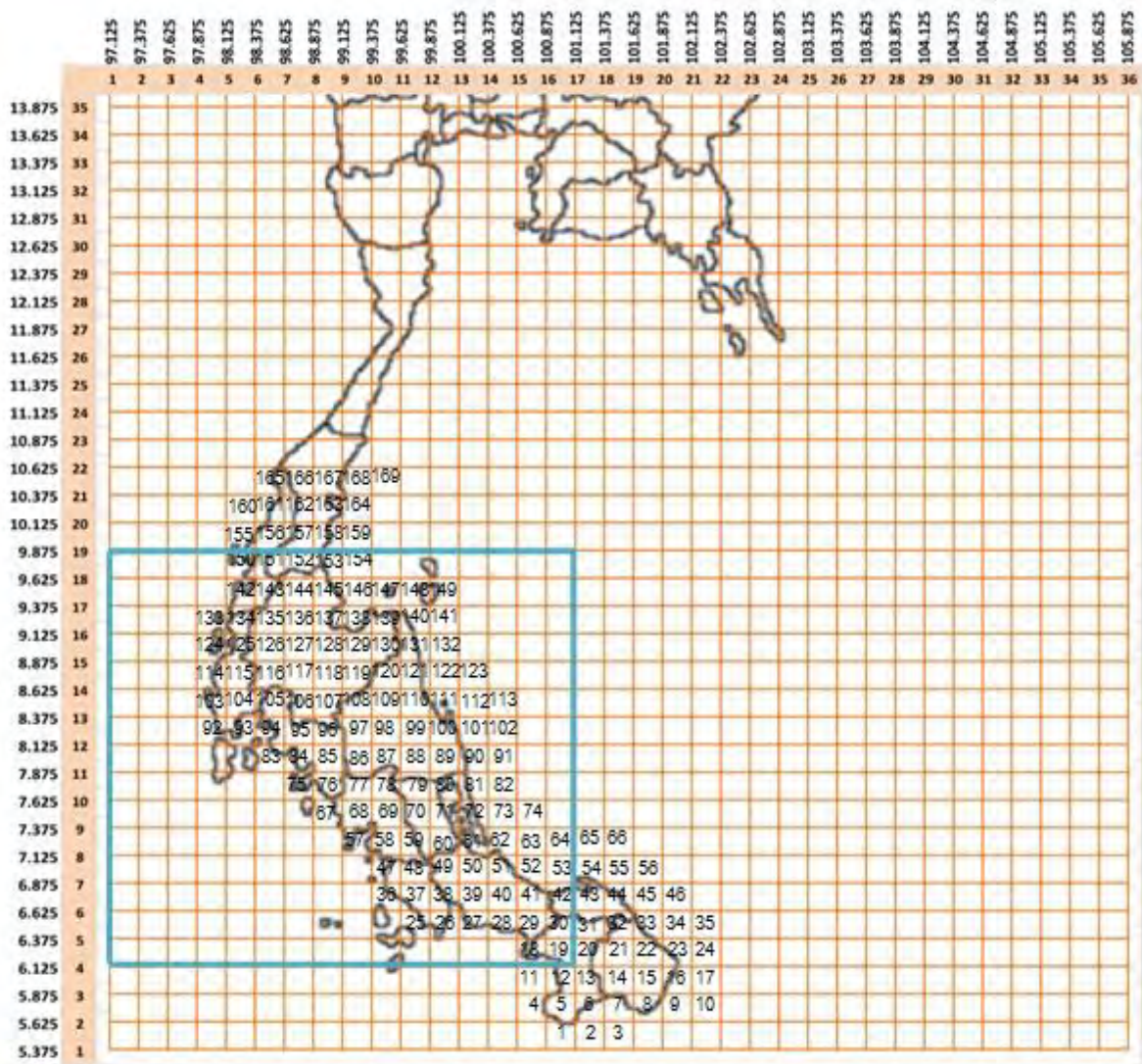
หมายเหตุ : ระยะเวลาของข้อมูลทั้ง 5 ตัวแปร คือ ฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการระเหย

3.3.2 ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมงแบบกริดจากดาวเทียม TRMM

TRMM เป็นดาวเทียมที่ปฏิบัติการร่วมระหว่างประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อติดตามตรวจสอบหยาดน้ำฟ้าในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน และเพื่อประมาณความร้อนแฝง (Latent heat) ที่เกี่ยวข้องกับการก่อตัวของเมฆ/หยาดน้ำฟ้า (TRMM, 2010a) โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ ค.ศ. 1997 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน Sensor หลักที่ใช้ตรวจวัดหยาดน้ำฟ้าของดาวเทียม TRMM ประกอบด้วย Precipitation Radar (PR), TRMM Microwave Image (TMI) และ Visible/Infrared Scanner (VIRS) (NASA, 2010) ฐานข้อมูลความละเอียดสูงแบบกริดที่ตรวจวัดจากดาวเทียม TRMM ที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ข้อมูลหยาดน้ำฟ้ารายวันระดับ 3 (Level 3) TRMM 3B-42 version 6 (TRMM merged high quality/Infrared (IR) precipitation) ซึ่งถูกประมวลโดย TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA) (Huffman et al., 2007) TRMM 3B-42 version 6 ได้ถูกจัดทำจากการรวมข้อมูล Passive microwave ที่ตรวจวัดด้วย TMI (Special Sensor Microwave Imager (SSM/I), Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR) และ Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU) เพื่อจัดทำข้อมูล TRMM คุณภาพสูงที่รวม Infrared precipitation และประมาณค่า Root-mean-square (RMS) precipitation error (Huffman et al., 2007; TRMM, 2010b) ข้อมูล 3B-42 มีความละเอียดเชิงพื้นที่ เท่ากับ $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ และความละเอียดเชิงเวลา เท่ากับ 3 ชั่วโมง ซึ่งครอบคลุมรอบโลกตั้งแต่เส้นรุ้ง 50 องศาใต้ถึงเส้นรุ้ง 50 องศาเหนือ 3B-42 version 6 อัลกอริธึม (Algorithm) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรก ใช้ข้อมูล TRMM VIRS และ TMI (ผลผลิตของ TRMM เวอร์ชัน 1B01 และ 2A12) และตัวแปรสอบเทียบจากข้อมูล TMI/TRMM รายเดือน เพื่อจัดทำปัจจัยสอบเทียบรายเดือนของ IR และขั้นตอนที่สอง ใช้ปัจจัยสอบเทียบรายเดือนของ IR เพื่อปรับแก้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้า Merged-IR (Huffman et al., 2007; TRMM, 2010b) ทั้งนี้ ข้อมูล TRMM ราย 3 ชั่วโมงระดับ 3 (Level 3) ได้ผ่านกระบวนการควบคุมคุณภาพหลายขั้นตอน โดยวิธีการควบคุมคุณภาพข้อมูล เป็นส่วนหนึ่งของ Algorithm ที่ใช้ประมวลข้อมูล

Chokngamwong and Chiu (2008) ได้นำข้อมูลฝนรายวันที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 100 สถานี ในระหว่าง ปี ค.ศ. 1993 – 2002 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล TRMM 3B-42 version 6 ในบริเวณประเทศไทย ผลการศึกษา พบว่า ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าจาก TRMM 3B-42 version 6 มีค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกับข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดผิวพื้น โดย Bias, Root-mean-square difference (RMSD) และ Mean absolute difference (MAD) มีค่า -0.12, 11.89 และ 5.02 ตามลำดับ และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ TRMM 3B-42 version 5 (0.89, 11.81 และ 5.71) ซึ่งแสดงถึงข้อมูลดาวเทียม TRMM แบบกริดที่มีความละเอียดสูงในบริเวณประเทศไทย มีความถูกต้องและแม่นยำเพิ่มขึ้นหลังจากประมวลผลด้วย TMPA algorithm

การศึกษานี้ ได้ดาวน์โหลดและสกัดข้อมูล TRMM ราย 3 ชั่วโมงซึ่งถูกจัดอยู่ในรูป netCDF file ที่มีขนาดไฟล์ประมาณ 4.40 MB ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่บริเวณภาคใต้ (5.375° ถึง 10.625° latitude, 97.875° ถึง 102.375° longitude) จำนวน 198 blocks (รูปที่ 3.6) ระหว่างเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1998 – เดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 2011 (14 ปี) โดยทำการดาวน์โหลดฐานข้อมูลจาก Goddard Earth Sciences Data and Information Service Center จำนวนข้อมูลที่ได้ดาวน์โหลดและสกัดมีทั้งสิ้น 39,408 ไฟล์ และในแต่ละไฟล์ ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง โดยพบว่าข้อมูลมีความสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งเปอร์เซ็นต์การสูญหายของข้อมูล น้อยกว่า 0.03% ทั้งนี้ ข้อมูลในแต่ละกริด ได้ถูกจัดเรียงเป็นอนุกรมเวลาเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลและวิเคราะห์ทางสถิติในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.6 โดเมนของข้อมูลหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมง แบบกริดขนาด $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ซึ่งครอบคลุม 7 จังหวัดของภาคใต้ระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 ที่สกัดจากฐานข้อมูลดาวเทียม TRMM

3.3.3 ข้อมูลผลผลิตยางพารา

ข้อมูลผลผลิต ข้อมูลเนื้อที่ยืนต้นและเนื้อที่เปิดกรีดยางพาราตามรายจังหวัด ในพื้นที่ 7 จังหวัดในภาคใต้ (สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ตรัง กระบี่ และพังงา) ได้ถูกรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง สถาบันวิจัยการยางและสหกรณ์รับซื้อน้ำยาง ข้อมูลผลผลิตยางพาราในช่วงปี พ.ศ. 2548-2553 (2005-2010) เป็นข้อมูลที่ได้มีการบันทึกแบบรายเดือนต่อผลผลิต (ตัน) ทั้งนี้ ได้ทำการ Normalize ด้วยพื้นที่เปิดกรีด เพื่อให้ข้อมูลผลผลิตยางพารา สามารถเปรียบเทียบรูปแบบความแปรปรวนและอัตราผลผลิตในแต่ละจังหวัดได้ ในส่วนของข้อมูลเนื้อที่ยืนต้นและข้อมูลเนื้อที่เปิดกรีดของยางพารา เป็นข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2553 (2000-2010) ซึ่งมีการบันทึกแบบจำนวนไร่ต่อปี ผลผลิตยางพารารายปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2553 (2000-2010) สำหรับพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง (พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล และตรัง) ยังได้ถูกรวบรวมเพิ่มเติมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ข้อมูลผลผลิตยางพาราในภาพรวมทั้งประเทศที่ส่งออกรายปีของประเทศไทยตั้งแต่ปี 1961 ถึง 2010 (50 ปี) ได้ถูกดาวน์โหลดจากฐานข้อมูลขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization; FAO) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ ผ่านกระบวนการควบคุมคุณภาพ ก่อนนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรอบฤดูกาลและระหว่างปี ระหว่างผลผลิตยางพาราและความแปรปรวนและสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศในขั้นตอนการดำเนินงานในระยะต่อไป

3.3.4 ข้อมูลที่ตรวจวัดและรวบรวมจากแปลงสวนยางพารานำร่อง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปีและผลผลิตน้ำยางจาก 7 สวนยางพารา ใน 7 จังหวัด คือ 1) อ. พุนพิน จ. สุราษฎร์ธานี 2) อ. พระพรหม จ. นครศรีธรรมราช 3) อ. เมืองพัทลุง จ. พัทลุง 4) อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 5) อ. ย่านตาขาว จ. ตรัง 6) อ. เหนือคลอง จ. กระบี่ และ 7) อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา ได้ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปี และเก็บผลผลิตในรอบปี วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน รวมไปถึงประเมินความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพื้นที่ใบกับผลผลิตยางพาราภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ภาคใต้ฝั่งอันดามัน และรวมภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยกับฝั่งอันดามัน เก็บข้อมูลการเกิดโรคในรอบปี ได้แก่ โรคราแป้ง โรคไฟทอปทอรา โรคใบจุด และการประเมินดัชนีความรุนแรงของโรค นอกจากนี้ มีการบันทึกการระบาดของโรครากขาวในจังหวัดที่ทำการศึกษ

3.3.5 ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคลในจังหวัดพัทลุง

ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคล ได้ถูกรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางใน 4 สำนักงาน ครอบคลุมพื้นที่ 11 อำเภอ ของ จ.พัทลุง ประกอบด้วย (1) สำนักงานอำเภอเมือง ครอบคลุมพื้นที่ อ.เมือง อ.งขลา อ.ศรีนครินทร์ (2) สำนักงานอำเภอบางแก้ว ครอบคลุมพื้นที่ อ.บางแก้ว อ.เขาชัยสน อ.ตะโหมด (3) สำนักงานอำเภอควนขนุน ครอบคลุมพื้นที่ อ.ควนขนุน อ.ป่าพะยอม อ.ศรีบรรพต (4) สำนักงานอำเภอป่าบอน ครอบคลุมพื้นที่ อ.ป่าบอน อ.ปากพะยูน ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้รวบรวม เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกในแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม

ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพารารายบุคคล เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 และเหตุการณ์ปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมเป็นข้อมูลรายบุคคล เจ้าของสวนยางพาราเป็นผู้ดำเนินการแจ้งขอความช่วยเหลือในรูปแบบคำร้องต่อเจ้าหน้าที่กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง และเจ้าหน้าที่ฯ เป็นผู้เข้าไปตรวจสอบความเสียหายในพื้นที่สวนยางพารา พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสวนยางพาราเสียหายลงในแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม โดยข้อมูลที่รวบรวมมีรายละเอียดดังนี้

1. ปีที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัย วาตภัย และดินโคลนถล่ม (ปี พ.ศ.)
2. ที่อยู่เจ้าของสวนยางพารา ตามบัตรประชาชน (บ้านเลขที่ หมู่ ตำบล อำเภอ)
3. ที่ตั้งสวนยางพารา (บ้าน หมู่ ตำบล อำเภอ)
4. ข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย (เนื้อที่/ไร่ จำนวนต้นที่ปลูก/ต้น อายุ/ปี/เดือน)
 - 4.1 สวนอยู่ระหว่างการสงเคราะห์
 - เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
 - เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
 - เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
 - ปลูกซ่อม/ค้ำยัน (ต้น)
 - ปลูกซ่อมไม่ได้ (ต้น)
 - 4.2 สวนยางเปิดกรีดแล้ว
 - เนื้อที่ (ไร่)
 - จำนวน (ต้น)
 - เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
 - เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
 - เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
 - ยกค้ำยัน (ต้น)
 - ยกค้ำยันไม่ได้ (ต้น)
 - 4.3 สวนยางปลูกเองยังไม่เปิดกรีด / สวนยางพันสงเคราะห์ยังไม่เปิดกรีด
 - เนื้อที่ (ไร่)
 - จำนวน (ต้น)
 - อายุ (ปี/เดือน)
 - เสียหายเสียหายสวนทั้งแปลง (ไร่)
 - เสียหายเสียหายสวนบางส่วน (ไร่)
 - เสียหายไม่เสียหายสวน (ต้น)
 - ปลูกซ่อม (ต้น)
 - ยกค้ำยัน (ต้น)
 - เสียหายไม่เสียหายสวน/ปลูกซ่อมค้ำยันไม่ได้ (ต้น)
5. จำนวนเงินชดเชย (บาท)

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย การคัดลอกข้อมูลใน 5 ประเด็นข้างต้นจากแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม จากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางทั้ง 4 สำนักงาน จำนวนทั้งสิ้น 14,242 ชุด (รายบุคคล) และตรวจสอบคุณภาพข้อมูลเพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนและความสอดคล้องรวมทั้งความสมเหตุสมผลของข้อมูล ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ความเสียหายเชิงพื้นที่ของสวนยางพารา รวมถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ มีรายละเอียดในหัวข้อ 3.4.3 วิธีการและเทคนิควิเคราะห์ข้อมูล

3.4 วิธีการและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในภาคใต้ที่เชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาคและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพารา

สำหรับกิจกรรมที่ 1 เทคนิคทางสถิติพหุเชิงพหุ (descriptive multivariate statistic) หลายเทคนิค นำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และความแปรปรวนเชิงเวลาในคาบเวลาตั้งแต่ฤดูกาลถึงระหว่างปี ตลอดจนสกัดลักษณะความแปรปรวนที่โดดเด่น เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญในภูมิภาคอินโด-แปซิฟิก รวมทั้งหาความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงซ้อนและ Non-linear ระหว่างความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราในรอบปี ซึ่งเทคนิคทางสถิติพหุเชิงพหุ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. เทคนิคฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function; EOF)

เทคนิค EOF มีหลักการบนพื้นฐานการสกัดและแยกฐานข้อมูลขนาดใหญ่ให้อยู่ในรูปแบบฟังก์ชันพื้นฐานของ Orthogonal (Eigenvalue/Eigenvector) ด้วยการแปลงเชิงเส้นตรง เพื่อลดมิติของจำนวนตัวแปรให้เหลือจำนวนน้อยลง แต่สามารถอธิบายความแปรปรวนส่วนใหญ่ในฐานข้อมูลเดิม (Preisendorfer, 1988; Hannachi et al., 2007) โดย EOF ของเมตริกซ์ข้อมูล $F(t,x)$ สำหรับตัวแปร t ($t = t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$) ที่ตำแหน่ง x ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$) สามารถแสดงในสมการที่ 5

$$F(t, x) = \sum_{j=1}^p a_j(t)(u_j(x)), \quad (5)$$

โดยที่ p =จำนวนโหมดของ $u_j(x)$ ส่วน $a_j(t)$ = Principal score ในโหมด j สำหรับ $a_1 u_1$ = ผลรวมเชิงเส้นโหมดที่ 1 ของเมตริกซ์ F ที่มีความแปรปรวนสูงสุดในขณะที่ $a_2 u_2$ = ผลรวมเชิงเส้นโหมดที่ 2 ของเมตริกซ์ F ที่มีความแปรปรวนเป็นลำดับที่ 2 ทั้งนี้ แต่ละโหมดที่ถูกสกัดออกจากฐานข้อมูลเดิม เป็นอิสระต่อกันหรือมีคุณสมบัติ Orthogonality ซึ่งผลรวมความแปรปรวนในแต่ละโหมด จะเท่ากับความแปรปรวนในฐานข้อมูลเดิม โดยปกติ ความแปรปรวนส่วนใหญ่ มักปรากฏอยู่ในโหมดแรก ๆ ของ EOF (Preisendorfer, 1988; Jolliffe, 2002; Hannachi et al., 2007) วิธี EOF คำนวณจากเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) ของฐานข้อมูลเดิม เพื่อจำแนกข้อมูลเดิมออกเป็นค่า Eigenvalue, Eigenvector และ Principal score สมการสำหรับการวิเคราะห์ PCA สรุปได้ดังนี้

$$Z^*E = E^*L \text{ หรือ } (Z-L)^*E = 0 \quad (6)$$

$$A = Z^*E \quad (7)$$

$$E^*E^T = E^T E = I \quad (8)$$

$$A^T A = L \quad (9)$$

โดยที่ Z = เมตริกซ์ขนาด $n \times p$ โดย n =เวลา และ p =สถานีทั้งหมด

E = เมตริกซ์ของ Eigenvector ขนาด $p \times p$

L = เมตริกซ์ทแยงของ Eigenvalue ขนาด $p \times p$ โดยตำแหน่ง Off-diagonal มีค่าเป็นศูนย์

A = เมตริกซ์ของ Principal score ขนาด $p \times p$

I = เมตริกซ์ทแยงที่ตำแหน่ง Diagonal มีค่าเป็นหนึ่ง ในขณะที่ ตำแหน่ง Off-diagonal มีค่าเป็นศูนย์

2. ฟังก์ชันฮาร์โมนิก (Harmonic function)

ฟังก์ชันฮาร์โมนิก เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นซ้ำในคาบเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นซ้ำในรูปของ Sine และ Cosine function เพื่อแสดงถึงแอมพลิจูดและเฟส ตัวอย่างเช่น ฟังก์ชันฮาร์โมนิก ถูกนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์แอมพลิจูดและเฟสของวงจรรอบวัน และน้อยกว่าหนึ่งวันของฝน (Diurnal/Semidiurnal cycle) (Dai et al., 2007; Roy and Balling, 2007; Yin et al., 2009) ซึ่งฟังก์ชันฮาร์โมนิก ได้ถูกอธิบายโดย Wilks (2006) ดังนี้

$$y_t = \bar{y} + \sum_{k=1}^{n/2} \left\{ C_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T} - \phi_k\right) \right\}, \quad (10)$$

$$y_t = \bar{y} + \sum_{k=1}^{n/2} \left\{ A_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + B_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \right\}, \quad (11)$$

ในขณะที่ y_t = ข้อมูลค่าเฉลี่ยในระยะยาวของหยาดน้ำฟ้า ณ เวลา t , $\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ย, n = จำนวนข้อมูลในรอบวัน, C = แอมพลิจูด, T = คาบเวลา, ϕ = เฟส, k = ลำดับของฟังก์ชันฮาร์โมนิก, A และ B = พารามิเตอร์ของฟังก์ชันฮาร์โมนิก ทั้งนี้ A, B, C และ ϕ ในแต่ละลำดับของฟังก์ชันฮาร์โมนิก สามารถประมาณได้จาก

$$A_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \quad (12)$$

$$B_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \quad (13)$$

$$C_k = [A_k^2 + B_k^2]^{1/2}, \quad (14)$$

$$\phi_k = \begin{cases} \tan^{-1}(B_k / A_k), & A_k > 0 \\ \tan^{-1}(B_k / A_k) \pm \pi, & A_k < 0 \\ \pi/2, & A_k = 0 \end{cases} \quad (15)$$

เฟสของฟังก์ชันฮาร์โมนิก จะสอดคล้องกับเวลาที่แอมพลิจูดมีค่าสูงสุด ดังนี้

$$t_{\max} = \phi_k \frac{T}{2\pi k}, \quad (16)$$

ส่วนสัดส่วนของความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันฮาร์โมนิกแต่ละลำดับ คำนวณได้ดังนี้

$$R_k^2 = \frac{\frac{n}{2} C_k^2}{(n-1) S_y^2}, \quad (17)$$

3. Kendall's tau correlation (τ)

เป็นเทคนิคทางสถิติแบบนอนพาราเมตริก (Non-parametric) ที่ใช้วิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร ซึ่งความสัมพันธ์ถูกวิเคราะห์บนพื้นฐานของชุดข้อมูลที่ได้จัดเรียงลำดับ (Rank) เช่นเดียวกับ Spearman's rank correlation (Kendall, 1990) สมการที่ 18 ใช้คำนวณสัมประสิทธิ์ของ Kendall's tau correlation

$$\tau = \frac{C - D}{C + D} = \frac{C - D}{\frac{n \cdot (n-1)}{2}} = \frac{C - D}{\binom{n}{2}} = \frac{C - D}{2! \frac{n!}{(n-2)!}} \quad (18)$$

โดยที่ C = Concordant pairs (rank ของตัวแปรที่สองมากกว่า rank ของตัวแปรก่อนหน้า)

D = Discordant pairs (rank เท่ากับหรือน้อยกว่า rank ของตัวแปรแรก)

Kendall's tau correlation มักถูกแปลผลในบริบทของความน่าจะเป็นระหว่าง Concordant และ Discordant pairs ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจาก Pearson และ Spearman correlation สัมประสิทธิ์ของ Kendall's tau correlation มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยที่ค่า τ แสดงถึงระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างสองตัวแปร

4. Ordinary Least Square (OLS) regression

เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ความชันของเส้นตรง หรือรู้จักกันในนามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรง (Linear trend) ที่ใช้ Fit ชุดข้อมูลด้วยสมการถดถอย (Linear regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร โดยเทคนิค OLS เลือกเฉพาะเส้นตรงที่ Fit ข้อมูลแล้ว ทำให้ผลรวมของ Squared error มีค่าน้อยที่สุด (Wilks, 2006) สำหรับชุดข้อมูล (x,y) เส้นตรงที่ใช้ Fit ข้อมูลแล้ว ทำให้ Squared ของเส้นแนวดิ่งระหว่างเส้นตรงและจุดของข้อมูลมีค่าน้อย ได้ดังนี้

$$\hat{y} = a + bx, \quad (19)$$

รูปที่ 3.7 แสดงระยะทางตามแนวดิ่งระหว่างจุดข้อมูลและเส้นตรง หรือค่า Error (Residual) ซึ่งนิยามได้ดังนี้

$$e_i = y_i - \hat{y}(x_i). \quad (20)$$

ทั้งนี้ เมื่อรวมสมการที่ 19 และ 20 เข้าด้วยกันแล้ว ได้สมการถดถอย ดังแสดงในสมการที่ 21

$$y_i = \hat{y}_i + e_i = a + bx_i + e_i, \quad (21)$$

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าที่แท้จริงของ Predictand คือ ผลรวมของค่าพยากรณ์ (19) และค่า Error ดังนั้น ค่า Intercept (a) และ Slope (b) สามารถประมาณ เพื่อให้ผลรวมของ Squared residual มีค่าน้อยที่สุด ได้ดังนี้

$$\sum_{i=1}^n (e_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - [a + bx_i])^2, \quad (22)$$

ขั้นตอนต่อไป เป็นการแก้ปัญหาในเชิงแคลคูลัส (Calculus) เพื่อลด Residual ให้น้อยที่สุดของสองตัวแปรของสมการถดถอย คือ a และ b โดยการประยุกต์ใช้ Differential calculus เพื่อคำนวณค่า a และ b จากอนุพันธ์ (Derivative) ของสมการที่ 22 ในกรณีที่ทั้งสองค่าถูกกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้ อนุพันธ์ของสมการที่ 22 สำหรับตัวแปร a และ b ที่ทราบค่า คือ

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n (e_i)^2}{\partial a} = \frac{\partial \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0 \quad (23)$$

และ

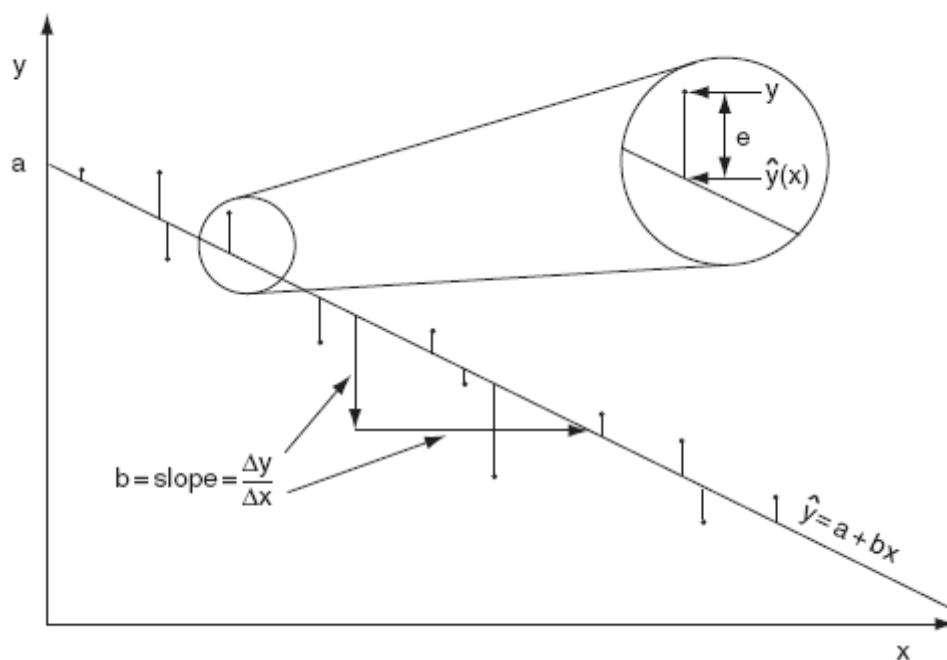
$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n (e_i)^2}{\partial b} = \frac{\partial \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n [x_i (y_i - a - bx_i)] = 0. \quad (24)$$

ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการประมาณค่า a และ b ด้วย

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (25)$$

และ

$$a = \bar{y} - b\bar{x}. \quad (26)$$



รูปที่ 3.7 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่ง $\hat{y} = a + bx$ ถูกคัดเลือกเพื่อลดความแตกต่าง (Residual; e) ระหว่างเส้นตรงและจุดข้อมูล ทั้งนี้ OLS regression เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ผลรวมของ Squared ของเส้นแนวตั้งระหว่างเส้นตรงและจุดของข้อมูล

5. ดัชนีสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศ (Extreme climate index)

ดัชนีสภาวะความรุนแรงของภูมิอากาศที่นิยามและเสนอแนะโดย Joint World Meteorological Organization (WMO) Commission for Climatology (CCI)/World Climate Research Program (WCRP) Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Project's Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) (Peterson, 2005) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ และฝนของข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นและข้อมูลดาวเทียม TRMM ประกอบด้วย ดัชนีสำหรับสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ 11 ดัชนี (ตารางที่ 3.4) ดัชนีสำหรับสภาวะความรุนแรงของฝน 8 ดัชนี (ตารางที่ 3.5) ซึ่งดัชนีทั้งหมดดังกล่าว ถูกคำนวณจากอนุกรมข้อมูลรายวัน เพื่อแสดงจำนวนเหตุการณ์สภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ในคาบเวลาหนึ่งปี (Annual time scale)

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ

ID	Indicator name	Definitions	Units
1.	Tmax	Annual daily maximum (TX)	°C
2.	Tmean	Mean annual temperature	°C
3.	Tmin	Annual daily minimum (TN)	°C
4.	Warm days (TX90p)	Percentage of days when TX > 90 th percentile	Days
5.	Warm nights (TN90p)	Percentage of days when TN > 90 th percentile	Days
6.	Cool days (TX10p)	Percentage of days when TX < 10 th percentile	Days
7.	Cool nights (TN10p)	Percentage of days when TN < 10 th percentile	Days
8.	Cold spell duration indicator (CSDI)	Annual count of days with at least 6 consecutive days when TN < 10 th percentile	Days
9.	Warm spell duration indicator (WSDI)	Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX > 90 th percentile	Days
10.	SU35	Annual count when TX > 35°C	Days
11.	TR25	Annual count when TN > 25°C	Days

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน

ID	Indicator name	Definitions	Units
1.	PRCPTOT	Annual total rainfall in wet day (rainfall ≥ 1.0 mm)	mm
2.	Annual total wet days (WETtot)	Annual count of days when rainfall ≥ 1.0 mm	days
3.	Simple daily intensity index (SDII)	Annual total rainfall divided by the number of wet days (defined as rainfall ≥ 1.0 mm) in the year	Mm/day
4.	Very wet days (R95p)	Annual total rainfall when rainfall > 95th percentile	mm
5.	Max 5-day rainfall amount (RX5day)	Monthly maximum consecutive 5- day rainfall	mm
6.	Number of heavy rainfall days (R10)	Annual count of days when rainfall ≥ 1.0 mm	days
7.	Consecutive wet days (CWD)	Maximum number of consecutive days with rainfall ≥ 1.0 mm	days
8.	Consecutive dry days (CDD)	Maximum number of consecutive days with rainfall < 1 mm	days

6. ดัชนีภูมิอากาศ (Extreme climate index)

การศึกษานี้ใช้ดัชนีปรากฏการณ์เอ็นโซ่และดัชนีมรสุมเอเชีย จำนวน 7 ดัชนี เพื่อหาความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราในภาคใต้ ซึ่งแต่ละดัชนีมีรายละเอียด ดังนี้

(1) Multivariate ENSO Index (MEI) เป็นดัชนีที่คำนวณจากข้อมูล Sea-level pressure (P), Zonal wind component (U), Meridional wind component (V), Sea surface temperature (S), Near-surface temperature (A) และ Cloudiness fraction of the sky (C) ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก (รูปที่ 3.8) ด้วยเทคนิค Principal Component Analysis (PCA) โดยดัชนี MEI คือ Leading PCA mode ของทั้ง 6 ตัวแปร (Wolter and Timlin, 1993, 1998) ค่าบวกและลบของดัชนี MEI บ่งชี้ถึงแนวโน้มการเกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.9)

(2) Southern Oscillation Index (SOI) เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศระหว่างมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกและความผันแปรของซีกโลกใต้ โดยได้คำนวณจากข้อมูล Sea-level pressure ระหว่างสถานี Darwin ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย และสถานี Tahiti ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกได้ (รูปที่ 3.10) ค่าความต่างของความดันระดับน้ำทะเลระหว่าง Tahiti และ Darwin ที่ต่ำหรือสูงกว่าค่าปกติ จะสอดคล้องกับการเกิดเหตุการณ์ El Niño และ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.11) (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/soiAnnual.html>)

(3) NIÑO3.4 เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งคำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณ 5° N- 5° S และ 120° W- 170° W (รูปที่ 3.12) (http://www.cgd.ucar.edu/cas/catalog/climind/TNI_N34/) ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ จะเป็นสัญญาณทางสมุทรศาสตร์บ่งชี้ถึงเหตุการณ์ El Niño และ La Niña ตามลำดับ (รูปที่ 3.13)

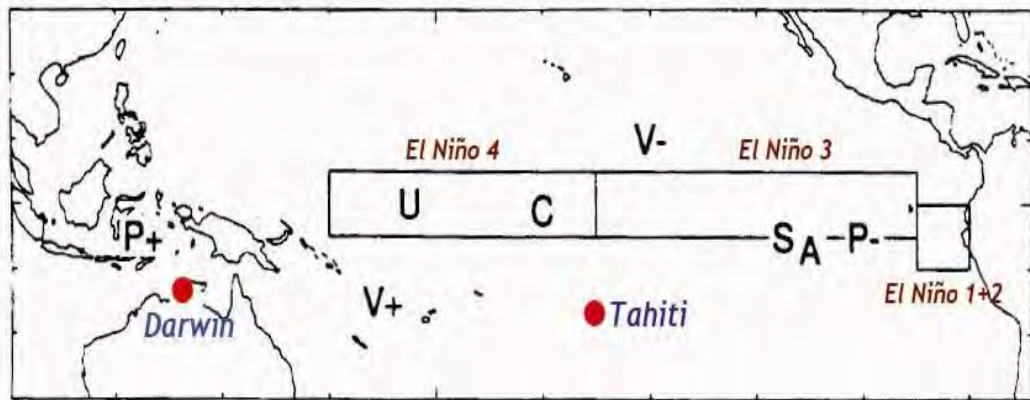
(4) Indian Summer Monsoon Index (ISMI) หรือดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย เป็นดัชนีที่นิยามบนพื้นฐานผลต่างของลมตามแนวราบที่ระดับ 850-hPa ในพื้นที่ระหว่าง 5° - 15° N, 40° - 80° E และ 20° - 30° N, 70° - 90° E (Wang et al., 2001) (<http://iprc.soest.hawaii.edu/~ykaji/monsoon/definition.html>) (รูปที่ 3.14) ค่าเฉลี่ยของดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนซึ่งตรงกับฤดูฝนในประเทศไทย ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงปีนั้นๆ มรสุมฤดูร้อนอินเดียมีกำลังแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.15)

(5) Western North Pacific Summer Monsoon Index (WNPMSI) หรือดัชนีมรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก เป็นดัชนีนิยามบนพื้นฐานผลต่างของลมตามแนวราบที่ระดับ 850-hPa เช่นเดียวกันกับดัชนี ISMI แต่ในพื้นที่ระหว่าง 5° - 15° N, 100° - 130° E และ 20° - 30° N, 110° - 140° E (Wang et al., 2001) (<http://iprc.soest.hawaii.edu/~ykaji/monsoon/definition.html>) (รูปที่ 3.14) ค่าเฉลี่ยของดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนซึ่งตรงกับฤดูฝนในประเทศไทย ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงปีนั้นๆ มรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก มีกำลังแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.16)

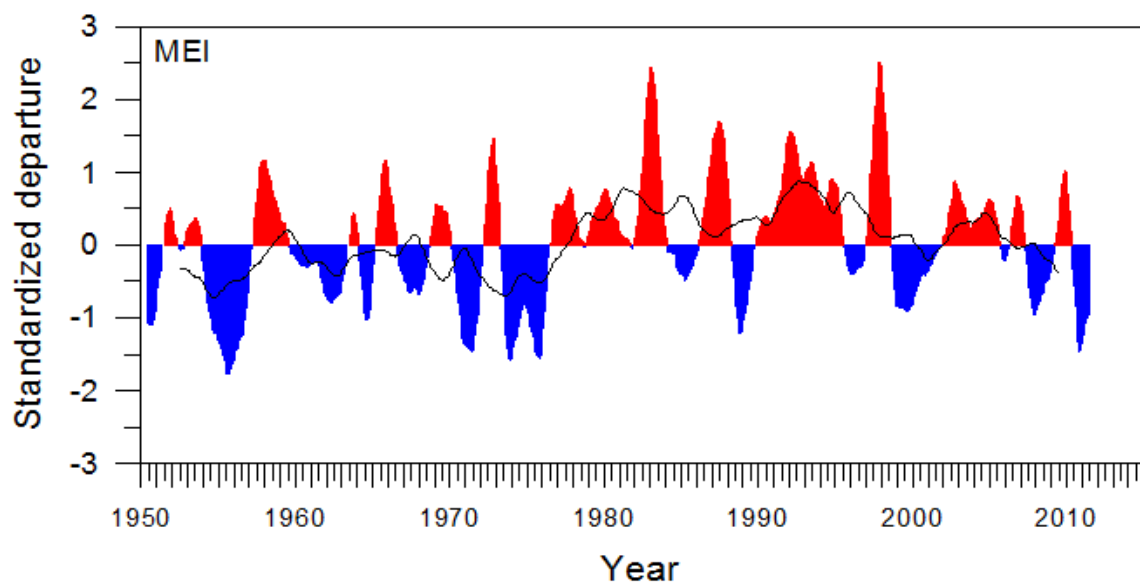
(6) East Asian Trough Intensity Index (EATII) เป็นดัชนีที่ใช้ติดตามความแรงของ East Asian Winter Monsoon ในช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ (เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยดัชนี EATII ใช้อธิบายความแรงของ East Asian Trough ซึ่งโดยปกติแกนของร่องมรสุมฤดูหนาว วางตัวตามแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เหนือเส้นรุ้งที่ 50 องศาเหนือ และวางตัวตามแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ตอนล่างของเส้นรุ้งที่ 50 องศาเหนือ โดยดัชนี EATII คือ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากข้อมูล Geopotential height ที่ระดับ 500-hPa ในพื้นที่ 25° - 50° N และ 100° - 180° E (Wang et al., 2009) โดยค่าดัชนี EATII ที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ แสดงถึงมรสุมฤดูหนาวในบริเวณเอเชียตะวันออก มีความแรงหรืออ่อนกำลังกว่าปกติ ตามลำดับ (รูปที่ 3.17)

(7) East Asian Trough Axis Index (EATAI) เป็นดัชนีที่อธิบายความแปรปรวนในการเอียงของแกน East Asian Trough ในบริเวณ Mid-latitude โดยดัชนี EATAI มีค่าเป็นบวก แสดงถึงการเอียงของแกนเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่มหาสมุทรแปซิฟิกมีกำลังแรง แต่เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศใต้มีกำลังอ่อนลง ในขณะที่ ดัชนี EATAI มีค่าเป็นลบ แสดงถึงแกนของ East Asian Trough มีลักษณะเอียงมาก ส่งผลให้เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศใต้มีกำลังแรงขึ้น แต่เส้นทางของลมที่พัดไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่มหาสมุทรแปซิฟิกมีกำลังอ่อนลง (รูปที่ 3.18) โดยดัชนี EATAI คือ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 ที่คำนวณจากข้อมูล Geopotential height ที่ 500-hPa ในพื้นที่ 25° - 50° N และ 100° - 180° E (Wang et al., 2009)

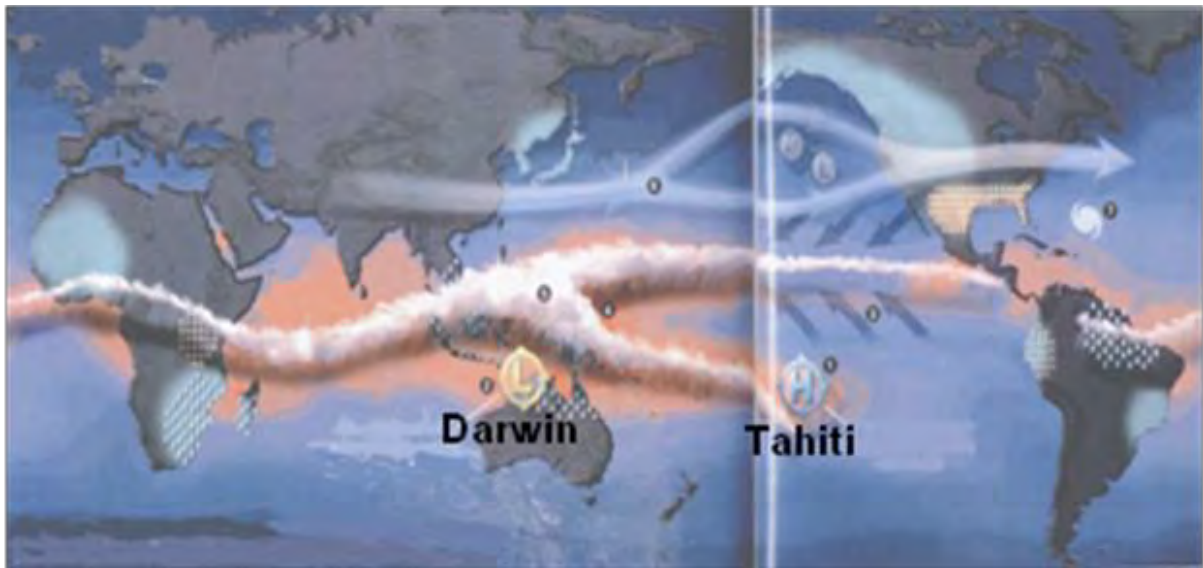
ทั้งนี้ รายละเอียดและขั้นตอนการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.19



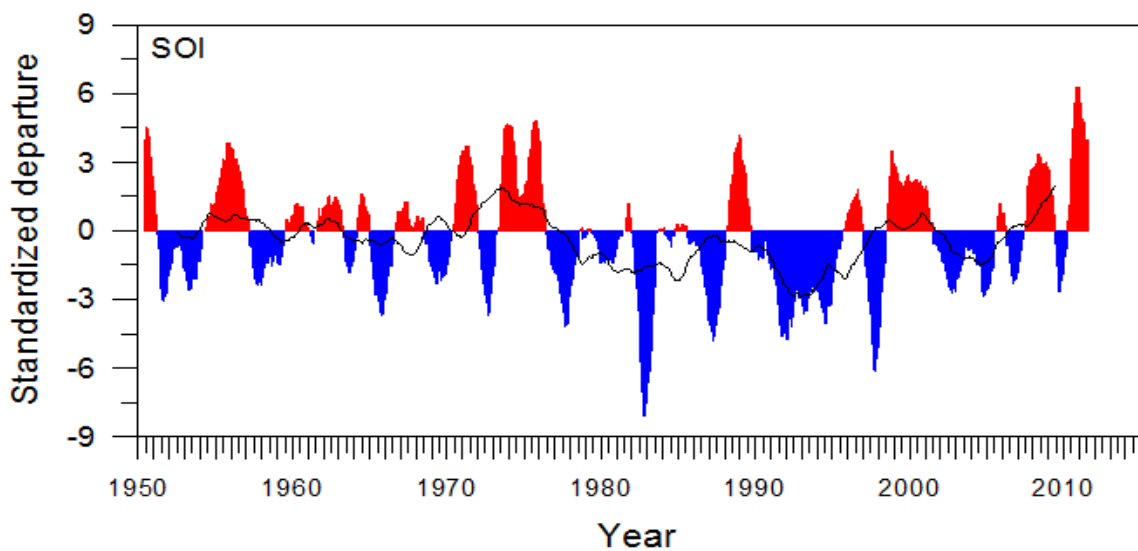
รูปที่ 3.8 แสดงโดเมนของข้อมูล Sea-level pressure (P), Zonal wind component (U), Meridional wind component (V), Sea surface temperature (S), Near-surface temperature (A) และ Cloudiness fraction of the sky (C) ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกที่ใช้คำนวณดัชนี MEI



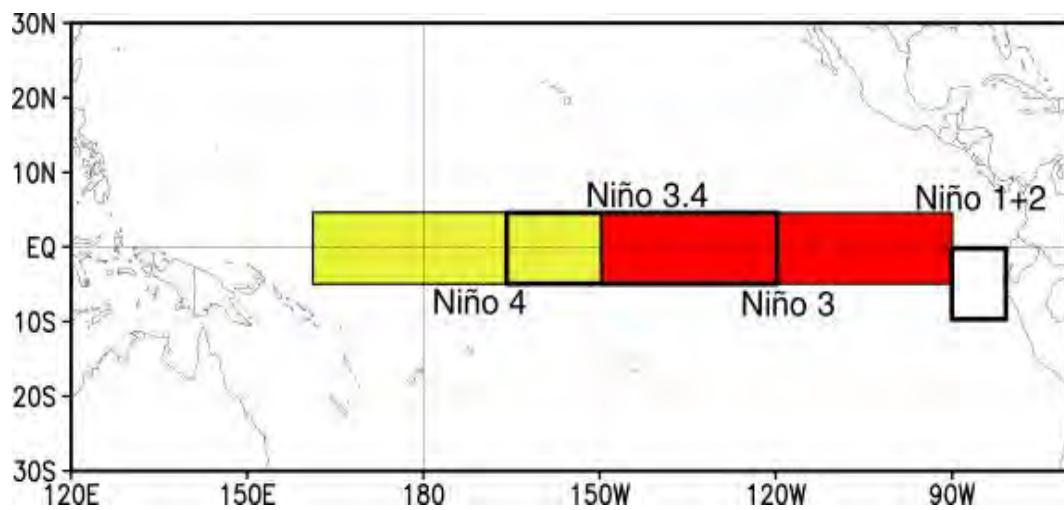
รูปที่ 3.9 ดัชนี MEI รายเดือน ระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



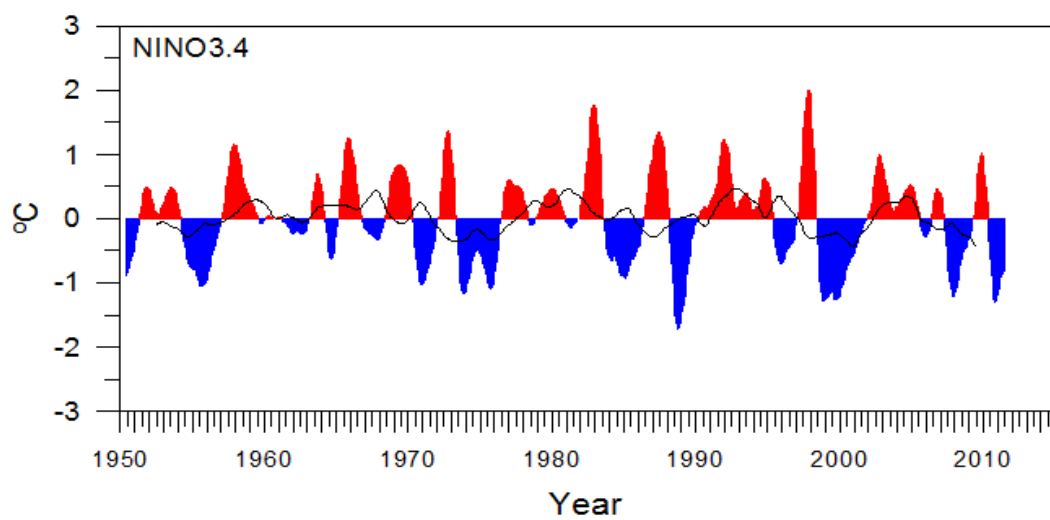
รูปที่ 3.10 แสดงสถานี Darwin ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลียและสถานี Tahiti ในตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ที่ใช้ข้อมูล Sea-level pressure เพื่อคำนวณดัชนี SOI



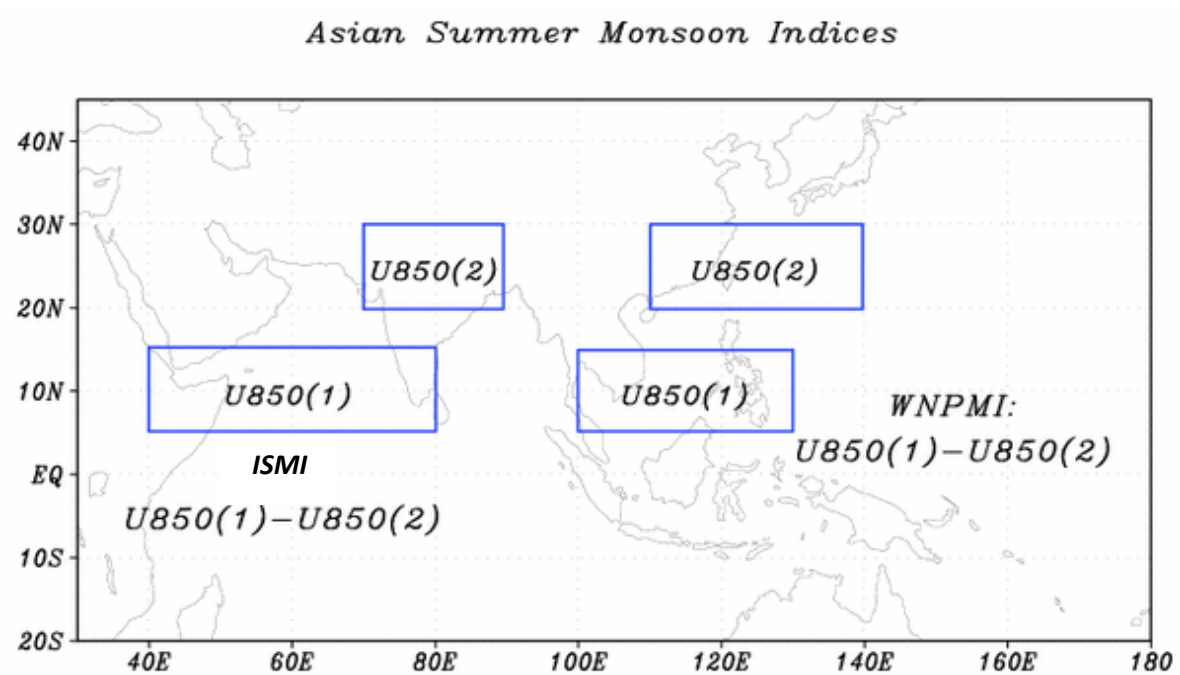
รูปที่ 3.11 ดัชนี SOI รายเดือนระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



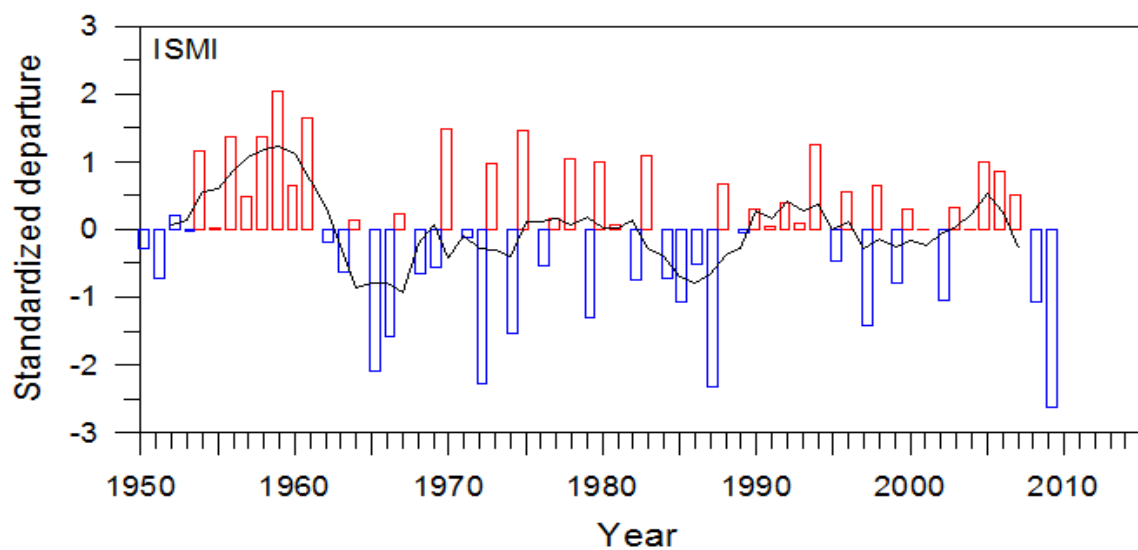
รูปที่ 3.12 แสดงโดเมนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ใช้คำนวณดัชนี NIÑO3.4



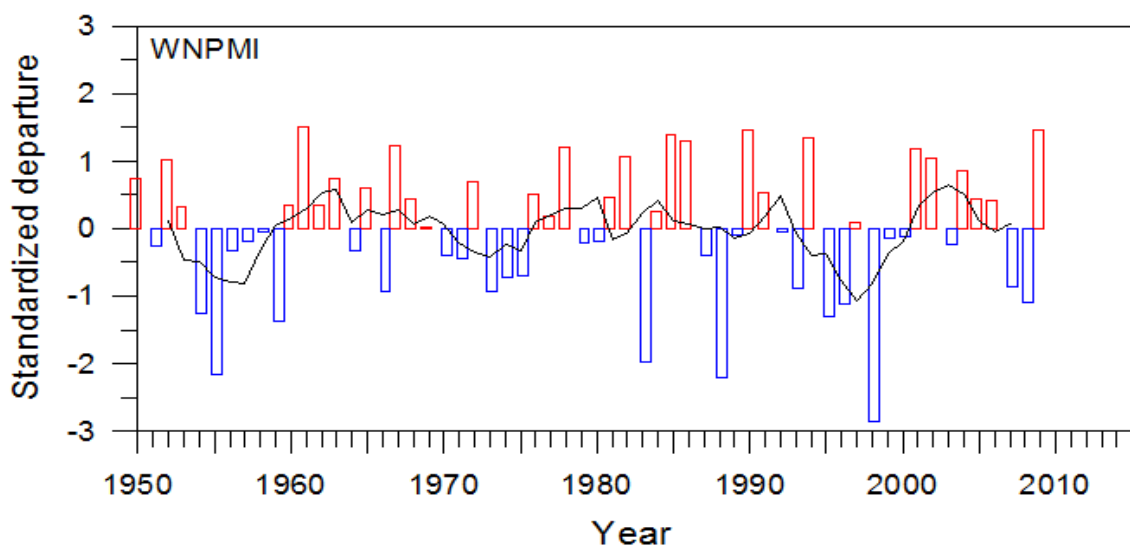
รูปที่ 3.13 ดัชนี NIÑO3.4 รายเดือนระหว่างปี 1950 ถึง 2010 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



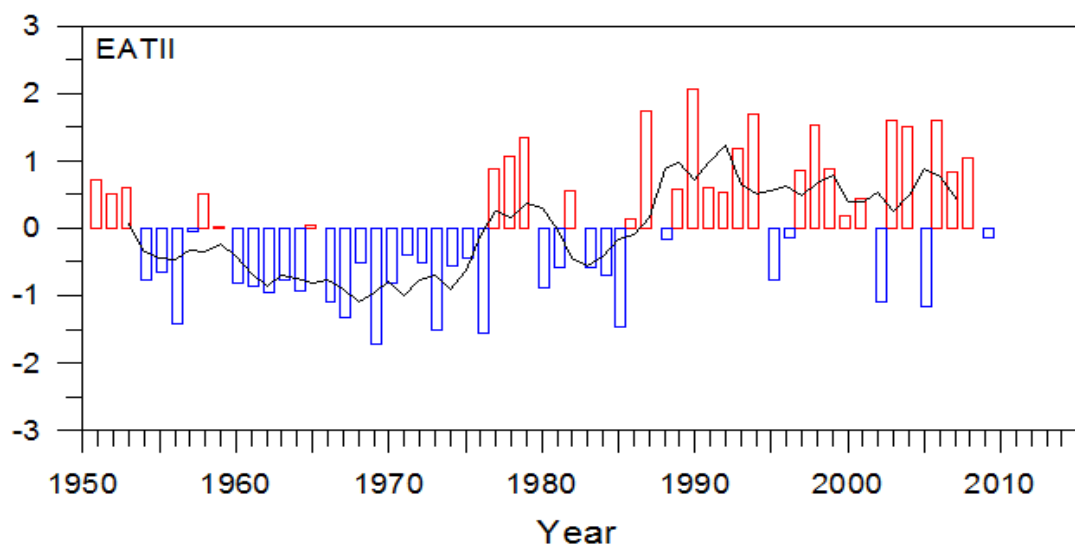
รูปที่ 3.14 แสดงโดเมนของข้อมูลลมแนวราบที่ใช้คำนวณดัชนี ISMI และ WNPMI



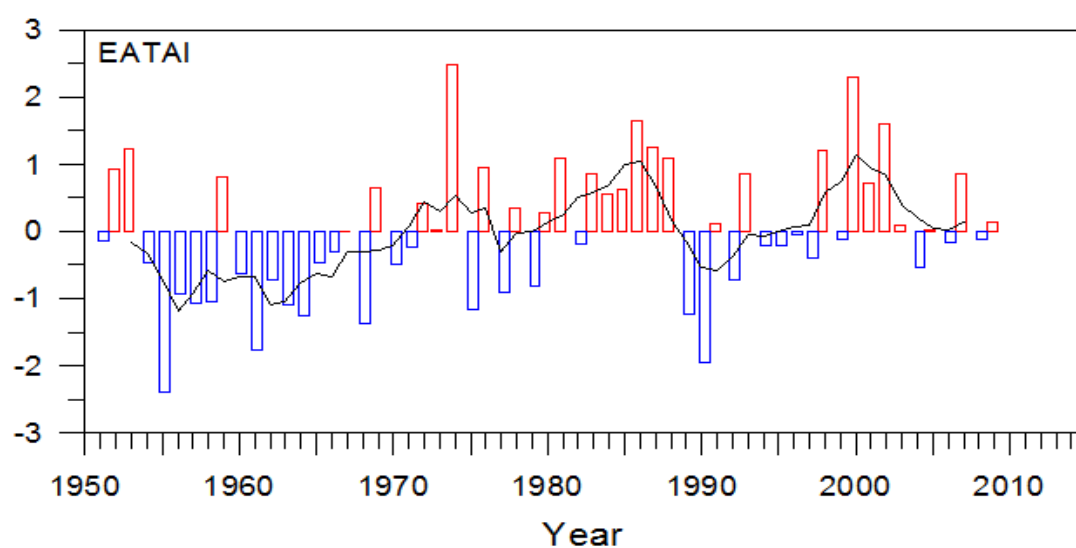
รูปที่ 3.15 ดัชนี ISMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ระหว่างปี 1950 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



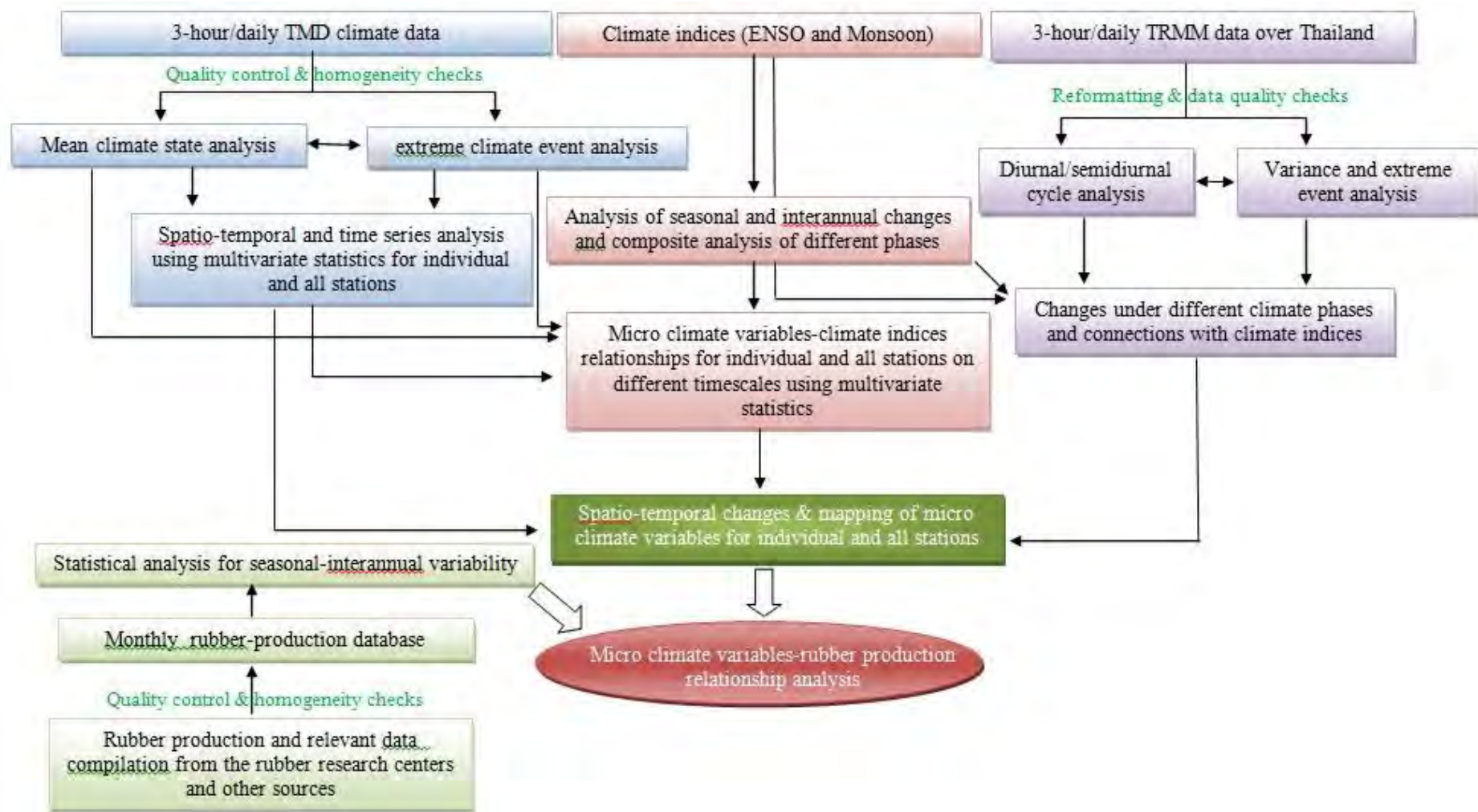
รูปที่ 3.16 ดัชนี WNPMI ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ระหว่างปี 1950 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.17 ดัชนี EATII ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระหว่างปี 1951 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.18 ดัชนี EATAI ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระหว่างปี 1951 ถึง 2009 เส้นสีดำ แสดงค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 5 ปี



รูปที่ 3.19 แสดงรายละเอียดและขั้นตอนการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 1

3.4.2 กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราต่อความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี

1. วิธีการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่นำร่อง

พื้นที่เก็บข้อมูลหลัก คือ จังหวัดสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และตรัง (รูปที่ 3.5 และตารางที่ 3.1) โดยเก็บข้อมูลจังหวัดละ 1 แปลงทดลอง รวมทั้งหมด 7 แปลงทดลอง ขนาดแปลงทดลองประมาณ 2 ไร่ ต่อสวน ที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานีตรวจอากาศไม่เกิน 20 กิโลเมตร โดยพื้นที่ในการศึกษาดังกล่าวใช้พันธุ์ยางในการศึกษาคือ RRIM 600 อายุที่เปิดกรีดแล้วระหว่าง 10-15 ปี ใช้ระบบกรีดแบบ 1/3S 2d/3 (ตารางที่ 3.1) ทำการวัดข้อมูลเบื้องต้นของต้นยางพาราของทุกแปลงก่อนเริ่มทำการทดลอง คือ วัดเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 170 เซนติเมตร จากพื้นดิน (รูป 3.20ก) โดยใช้ต้นยางพาราในแต่ละแปลงทดลองของแต่ละจังหวัด เพื่อเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ตำแหน่งที่ตั้ง และชนิดดินของแปลงทดลอง

หาตำแหน่งที่ตั้งของแปลงทดลอง โดยใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกลจากเครื่อง GPS รุ่น Besta GPS Speed Navi รวมทั้งหาความลาดชันของแปลงทดลองโดยใช้เครื่องวัดความลาดเอียงของพื้นที่

1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิรายเดือนในช่วงทำการทดลอง จากสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช พังงา กระบี่ ตรัง ซึ่งอยู่ห่างจากพื้นที่ทดลองไม่เกิน 20 กิโลเมตร (รูปที่ 3.5)

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นยางในรอบปี

2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index: LAI)

เนื่องจากยางพาราจะมีการผลัดใบในช่วงฤดูร้อน ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม จะมีการร่วงของใบและจากนั้นยางพาราจะมีการแตกใบใหม่ ดังนั้น จึงประเมินการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบ โดยการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ประเมิน LAI ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา (เงาฐาน โสภารัตน์ และคณะ, 2551) การสร้างกราฟมาตรฐานหรือสมการปรับความถูกต้องของความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงของ LAI และค่าจากการประมวลผลภาพที่ถ่ายด้วยเลนส์ตาปลา กำหนดให้ค่าจริงได้ จากการใช้วิธีการเก็บใบจากโครงตาข่าย สุ่มวางแปลงเก็บข้อมูลพื้นที่ขนาด $1 \times 1 \text{ m}^2$ วัดระยะปลูกและเส้น รอบวงของลำต้นที่ระดับ 1.70 เมตร จากพื้นดิน สุ่มติดตั้งโครงตาข่ายในพื้นที่แปลงศึกษาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ใช้โครงตาข่ายขนาดพื้นที่รองรับ 1 m^2 สวนละ 9 ชุด (รูปที่ 3.20ข) ทำการถ่ายภาพทรงพุ่มของยางพาราในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา โดยใช้โหมดการถ่ายภาพอัตโนมัติ (Sunset) ของกล้อง Nikon Coolpix 8400 สุ่มถ่ายภาพ ณ จุดที่ติดตั้งโครงตาข่ายจุดละ 2 ภาพ (รูปที่ 3.21) ทำการถ่ายภาพซ้ำทุกสิ้นเดือนตลอดทั้งปีจนสิ้นสุดการผลัดใบ นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ประมาณค่าเฉลี่ย LAI ด้วยโปรแกรมทางด้านการประมวลผลข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบ GLA (Gap Light Analyzer) (รูปที่ 3.22) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะของแปลงยางดังกล่าว โดยการสุ่มเก็บใบแห้งในฤดูกาลผลัดใบของปี จากโครงตาข่าย ๆ ละ 50 ใบ นำมารวมกันแล้วแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปย่างทั้งหมดมาจุ่มแช่น้ำ ประมาณหนึ่งคืนให้ใบยางแผ่ขยายจนมีขนาดคงเดิม แล้วนำไปทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์จน

ใบยางเรียบและแห้ง จึงนำไปวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบแล้วรวมพื้นที่ใบทั้งหมด นำค่าพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งที่ได้ทั้งหมด มาคำนวณเป็นค่า เฉลี่ยอัตราส่วนพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะ ทั้งนี้ ติดตามเก็บใบยางพาราจากโครงตาข่ายมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบในแต่ละเดือน โดยนำใบทั้งหมดจากแต่ละโครงตาข่ายมาแยกอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนมีน้ำหนักคงที่ นำค่าน้ำหนักแห้งที่ได้แต่ละโครงตาข่าย มาคำนวณค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ โดยนำค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งจำเพาะ มาคูณด้วย ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่ได้แต่ละโครงตาข่าย แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย LAI โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบแต่ละโครงตาข่ายสะสมในแต่ละเดือนหารด้วยพื้นที่โครงตาข่าย (1 ม^2) ตั้งแต่วางเริ่มแตกใบใหม่จนสิ้นสุด ระยะเวลาผลัดใบตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย (LAI)} = \frac{A}{B}$$

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบของโครงตาข่ายสะสมในแต่ละเดือน

B คือ พื้นที่เฉลี่ยของโครงตาข่ายที่กำหนดให้เท่ากับ 1 ม^2

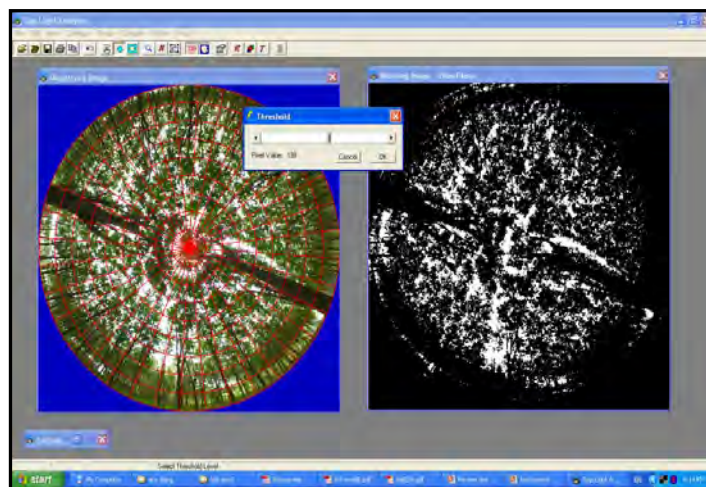
สร้างสมการรูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างค่าจริงของ LAI ที่ได้จากโครงตาข่ายและค่าที่ได้จากภาพถ่ายด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา ด้วยการวิเคราะห์สมการรีเกรสชันความสัมพันธ์เพื่อใช้ เป็นสมการในการปรับค่าประมาณ LAI ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของ LAI ของแปลงยางในพื้นที่ศึกษาวัดระยะปลูกและเส้นรอบวงของลำต้นที่ ระดับ 1.70 เมตร จากพื้นดิน ถ่ายภาพทรงพุ่มของยางพาราในพื้นที่ศึกษา ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ตาปลา นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ประมาณค่าเฉลี่ย LAI ด้วยโปรแกรมประมวลข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบ โดยรูปแบบการบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบยางพาราแสดงในตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.20 การวัดเส้นรอบวงลำต้นยางพารา (ก) และการติดตั้งโครงตาข่ายขนาดพื้นที่รองรับ $1 \times 1 \text{ ม}^2$ (ข)



รูปที่ 3.21 การถ่ายภาพทรงพุ่มต้นยางพาราด้วยเลนส์ตาปลา (ก) และตัวอย่างภาพถ่ายทรงพุ่ม ต้นยางพารา (ข)



รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการวิเคราะห์ดัชนีพื้นที่ใบยางพาราจากภาพถ่าย โดยโปรแกรม Gap Light Analyzer (GLA)

2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินในสวนยางพารา

เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงความชื้นในรอบปี คือ ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนจะวัดความชื้นดินด้วยเครื่องมือวัดความชื้นดิน คือ Soil Moisture depth (Delta T, UK) ที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวดิน ที่ตำแหน่งระหว่างแถวและระหว่างต้นยางพาราซึ่งใช้ระยะปลูกประมาณ 3 x 7 เมตร (รูปที่ 3.23) โดยรูปแบบการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นดินในแปลงทดลองแสดงในตารางที่ 3.7



รูปที่ 3.23 การติดตั้ง Access tube เพื่อวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่อง Soil profile probe

ตารางที่ 3.6 รูปแบบการบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีพื้นที่ใบยางพารา

รหัสแปลง	เดือน-ปี	พื้นที่ใบในโครงตาข่าย (ตร.ม)	ดัชนีพื้นที่ใบจากโครงตาข่าย	ดัชนีพื้นที่ใบจากภาพถ่าย	ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้น (ซม.)
SR 1	พ.ย. 2554				
	ธ.ค. 2554				
	ม.ค. 2555				
	ก.พ. 2555				
	มี.ค. 2555				
	เม.ย. 2555				

ตารางที่ 3.7 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยความชื้นดินในแปลงทดลอง

รหัสแปลง	ระดับความลึก (ซม.)	เดือน						
		ต.ค.2554	พ.ย. 2554	ธ.ค. 2554	ม.ค. 2555	ก.พ. 2555	มี.ค. 2555	เม.ย. 2555
SR 1	10							
	20							
	30							
	40							
	60							
	100							

2.3 ประเมินผลผลิตและคุณภาพน้ำยาง

รวบรวมผลผลิตน้ำยางจากแปลงทดลอง โดยเก็บผลผลิตน้ำยางสดเป็นรายวันที่กรีต โดยเกษตรกรเจ้าของสวนยางพาราที่ทำการทดลองจะเป็นผู้บันทึกน้ำหนักน้ำยางสดจากจุดรับซื้อน้ำยาง โดยแบบบันทึกผลผลิตและจำนวนวันกรีตของแปลงทดลองแสดงในตาราง 3.8 ซึ่งปริมาณผลผลิตเนื้อยางแห้งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักเนื้อยางแห้ง (กรัม)} = [\text{น้ำหนักน้ำยางสด (กรัม)} \times \text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง}] / 100$$

จากนั้นคำนวณผลผลิตเนื้อยางแห้ง โดยใช้หน่วยกรัมต่อตันต่อครั้งกรีต และกิโลกรัมต่อไร่ต่อปี
จากสูตร

- กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต = ผลรวมน้ำหนักน้ำยาง (กรัม) / จำนวนต้น / จำนวนวันกรีต
- กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี = ผลผลิต (กรัม/ต้น/ครั้งกรีต) $\times$ จำนวนวันกรีต $\times$ จำนวนต้นต่อไร่ / 1,000

รวมไปถึงรวบรวมจำนวนวันกรีตต่อปีด้วย ส่วนคุณภาพน้ำยางจะประเมินค่า Dry rubber content หรือ DRC (ฉกรรจ์ แสงรักษาวงค์, 2528) โดยเก็บน้ำยางเพื่อประเมินผลเดือนละครั้ง นำไปชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นหยดกรดอะซิติกเข้มข้น 6% ประมาณ 3 - 5 หยด ลงไปในน้ำยางผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที หรือจนกว่ายางจะจับตัวเป็นก้อน รีดแผ่นยางให้บาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำแผ่นยางมาชั่งน้ำหนักยางแห้ง และคำนวณโดยใช้สูตร

$$\% \text{ DRC} = \frac{\text{น้ำหนักยางแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักยางสด (กรัม)}}$$

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการเกิดแพร่ระบาดของโรคในสวนยางพารา

ตรวจสอบการร่วง/การผลัดใบตามธรรมชาติของยางในภาพรวมของแต่ละพื้นที่ทดลอง ตั้งแต่เริ่มฤดูการผลัดใบจนกระทั่งมีใบใหม่สมบูรณ์ โดยบันทึกช่วงเวลาที่เริ่มร่วง เพอร์เซ็นต์การร่วงของใบ ช่วงเวลาที่ร่วงหมดและการ การผลิใบใหม่ จำนวน 9 ซ้ำ/แปลงทดลอง (ตาราง 3.9 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคราแป้ง)

(1) ตรวจสอบการเกิดโรคและการร่วงของใบจากโรคราแป้ง (อารมณฺ์ โรจน์สุจิตร์ และคณะ, 2545) โดยประเมินโรคโดยการตรวจสอบด้วยสายตาในภาพรวมของพื้นที่ทดลอง ซึ่งตรวจสอบลักษณะดังนี้ พื้นที่แผลของโรคบนแผ่นใบ การกระจายของใบที่เป็นโรคทั้งทรงพุ่ม และการร่วงของใบอ่อน และบันทึกคะแนนความรุนแรงของโรคเป็น 6 ระดับ ดังนี้

- 1 = ไม่แสดงอาการ
- 2 = น้อยมาก มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรค 1-10%
- 3 = น้อย มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 11-25%
- 4 = ปานกลาง มีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 26-50% และมีใบร่วงน้อยกว่า 25%
- 5 = รุนแรง มีพื้นที่แผลบนใบ การกระจายของใบที่เป็นโรค 51-75% มีใบร่วง 25-50%
- 6 = รุนแรงมาก และมีพื้นที่แผลบนใบ และการกระจายของใบที่เป็นโรคมากกว่า 75% และใบร่วงมากกว่า 75%

(2) ตรวจสอบการเป็นโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* ของยางพารา (อารมณฺ์ โรจน์สุจิตร์ และคณะ, 2545) ในช่วงตั้งแต่เริ่มฤดูฝนจนถึงฤดูฝน ตรวจสอบความรุนแรงของโรค 1 ครั้ง/เดือน ประเมินโรคโดยการตรวจสอบด้วยสายตาในภาพรวมของพื้นที่ทดลอง โดยประเมินความโปร่งของทรงพุ่มใบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของทรงพุ่มใบปกติหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดิน และบันทึกคะแนนความรุนแรงของโรค 6 ระดับ (ตาราง 3.10) ดังนี้

- 0 = ไม่แสดงการ
- 1 = น้อยมาก มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 1-10%
- 2 = น้อย มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 11-25%
- 3 = ปานกลาง มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 26-50%
- 4 = รุนแรง มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินประมาณ 51-75%
- 5 = รุนแรงมาก มีพุ่มใบโปร่งหรือปริมาณใบร่วงบนพื้นดินมากกว่า 75%

(3) วิเคราะห์ความรุนแรงของโรคของพันธุ์ยาง และความรุนแรงของโรคในภาพรวมของแปลงทดลอง เป็นดัชนีความรุนแรงของโรคเป็น% (Percentage Disease Index : PDI)

คำนวณเปอร์เซ็นต์ดัชนีความรุนแรงของโรคยางพาราหลังสิ้นสุดรอบปีกรีดจากสูตร

$$\% \text{ ดัชนีความรุนแรงของโรคยางพารา (PDI)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนการเป็นโรคของแต่ละซ้ำ} \times 100}{\text{จำนวนซ้ำ} \times 5}$$

ระดับความรุนแรงของโรค ตาม PDI ดังนี้

PDI < 20%	=	รุนแรงน้อยมาก
20 < PDI < 40%	=	รุนแรงน้อย
40 < PDI < 60%	=	รุนแรงปานกลาง
60 < PDI < 80%	=	รุนแรง
PDI > 80%	=	รุนแรงมาก

ตารางที่ 3.8 แบบบันทึกผลผลิต และจำนวนวันกรีตของแปลงทดลอง

ตารางบันทึกข้อมูลผลผลิตและจำนวนวันกรีต ประจำเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554				
รหัสแปลง	วัน-เดือน-ปี	วันกรีตตามปฏิทิน	วันกรีตจริง	น้ำหนักน้ำยางสด (กิโลกรัม)
SR 1				

ตารางที่ 3.9 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคราแป้ง

รหัสแปลง	เดือน-ปี	พื้นที่ แปลบนแผ่นใบ						การร่วง ของใบอ่อน						ดัชนี รุนแรงของโรค
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
SR 1	ธ.ค. 2554													
	ม.ค. 2555													
	ก.พ. 2555													
	มี.ค. 2555													
	เม.ย. 2555													
	พ.ค. 2555													

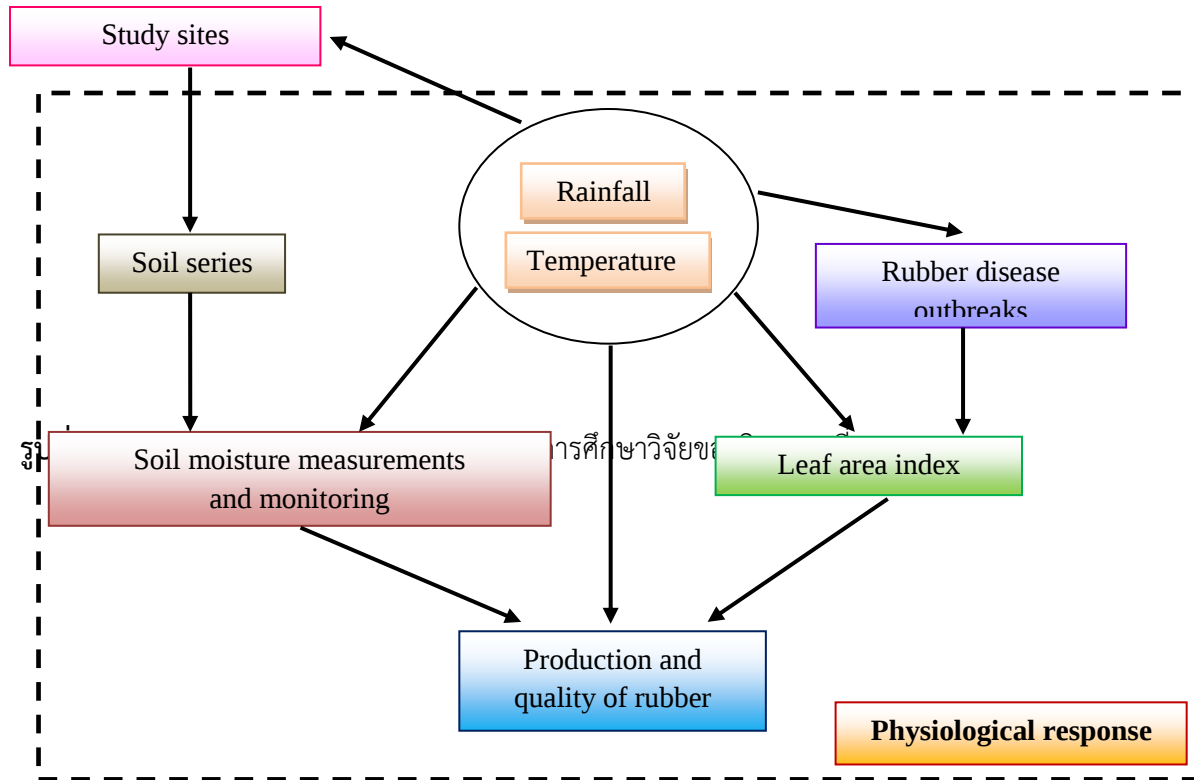
ตารางที่ 3.10 แบบบันทึกการตรวจสอบการแพร่ระบาดของโรคร่วงจากเชื้อ *Phytophthora* sp.

รหัส แปลง	เดือน-ปี	คะแนนความรุนแรง						ดัชนีพื้นที่ใบจาก ภาพถ่าย	ปริมาณ ร่วงลงดิน	ดัชนี รุนแรงของโรค
		1	2	3	4	5	6			
SR 1	ธ.ค. 2554									
	ม.ค. 2555									
	ก.พ. 2555									
	มี.ค. 2555									
	เม.ย. 2555									
	พ.ค. 2555									
NK1	ต.ค. 2554									

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคทางสถิติพหุเชิงพรรณนา เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ กับดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตน้ำยางและคุณภาพน้ำยาง (dry rubber content, DRC) จำนวนวันกรีต และความรุนแรงของการเกิดโรคระบาด

โดยรายละเอียดและกรอบแนวคิดของกิจกรรมที่ 2 แสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แสดงรายละเอียดและกรอบแนวคิดของการศึกษาวิจัยของกิจกรรมที่ 2

3.4.3 กิจกรรมที่ 3 การศึกษาผลกระทบและความเสียหายของยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในจังหวัดน่าน

(1) การบันทึกข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลจากเหตุการณ์วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 และเหตุการณ์เดือนมีนาคม-เมษายน ปี พ.ศ.2554 ด้วยกล้องดิจิตอล

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายภาพโดยใช้กล้องถ่ายรูปดิจิตอลบันทึกภาพแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม ใช้กล้องดิจิตอลบันทึกภาพทั้งสิ้น 10 ตัว บันทึกภาพทั้งสิ้น 41,565 ภาพ ขนาดไฟล์ทั้งสิ้น 69.9 GB จากพื้นที่ 11 อำเภอ ที่ได้รับความเสียหายในเขตพื้นที่จังหวัดพัทลุง ทั้งนี้ การบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายภาพนับเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมกับการดำเนินงานในลักษณะที่มีความซับซ้อนในเรื่องของงบประมาณเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมถึงจำนวนเอกสารที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 3.25) การบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้ยังเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูลผิดพลาดจากการนำเข้าข้อมูลโดยสามารถเปิดภาพที่บันทึกตรวจสอบความถูกต้องได้ทันทีและยังลดเวลาในการลงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 3.25 แบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม และแบบรายงานผลสำรวจความเสียหายเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม

(2) การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลจากเหตุการณ์วาตภัย อุทกภัย และดินโคลนถล่มในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 และเหตุการณ์ปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2554

โปรแกรม Microsoft excel ได้ถูกนำมาใช้สำหรับจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหาย เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ใช้อย่างแพร่หลาย รวมทั้งเป็นโปรแกรมที่มีฟังก์ชันพื้นฐานง่ายต่อการใช้งานทั้งในกรณีการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลหรือการคัดกรอง จำแนก แบ่งประเภทหรือชนิดข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ภาพสู่ฐานข้อมูลในโปรแกรม Microsoft excel นั้น ภายในฐานข้อมูลได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ประกอบด้วย ชื่อโพลเดอร์ หมายเลขภาพ ที่อยู่เจ้าของสวนยาง บ้านเลขที่ หมู่ ตำบล อำเภอ ที่ตั้งสวนยางพารา ชื่อหมู่บ้าน หมู่ ตำบล อำเภอ และข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย เนื้อที่ (ไร่) จำนวนต้นยางพาราที่ปลูก (ต้น) อายุต้นยางพารา (ปี/เดือน) ซึ่งข้อมูลในชุดที่ 1 นี้ เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่เจ้าของสวนยางพาราเป็นผู้กรอกแบบคำร้องขอรับความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ประสบอุทกภัยและดินถล่ม ซึ่งการบันทึกข้อมูลเข้าฐานข้อมูลในชุดที่ 1 นี้ สามารถตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนโพลเดอร์ จำนวนภาพถ่ายที่ทำการบันทึกข้อมูลได้ ทั้งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูลซ้ำ ในขณะที่การนำเข้าข้อมูลที่อยู่เจ้าของสวนยางพาราจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในกรณีที่เจ้าของสวนยางพาราไม่ได้แจ้งรายละเอียดที่ตั้งสวนยางพาราหรือแจ้งข้อมูลไม่ครบ รูปที่ 3.26 แสดงรายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 1

ชุดที่ 2 ประกอบด้วย 4 รูปแบบความเสียหายตามรายละเอียด คือ

1. สวนอยู่ระหว่างการสงเคราะห์เสียหาย มีรายละเอียด เสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ปลูกซ่อม/ค้ำยัน (ต้น) ปลูกซ่อมไม่ได้ (ต้น)

2. สวนยางเปิดกรีดแล้ว มีรายละเอียด เนื้อที่ (ไร่) จำนวน (ต้น) เสียหายเสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ยกค้ำยัน (ต้น) ยกค้ำยันไม่ได้ (ต้น) และ

3. สวนยางปลูกเองยังไม่เปิดกรีด / สวนยางพื้นสงเคราะห์ยังไม่เปิดกรีด มีรายละเอียด เนื้อที่ (ไร่) จำนวน (ต้น) อายุ (ปี/เดือน) เสียหายเสียสภาพสวนทั้งแปลง (ไร่) เสียหายเสียสภาพสวนบางส่วน (ไร่) เสียหายไม่เสียสภาพสวน (ต้น) ปลูกซ่อม (ต้น) ยกค้ำยัน (ต้น) เสียหายไม่เสียสภาพสวน/ปลูกซ่อมค้ำยันไม่ได้ (ต้น)

4. มูลค่าความเสียหาย/เงินชดเชยเกษตรกร (บาท) ซึ่งรายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 2 ทั้ง 4 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.27

สำหรับหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยางที่ได้รับความเสียหาย จากวาตภัย อุทกภัย และดินถล่มตามมติ ครม. เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2553 ตามระเบียบสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางว่าด้วยการให้การสงเคราะห์ เพื่อปลูกแทน พ.ศ. 2551 และระเบียบสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางว่าด้วยการช่วยเหลือสวนประสบ ภัยธรรมชาติ พ.ศ. 2538

Name_Folder	No.photo	No.	ที่อยู่				ที่ตั้งสวนยางพารา				ข้อมูลสวนยางพาราเสียหาย			
			เลขที่	หมู่	ตำบล	อำเภอ	บ้าน	หมู่	ตำบล	อำเภอ	เนื้อที่	จำนวนต้นที่ปลูก	อายุ	
											(ไร่)		(ต้น)	(ปี)
Canon 1	IMG9930-9931	1	78	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	1	โคกทราย	ป่าบอน	4	250	2	
	IMG9932-9933	2	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	320	7	
	IMG9934-9935	3	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	7	350	6	
	IMG9936-9937	4	67	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	10	800	3	
	IMG9938-9939	5	168	6	โคกทราย	ป่าบอน	คันแร่	2	โคกทราย	ป่าบอน	9	40	3	
	IMG9940-9941	6	168/1	6	โคกทราย	ป่าบอน	คันแร่	2	โคกทราย	ป่าบอน	5	24	5	
	IMG9942-9943	7	80/58	6	โคกทราย	หาดใหญ่	คันแร่	2	โคกทราย	ป่าบอน	1	40	15	
	IMG9944-9945	8	37	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	2	โคกทราย	ป่าบอน	8	280	10	
	IMG9946-9947	9	34	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	2	210	3	
	IMG9948-9949	10	33	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	6	280	9	
	IMG9950-9951	11	93	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	370	10	
	IMG9952-9953	12	31	1	โคกทราย	ป่าบอน	เกาะเกรียน	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	232	10	
	IMG9954-9955	13	93	2	โคกทราย	ป่าบอน	คานทา	2	โคกทราย	ป่าบอน	4	300	20	

รูปที่ 3.26 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 1

ส่วนอยู่ระหว่างการลงตระหนั					ส่วนยางเปิดกรีตแล้ว							ส่วนยางปลูกเองยังไม่เปิดกรีต/พื้นลงตระหนัยังไม่เปิดกรีต										รวม
สภาพสวนที่	สภาพสวน	ยไม่เสียส	ปลูกซ่อม/ค้ำ	ปลูกซ่อมไม่	เนื้อที่	จำนวน	สภาพสวนที่	สภาพสวน	ยไม่เสียส	ยกค้ำยัน	ยกค้ำยันไม่	เนื้อที่	จำนวน	อายุ	สภาพสวนที่	สภาพสวน	ยไม่เสียส	ปลูกซ่อม	ค้ำยัน	การสวน/ป	จำนวน	
(ไร่)	(ไร่)	(ตัน)	(ตัน)	(ตัน)	(ไร่)	(ตัน)	(ไร่)	(ไร่)	(ตัน)	(ตัน)	(ตัน)	(ไร่)	(ตัน)	(ปี)	(ไร่)	(ไร่)	(ตัน)	(ตัน)	(ตัน)	(ตัน)	(บาท)	
		215	215																		21,500	
		30	30																		3,000	
		170	170																		17,000	
		280	280																		28,000	
		800	800																		80,000	
		72	72																		7,200	
		152	152																		15,200	
		100	100																		10,000	
		250	250																		25,000	
		54	54																		5,400	
												2	140	1			140		140		24,500	
		70	70																		7,000	
		300	300																		30,000	
		700	700																		70,000	
		200	200																		20,000	
		260	260																		26,000	
												2	150	4			400		400		40,000	
		150	150																		4,500	
		300	300																		9,000	
		1,160	1,160																		34,800	
		480	480																		14,400	

รูปที่ 3.27 รายละเอียดฐานข้อมูลชุดที่ 2

(3) การผนวกฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายเข้ากับฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

การดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนนี้ได้ใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จังหวัดพัทลุง ของศูนย์บริการสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย (1.) ชื่อจังหวัด (2.) ชื่ออำเภอ (3.) ชื่อตำบล (4.) ชื่อหมู่บ้าน (5.) ค่าพิกัดแกน X (6.) ค่าพิกัดแกน Y (รูปที่ 3.28) ทั้งนี้ เพื่อรองรับขั้นตอนการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ความเสียหายระดับหมู่บ้าน ซึ่งการผนวกข้อมูลระหว่างข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายกับฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) คณะวิจัยได้นำฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ในส่วนขอบเขตการปกครอง รายชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และจังหวัด ซึ่งถูกจัดอยู่ในรูปแบบของ Microsoft Access (รูปที่ 3.29) ที่ดำเนินการโดยกรมการพัฒนาชุมชน เข้ามาร่วมตรวจสอบความถูกต้องของรายชื่อหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานแสดงในรูปที่ 3.30

CHANGWAT	AMPHOE	TAMBOL	MUBAN	UTMX	UTMY
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านหนองบ่อ (ป่าห้ำม)	614966	841298
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านดอนปริง	615866	842698
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านไสยาง	613498	843356
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านป่าไผ่	613498	842356
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านออกศาลา	615166	844098
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านประตู่	614366	841898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านปาป	614166	842498
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านห้วยยาง	613898	840656
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านหัวถนน	613566	842898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านดอนเค็ด	616466	843798
พัทลุง	เมืองพัทลุง	เขาเจียก	บ้านนาซด (นางลาด)	616566	841898
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านควนใหม่	608666	843198
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกชะงาย	611966	840398
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกกอ	609079	839060
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านลำพายตก	611766	844498
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านหนองจิก	609030	843868
พัทลุง	เมืองพัทลุง	โคกชะงาย	บ้านโคกมะม่วง	608816	841202

รูปที่ 3.28 ฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ของจังหวัดพัทลุง

วัตถุ Access ทั้งหมด

ค้นหา...

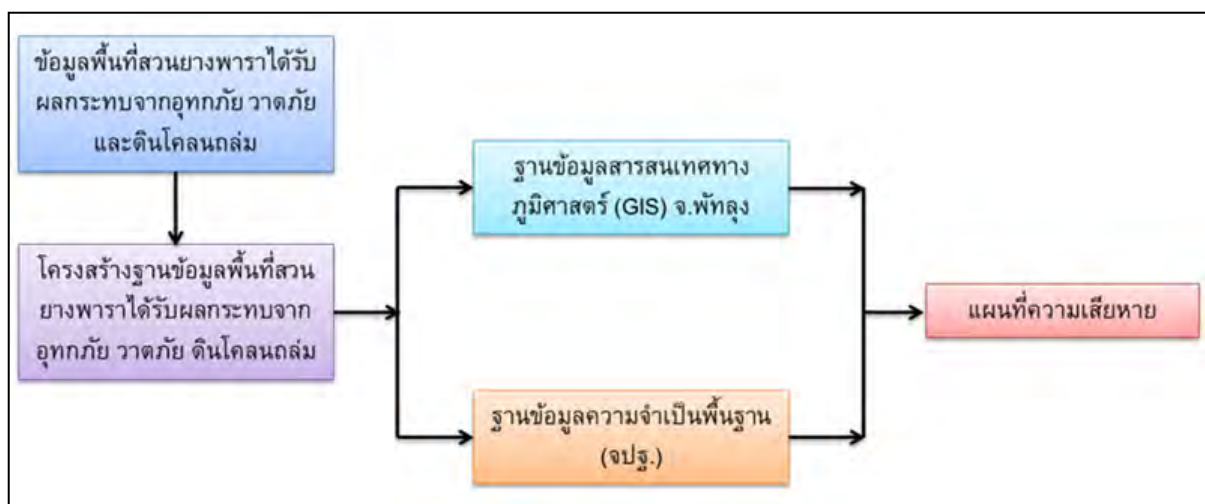
ตาราง

- ampur
- bmnregion
- province
- region
- tambon
- village

ampur

ProvID	AmpName	AmpID	IsSelected	คลิกเพื่อเพิ่ม
93	เมืองพัทลุง	9301	☐	
	TamID	TamName	IsSelected	คลิกเพื่อเพิ่ม
	930103	เขาเจ็ยก	☐	
	930104	ท่าลิทเจ้า	☐	
	930105	โคกชะงาย	☐	
	930106	นาท่อม	☐	
	930107	ปรางหมู่	☐	
	930108	ท่าแค	☐	
	930109	ลำปำ	☐	
	930110	ลำปำ	☐	
	930111	ควนมะพร้าว	☐	
	930112	จันทน์	☐	
	930113	ชัยบุรี	☐	
	930114	นาโหนด	☐	
	930115	พญาขัน	☐	
	*			
93	กงหรา	9302	☐	
93	เขาชัยสน	9303	☐	
93	ตะโหมด	9304	☐	
93	ควนขนุน	9305	☐	
93	ป่าพะยอม	9306	☐	
93	ศรีบรรพต	9307	☐	
93	ป่าบอน	9308	☐	
93	บางแก้ว	9309	☐	
93	ป่าพะยอม	9310	☐	
93	ศรีนครินทร์	9311	☐	

รูปที่ 3.29 ฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.)

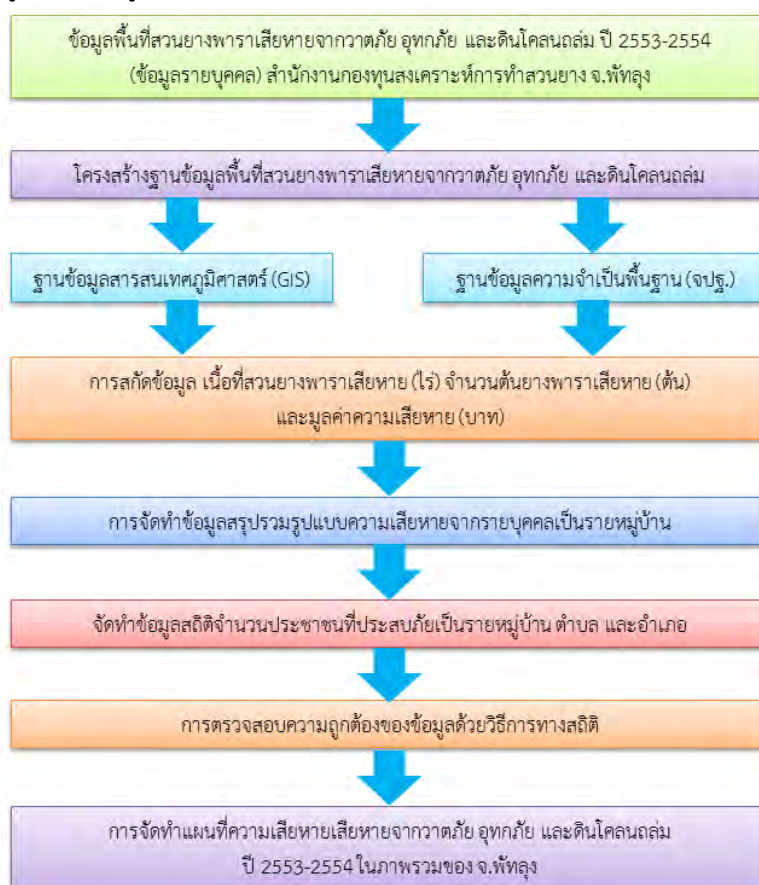


รูปที่ 3.30 ขั้นตอนการผนวกข้อมูล

(4) การจัดเรียงข้อมูลสำหรับจัดทำแผนที่ความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่ม

จากการจัดทำและผนวกข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรายบุคคลเข้ากับฐานข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) และข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ฐานข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และช่วงชั้นข้อมูลมีความละเอียดสูง ขั้นตอนการดำเนินงานหลังจากนี้ คือ การรวบรวมข้อมูลให้เข้าเป็นหมวดหมู่เดียวกันตามรูปแบบความเสียหาย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบหลักที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ความเสียหาย ประกอบด้วย เนื้อที่สวนยางพาราเสียหาย จำนวนต้นยางพาราเสียหาย และมูลค่าความเสียหาย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวต้องทำการรวบรวมและสกัดออกจากฐานข้อมูลที่ได้จัดทำไว้

เมื่อทำการรวบรวมและสกัดออกข้อมูลเนื้อที่สวนยางพาราเสียหาย จำนวนต้นยางพาราเสียหาย และมูลค่าความเสียหายแล้ว การดำเนินงานขั้นตอนต่อไป คือ การสรุปรวมความเสียหายจากรายบุคคลเป็นรายหมู่บ้าน โดยการใช้โปรแกรม Microsoft excel คัดกรองและรวมค่าข้อมูลเป็นรายหมู่บ้านใน 3 รูปแบบความเสียหาย ซึ่งในขั้นตอนการสรุปรวมความเสียหายคณะวิจัยได้จัดทำข้อมูลสถิติจำนวนประชาชนที่ประสบภัยเป็นรายหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการพิจารณารายละเอียดความเสียหายต่อไป จากนั้นจะเป็นการทดสอบทางสถิติก่อนนำเข้าประมวลผลจัดทำแผนที่ความเสียหายด้านเทคนิคทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลแสดงในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลของกิจกรรมที่ 3

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย

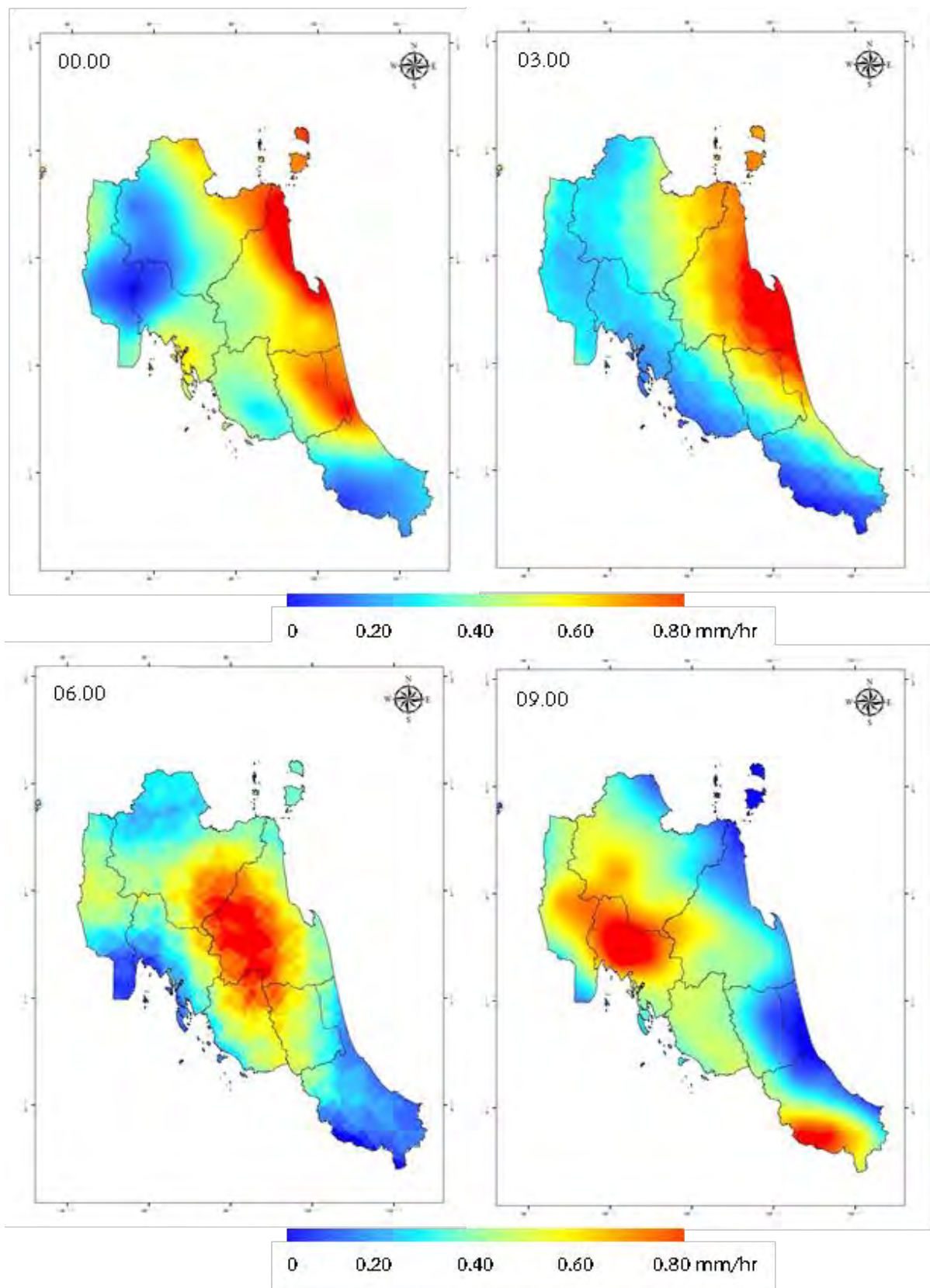
4.1.1 ความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้

ความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในโดเมนที่ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดกระบี่ พังงา ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุงและสงขลา ได้ถูกวิเคราะห์บนพื้นฐานของข้อมูลดาวเทียม TRMM โดยก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรอบวันด้วยฟังก์ชันฮาโมนิค ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ตรวจวัดทุกๆ 3 ชั่วโมงในรอบวัน (00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00 LST (Local Solar Time)) ได้ถูกคำนวณค่าเฉลี่ยในระยะยาว (1998-2010) และหน่วยเวลาสากลเชิงพิกัดของข้อมูล TRMM หรือ Coordinated Universal Time (UTC) ได้ถูกแปลงเป็นหน่วยเวลาระบบสุริยะคติท้องถิ่น (Local Solar Time; LST) ซึ่งเป็นหน่วยเวลาพื้นฐานตามความรู้สึกของมนุษย์ ที่ได้สมมุติให้วันที่เกิดจากดวงอาทิตย์สมมุติหรือดวงอาทิตย์เฉลี่ยที่มีทางโคจรที่สม่ำเสมอบนท้องฟ้า มาพิจารณาแทนดวงอาทิตย์ เพื่อปรับแก้ความแตกต่างของเวลาตามตำแหน่งเส้นแวง (Longitude) ในแต่ละกริด (Dai et al., 2007; Kikuchi and Wang, 2008) ทั้งนี้ หน่วย UTC ได้ถูกแปลงเป็น LST โดยการประมาณค่าด้วยเทคนิค Piece-wise cubic hermit polynomial interpolation จากระยะทางตามแนวเส้นแวงระหว่างจุดของแต่ละกริดและตำแหน่งเส้นแวงที่ 0 องศา (Pribadi et al., 2012)

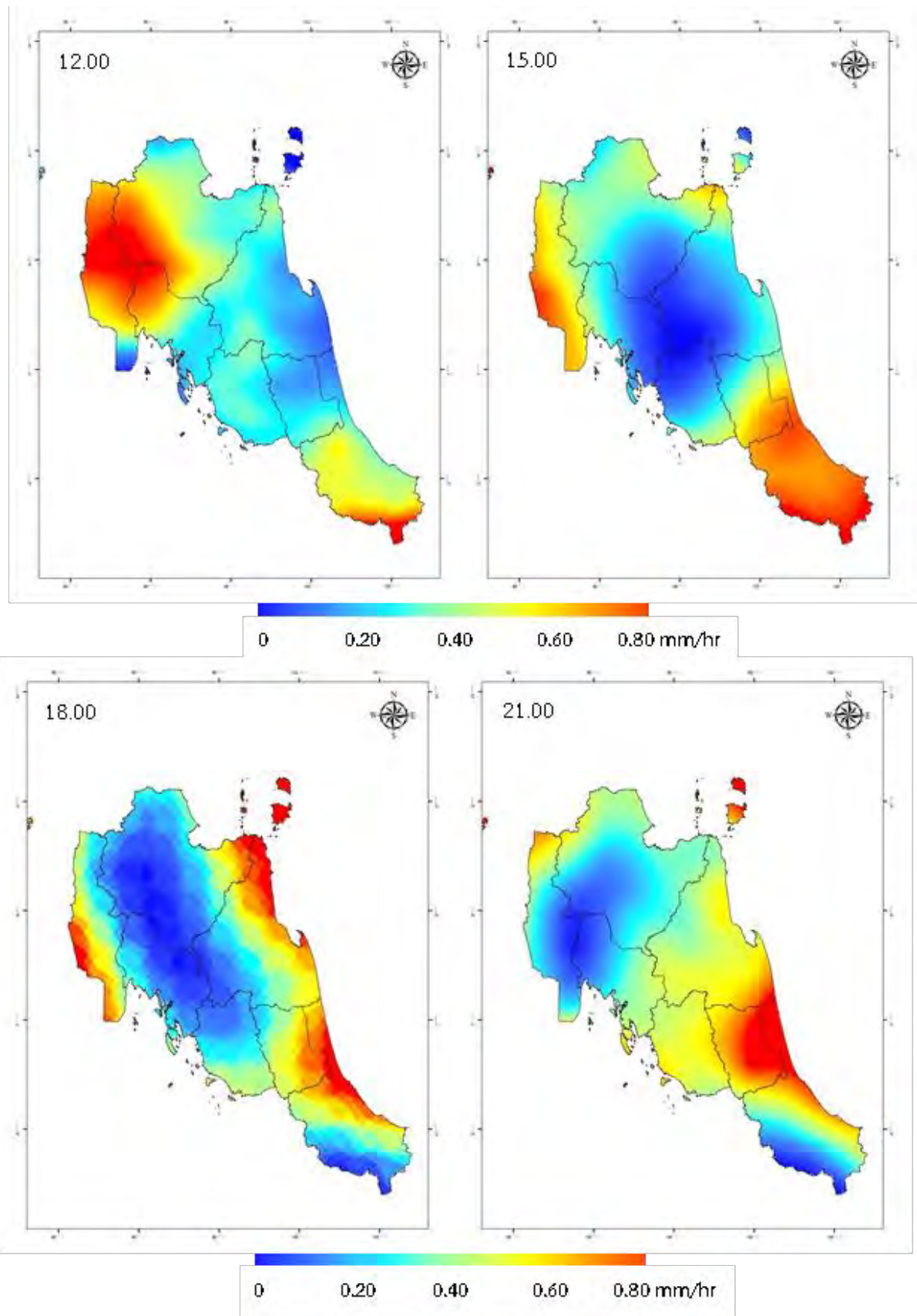
รูปที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยระยะยาวระหว่างปี ค.ศ. 1998 ถึง 2010 คำนวณตามราย 3 ชั่วโมงของข้อมูลหยาดน้ำฟ้าในโดเมนซึ่งครอบคลุม 7 จังหวัดในบริเวณพื้นที่ภาคใต้ จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยระยะยาวของหยาดน้ำฟ้าในรอบวันในพื้นที่ดังกล่าว มีความแปรปรวนเชิงพื้นที่ที่ชัดเจน โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.8 mm/hr ค่าสูงสุดของปริมาณหยาดน้ำฟ้าซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลา 00.00-06.00 LST ปรากฏในบริเวณพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชและบางส่วนของจังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง ทั้งนี้ สัญญารอบวันของปริมาณหยาดน้ำฟ้าดังกล่าว ได้เคลื่อนตัวในลักษณะ Diurnal propagation สู่ฝั่งอันดามันในเวลา 09.00-12.00 LST โดยค่าสูงสุดปรากฏในพื้นที่จังหวัดกระบี่ในเวลา 09.00 LST และจังหวัดพังงาในเวลา 12.00 LST (รูปที่ 4.1) ส่วนรูปแบบปริมาณหยาดน้ำฟ้าในช่วงตอนบ่ายถึงตอนกลางคืน (15.00 – 21.00 LST) ในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ มีลักษณะที่แสดงถึงค่าสูงสุดในพื้นที่ที่ติดกับทะเลทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดสงขลาและจังหวัดพังงา รวมทั้งบางส่วนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 4.1) ทั้งนี้ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของความแปรปรวนรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ จำแนกเป็นสัญญาณวงจรรอบวันพื้นฐานของภูมิอากาศในบริเวณ Maritime continent ที่เกิดจากความแปรปรวนที่แตกต่างกันของ Potential instability ซึ่งถูกขับเคลื่อนโดยฟลักซ์ความร้อนพื้นผิว แสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาและการเย็นตัวของพื้นดินและมหาสมุทรจากคลื่นช่วงยาวหรือคลื่นความร้อน ผนวกกับพลวัตตามธรรมชาติในระดับ Mesoscale ของ Convective system ที่ปฏิสัมพันธ์กับ Gravity wave, Density current และ Local circulation ในพื้นที่ชายฝั่งและพื้นที่บริเวณเทือกเขา (Teo et al., 2011)

ฟังก์ชันฮาโมนิค ได้ถูกนำมาประมาณความแปรปรวนรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในแต่ละกริดของพื้นที่ใน 7 จังหวัดของภาคใต้ โดยผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ฟังก์ชันฮาโมนิค ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ คือ 1) ความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ในแต่ละลำดับของฟังก์ชันฮาโมนิค 2) เฟสหรือเวลาในรอบวันที่หยาดน้ำฟ้าถึงจุดสูงสุด 3) แอมพลิจูดหรือปริมาณฝนสูงสุดที่แสดงถึงรูปแบบและลักษณะแบบหนึ่งครั้งต่อวันหรือสองครั้งต่อวัน (Diurnal หรือ Semi-diurnal cycle) และ 4) วงจรรอบวันรายชั่วโมงที่ประมาณด้วยฟังก์ชันฮาโมนิค

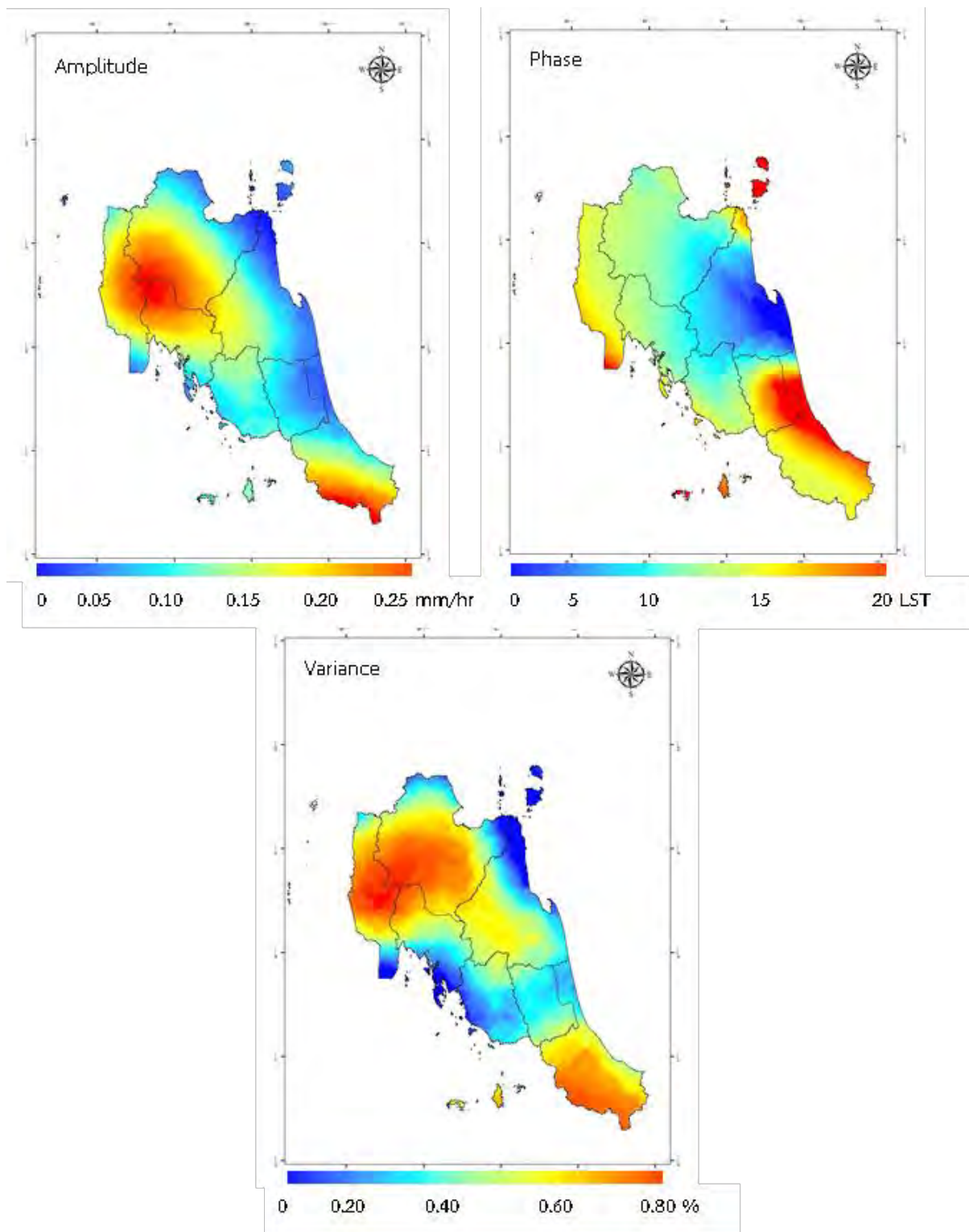
ลำดับที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ สัดส่วนความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ในฮาโมนิค ลำดับที่ 1 พร้อมทั้งแอมพลิจูดและเฟส สำหรับข้อมูลค่าเฉลี่ยระยะยาว (1998-2010) ของหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมง ในแต่ละกริดบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ แสดงในรูปที่ 4.1 โดยสรุปแล้ว พบว่า ฮาโมนิค ลำดับที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้มากกว่า 50% ในพื้นที่จังหวัดพังงา สุราษฎร์ธานีและสงขลา รวมทั้งบางส่วนของจังหวัดกระบี่และนครศรีธรรมราช ในขณะที่ สัดส่วนความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ในฮาโมนิค ลำดับที่ 1 ต่ำกว่า 50% ในพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทยในจังหวัดกระบี่ ตรัง และนครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.1) สำหรับแอมพลิจูดของความแปรปรวนรอบวันของหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณด้วยฟังก์ชันฮาโมนิคลำดับที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.25 mm/hr โดยรูปแบบเชิงพื้นที่ มีลักษณะที่สอดคล้องกับสัดส่วนความแปรปรวน ซึ่งมีค่าสูงสุดในพื้นที่รอยต่อของจังหวัดพังงา กระบี่และสุราษฎร์ธานี รวมทั้งตอนล่างของจังหวัดสงขลา (รูปที่ 4.1) ในขณะที่ เวลาในรอบวันที่หยาดน้ำฟ้าในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ถึงจุดสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วงกว้าง กล่าวคือ หยาดน้ำฟ้าในรอบวันในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและพื้นที่รอยต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ และตรัง ถึงจุดสูงสุดช่วงเช้ามืดก่อน 10.00 LST ส่วนหยาดน้ำฟ้าในรอบวันในพื้นที่จังหวัดพังงาและจังหวัดสงขลา มีค่าสูงสุดในช่วงเย็นถึงค่ำ (15.00-21.00 LST) (รูปที่ 4.1) รูปที่ 4.2 แสดงความแปรปรวนในรอบวันเฉลี่ยของหยาดน้ำฟ้าในแต่ละจังหวัด พร้อมด้วยวงรอบวันของหยาดน้ำฟ้ารายชั่วโมงที่จำลองด้วยฟังก์ชันฮาโมนิค ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 4 จากการตรวจสอบรูปที่ 4.2 พบว่า ความแปรปรวนของหยาดน้ำฟ้าในรอบวันตามรายจังหวัดในภาพรวม มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของเฟสและแอมพลิจูด โดยวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้ามีลักษณะแบบ Diurnal cycle ที่มีค่าสูงสุดหนึ่งครั้งต่อวัน ซึ่งมักเกิดในช่วงตอนเช้ามืดก่อน 10.00 LST (รูปที่ 4.2) ทั้งนี้ ผลรวมของฟังก์ชันฮาโมนิคในลำดับที่ 1 ถึง 4 สามารถแสดงรูปแบบความแปรปรวนของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยของแต่ละจังหวัด ได้เกือบสมบูรณ์ 100% (รูปที่ 4.2) จากผลการศึกษาดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่า รูปแบบความแปรปรวนของหยาดน้ำฟ้าในแต่ละกริด สามารถจำลองได้ด้วยฟังก์ชันฮาโมนิค ลำดับที่ 1 ถึง 4 โดยการจำลองทางสถิติดังกล่าว จะช่วยให้เข้าใจถึงรูปแบบของวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้า ซึ่งนับเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเข้าใจถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวนความถี่สูงในคาบเวลาหนึ่งวัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อกิจกรรมการกักตุนน้ำของเกษตรกร



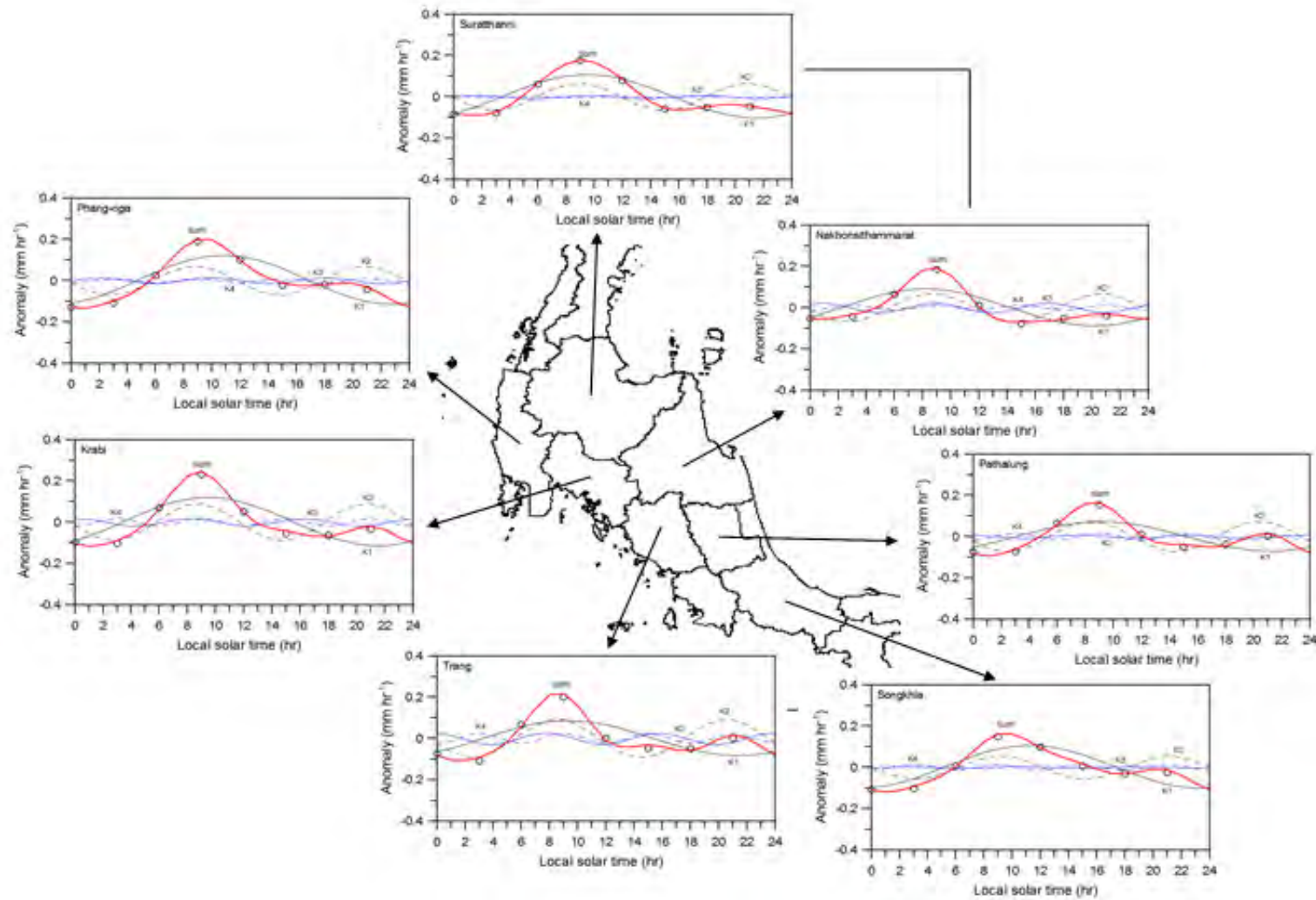
รูปที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระยะยาว (1998-2010) ตามราย 3 ชั่วโมง (00.00, 03.00, 06.00 และ 09.00 LST) ของหยาดน้ำฟ้า



รูปที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระยะยาว (1998-2010) ตามราย 3 ชั่วโมง (12.00, 15.00, 18.00 และ 21.00 LST) ของหยาดน้ำฟ้า (ต่อ)



รูปที่ 4.1 แสดงความแปรปรวน (%) แอมพลิจูด (mm/hr) และเฟส (LST) ของฟังก์ชันฮาร์โมนิค ลำดับที่ 1 สำหรับข้อมูลค่าเฉลี่ยระยะยาว (1998-2010) ของหยาดน้ำฟ้าราย 3 ชั่วโมง (ต่อ)

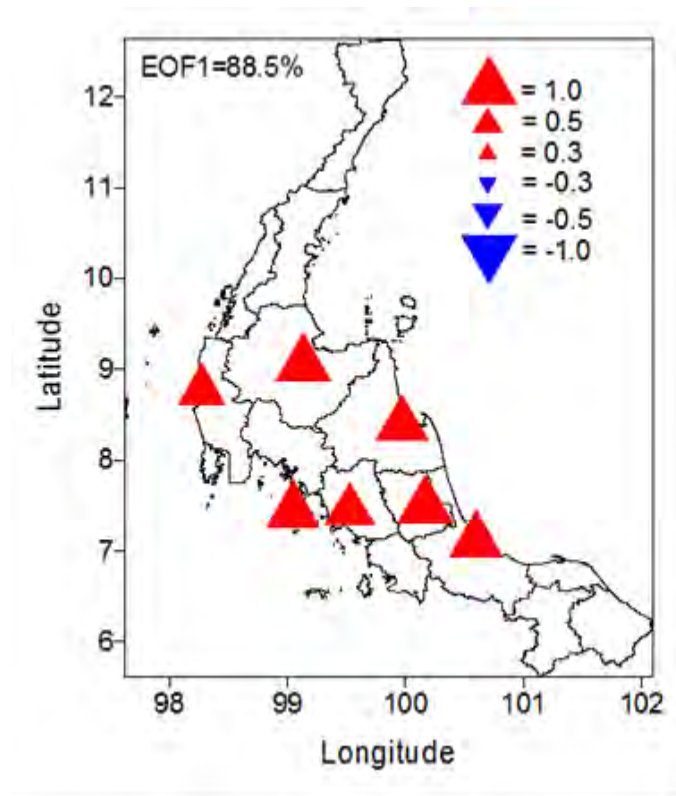


รูปที่ 4.2 ความแปรปรวนราย 3 ชั่วโมงของหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยในแต่ละจังหวัด (วงกลมสีดำ) และวงจรรอบวันของหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณด้วยฟังก์ชันฮาร์โมนิค ลำดับที่ 1 (เส้นสีดำ) ลำดับที่ 2 (เส้นประสีดำ) ลำดับที่ 3 (เส้นสีน้ำเงิน) ลำดับที่ 4 (เส้นประสีน้ำเงิน) และผลรวมของลำดับที่ 1 ถึง 4 (สีแดง)

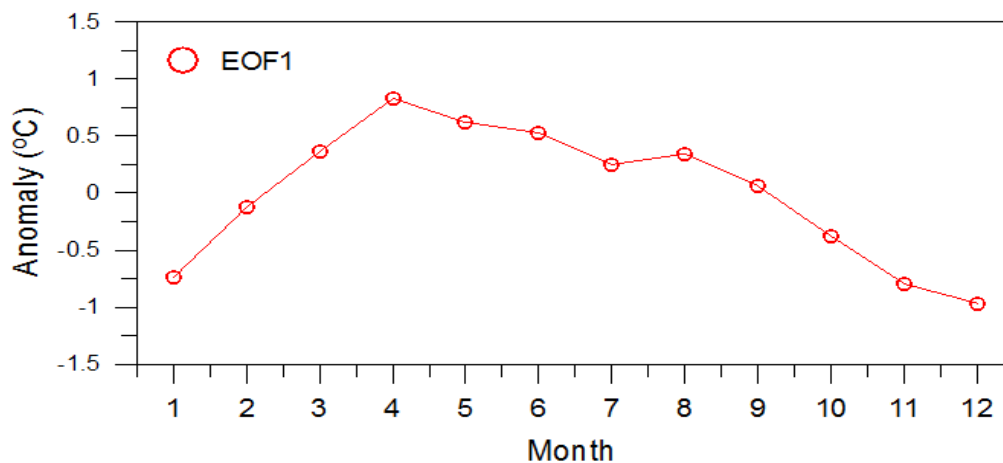
4.1.2 ความแปรปรวนตามฤดูกาลของตัวแปรทางภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้และความสัมพันธ์กับลมมรสุมเอเชีย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามฤดูกาลของตัวแปรภูมิอากาศซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2005-2010 ในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ ด้วยเทคนิค EOF พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย มีรูปแบบความแปรปรวนตามฤดูกาลที่คล้ายคลึงกันทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทยดังปรากฏจากโครงสร้างเชิงพื้นที่ในรูป Component loading หรือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง EOF โหมดที่ 1 และข้อมูลแต่ละสถานี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 7 สถานี (รูปที่ 4.3) โดยความแปรปรวนตามฤดูกาลที่โดดเด่นของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ปรากฏใน EOF โหมดที่ 1 (88.5%) มีลักษณะที่แสดงถึงค่าสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยเกิดขึ้นในเดือนเมษายน และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากนั้นจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม (รูปที่ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกับการผันแปรตามฤดูกาลของรังสีดวงอาทิตย์ ส่วนความแปรปรวนตามฤดูกาลของฝน มีรูปแบบเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ทั้งนี้ ความแปรปรวนมากกว่า 95% สามารถอธิบายได้ด้วย EOF โหมดที่ 1 และ 2 โดย EOF โหมดที่ 1 แสดงความแปรปรวนของฝนในบริเวณฝั่งอ่าวไทย (รูปที่ 4.5) ซึ่งมีค่าสูงสุดปรากฏในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม (รูปที่ 4.6) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและคลื่นมวลอากาศเย็น (Cold surge) จากไซบีเรียและประเทศจีนที่มีกำลังแรงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว (Yavinchan et al., 2011) ส่วน EOF โหมดที่ 2 เป็นรูปแบบความแปรปรวนของฝนในฝั่งอันดามัน (รูปที่ 4.6) ซึ่งมีลักษณะที่บ่งชี้ถึงอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้มีฝนตกชุกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน (รูปที่ 4.6) (Limsakul et al., 2010) สำหรับความแปรปรวนตามฤดูกาลของความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม มีรูปแบบที่แตกต่างกันในเชิงพื้นที่ระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบลมมรสุม (ระหว่างตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้) เช่นเดียวกันกับความแปรปรวนตามฤดูกาลของฝน (รูปที่ 4.7-4.10) ทั้งนี้ ความแปรปรวนมากกว่า 85% สามารถอธิบายได้ด้วย EOF โหมดที่ 1 และ 2 (รูปที่ 4.7 และ 4.9) โดยภาพรวมพบว่าความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีค่าที่สูงหรือต่ำกว่าปกติในช่วงเดือนที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง (รูปที่ 4.8 และ 4.10)

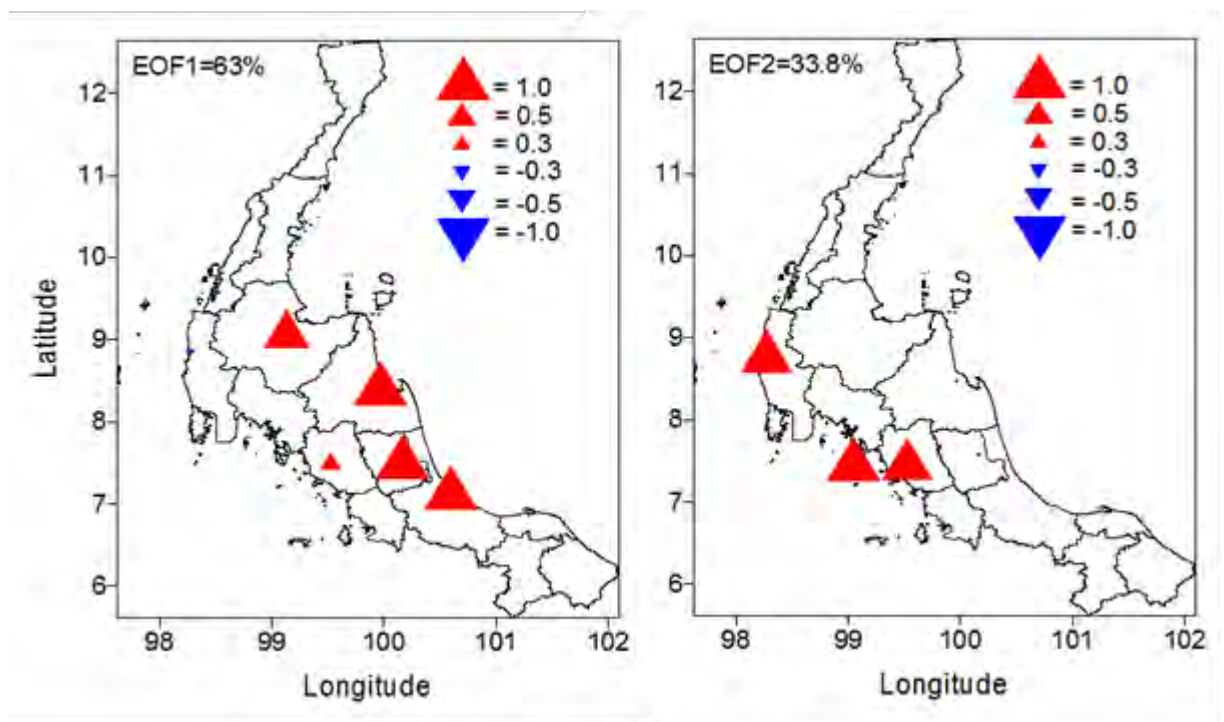
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation และค่า p-value ระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF ของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย (Indian Summer Monsoon Index; ISMI) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า EOF โหมดที่ 2 ของฝนและความชื้นสัมพัทธ์ และ EOF โหมดที่ 1 ของความเร็วลม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% กับดัชนีมรสุมฤดูร้อนเอเชีย ส่วน EOF โหมดที่ 1 ของฝนและความชื้นสัมพัทธ์ และ EOF โหมดที่ 2 ของความเร็วลม ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีมรสุมฤดูร้อนเอเชีย เนื่องจากเป็นโหมดที่เชื่อมโยงกับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือมรสุมฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ



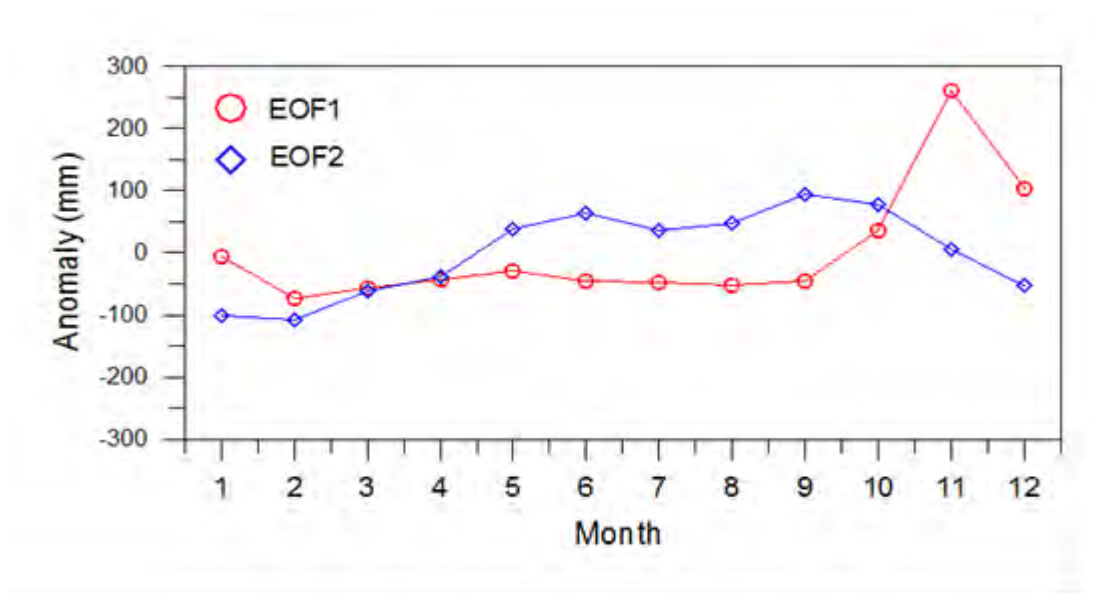
รูปที่ 4.3 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของอุณหภูมิเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



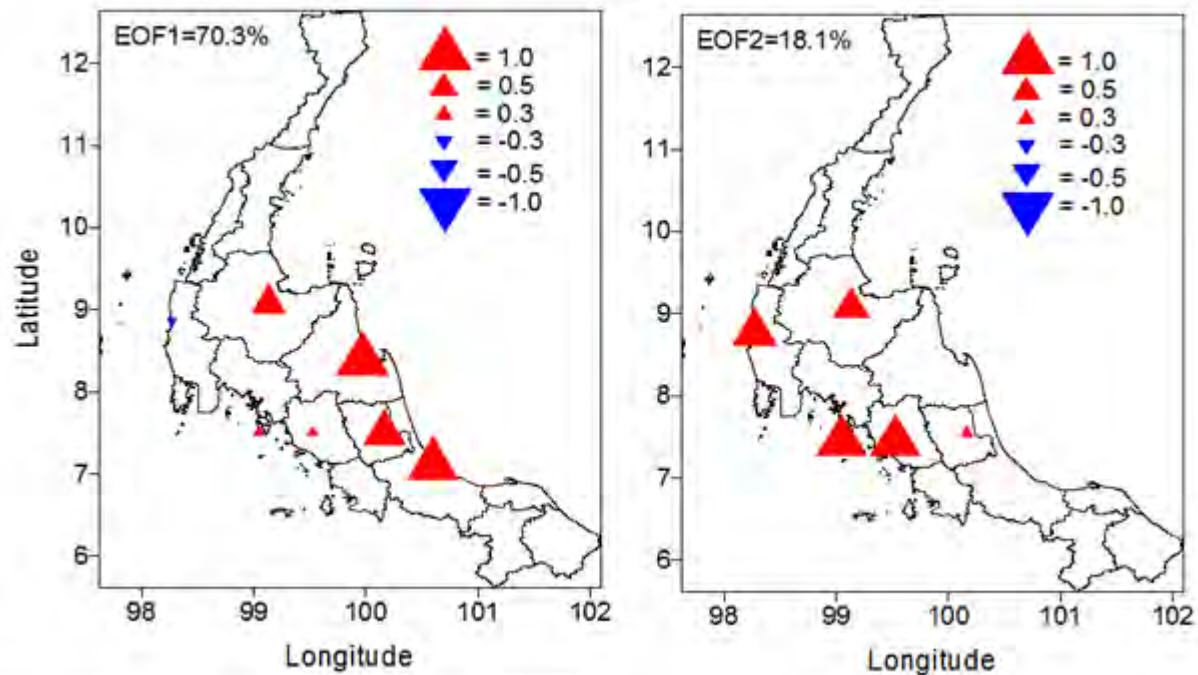
รูปที่ 4.4 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของอุณหภูมิเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



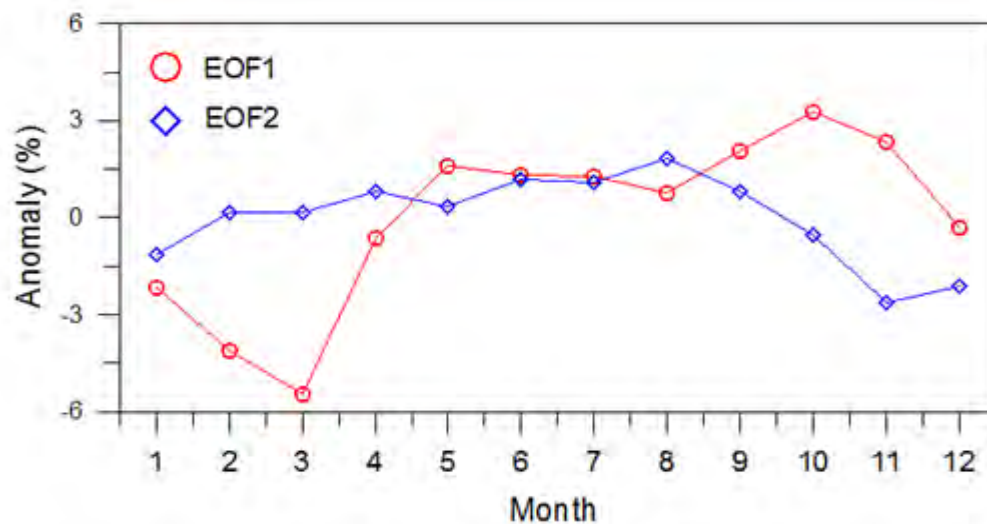
รูปที่ 4.5 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



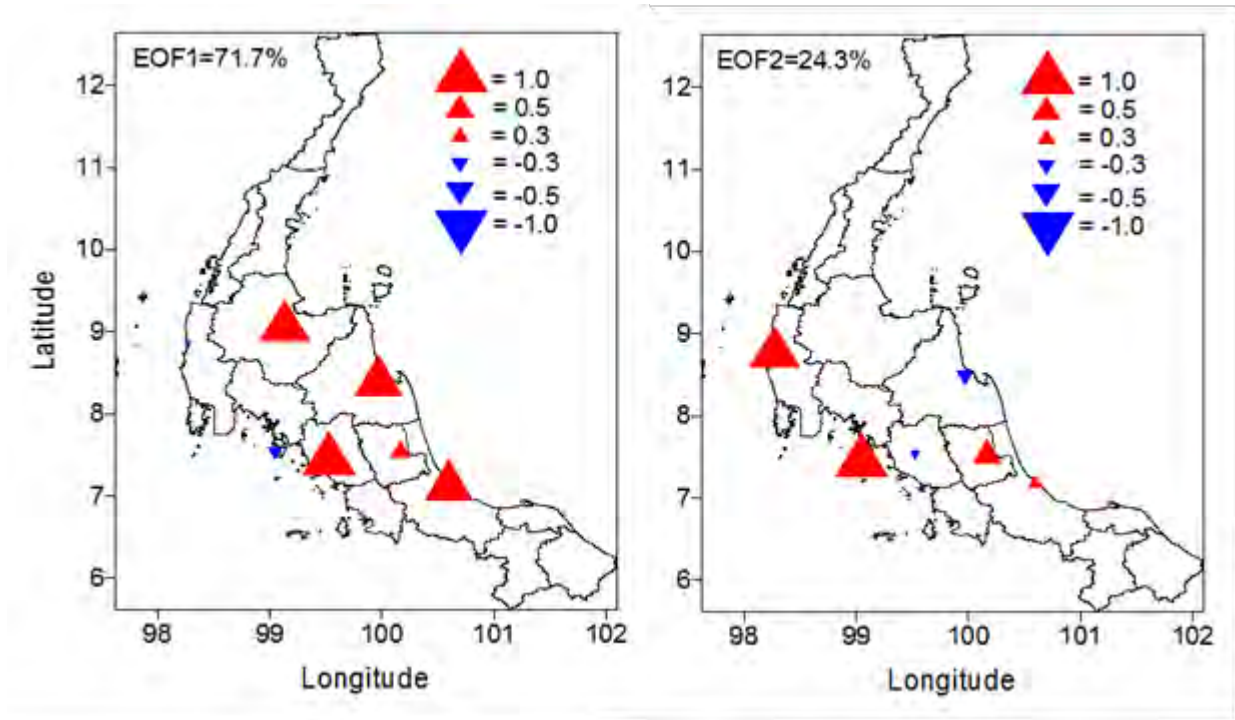
รูปที่ 4.6 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



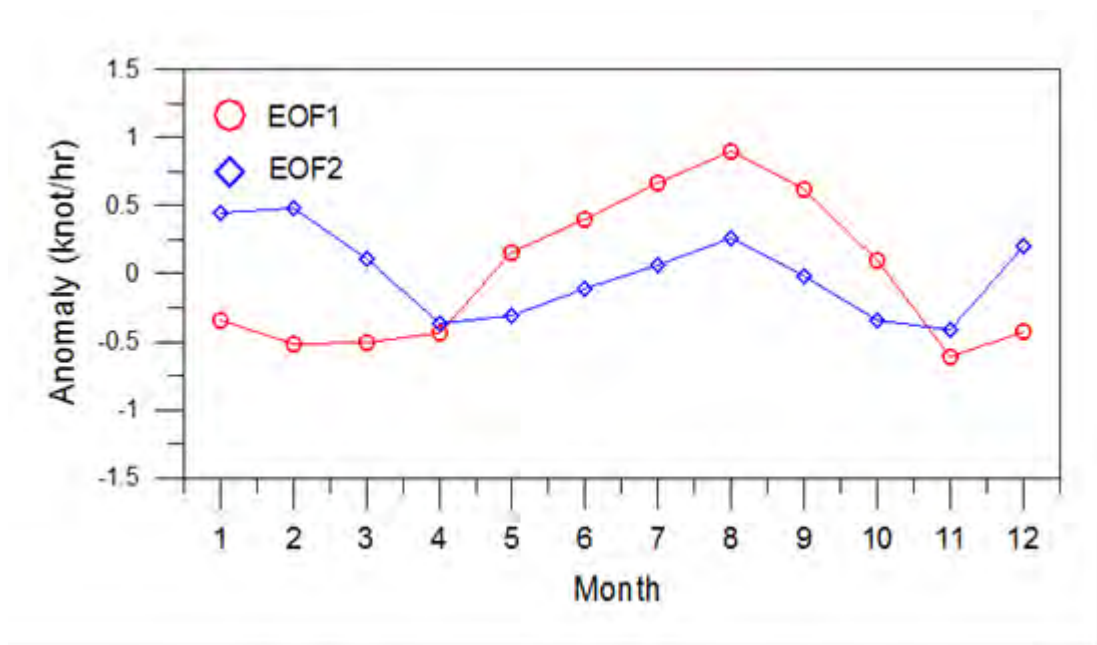
รูปที่ 4.7 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของความชื้นสัมพัทธ์จากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.8 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของความชื้นสัมพัทธ์จากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.9 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของความเร็วลมจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.10 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล anomaly รายเดือนเฉลี่ยในรอบปี (2005-2010) ของความเร็วลมจากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation และค่า p-value ระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF ของตัวแปรทางภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูร้อนอินเดีย (Indian Summer Monsoon Index; ISMI) โดย ISMI คือ ผลต่างของลมตามแนวราบ (Zonal wind) ที่ระดับ 850-h Pa ในพื้นที่ระหว่าง 5° - 15° N, 40° - 80° E และพื้นที่ 20° - 30° N, 70° - 90° E (Wang et al., 2001) จำนวนตัวอย่างของแต่ละอนุกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (n) = 12

ตัวแปร	Kendall Tau correlation (τ)	p-value
1. EOF โหมดที่ 1 ของฝน & ISMI	-0.27	0.22
2. EOF โหมดที่ 2 ของฝน & ISMI	0.48*	0.03
3. EOF โหมดที่ 1 ของอุณหภูมิเฉลี่ย & ISMI	0.27	0.22
4. EOF โหมดที่ 1 ของความชื้นสัมพัทธ์ & ISMI	0.24	0.27
5. EOF โหมดที่ 2 ของความชื้นสัมพัทธ์ & ISMI	0.58*	0.01
6. EOF โหมดที่ 1 ของความเร็วลม & ISMI	0.55*	0.02
7. EOF โหมดที่ 2 ของความเร็วลม & ISMI	0.03	0.89

* Kendall Tau correlation coefficient (τ) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p-value= 0.05)

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีและระยะยาวของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ และความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ (El Niño-Southern Oscillation; ENSO) และระบบลมมรสุมเอเชีย

ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและอัตราการระเหยของน้ำรายวัน จากสถานีผิวพื้นที่ตั้งอยู่ใน 7 จังหวัดของภาคใต้ ได้ถูกนำมาวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีและระยะยาว รวมทั้งความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เอนโซและระบบลมมรสุมเอเชีย ทั้งนี้ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวหรือเชิงเส้นตรง (Linear trend) ของค่าเฉลี่ยและสะสมรายปีซึ่งคำนวณจากข้อมูลรายวันของแต่ละตัวแปรในแต่ละสถานี ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยวิธี Kendall's tau based slope estimator (Sen, 1968; Aguilar et al., 2005; Zhang et al., 2005) เนื่องจากเป็นเทคนิค Non-parametric statistical method ที่สามารถจัดการกับ Autocorrelation ที่มีปรากฏในอนุกรมข้อมูลได้ดี รวมทั้งมีความทนทานและไม่ได้รับผลกระทบจากค่าผิดปกติ (Outliers) และการกระจายตัวของข้อมูลที่ไม่สมมาตร (Non-normal distribution) (Alexander et al., 2006) ในการศึกษาได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (5%) เพื่อแสดงถึงตัวแปรในแต่ละสถานี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นต่อหน่วยเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ นั้น ได้วิเคราะห์ด้วยเทคนิค EOF บนพื้นฐานของข้อมูลเฉลี่ยและสะสมรายเดือน เพื่อสกัดความแปรปรวนที่โดดเด่นของทั้งสามตัวแปร ก่อนที่จะนำอนุกรม Time-varying amplitude รายเดือนของความแปรปรวนที่โดดเด่นในโหมดที่ 1 ไปหาความสัมพันธ์กับดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ ดัชนีมรสุมฤดูหนาวและดัชนีมรสุมฤดูร้อน ซึ่งการศึกษานี้ ใช้ดัชนีปรากฏการณ์เอนโซและดัชนีมรสุมเอเชีย 7 ดัชนี

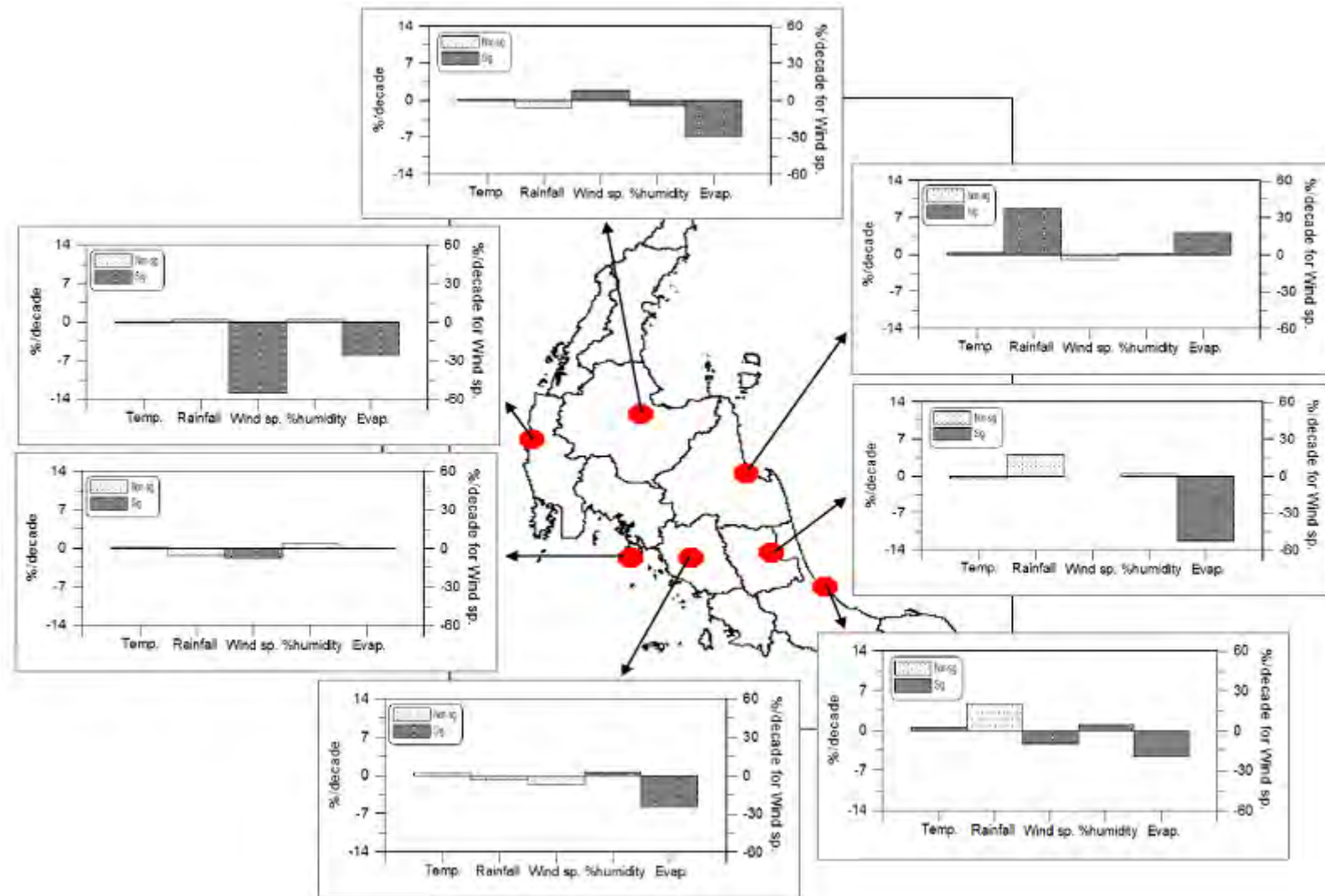
ผลการวิเคราะห์ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราการระเหยของน้ำใน 7 จังหวัดภาคใต้ มีรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่หลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละสถานี (รูปที่ 4.11) โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของตัวแปรภูมิอากาศที่เหมือนกันทั้ง 7 สถานี ไม่ปรากฏเด่นชัด อุณหภูมิเฉลี่ยเฉพาะที่สถานีนครศรีธรรมราชและสงขลาเท่านั้น เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ในอัตรา 0.36-0.57% ต่อทศวรรษเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 สำหรับปริมาณฝนสะสมรายปี มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย โดยปริมาณฝนสะสมรายปีมีแนวโน้มลดลงในฝั่งอันดามัน ในขณะที่ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฝั่งอ่าวไทย อย่างไรก็ตาม ปริมาณฝนสะสมรายปีเฉพาะสถานีนครศรีธรรมราชเท่านั้น ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ในอัตรา 8.7% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 ความเร็วลม มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% หลายสถานีทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย โดยความเร็วลมที่สถานีพังงา มีแนวโน้มลดลงถึง 55% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 เป็นที่น่าสังเกตว่า ความเร็วลมที่สถานีสุราษฎร์ธานี กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ในอัตรา 7.9% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีตรังและสงขลา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ในอัตรา 0.60-0.90% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 ในทางตรงกันข้าม ความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีสุราษฎร์ธานี กลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ในอัตรา -1.1% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 เช่นเดียวกันกับความเร็วลม แนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของอัตราการระเหยของน้ำ สังเกต

ได้ในหลายสถานีทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย (ตรัง พังงา พัทลุง สงขลา และสุราษฎร์ธานี) ในอัตรา -12.33% ถึง -4.59% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 ในขณะที่ แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของอัตราการระเหยของน้ำ ปรากฏในสถานี นครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.11) จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 5 ตัวแปรที่แตกต่างกันในแต่ละสถานีดังกล่าว อาจแสดงถึงความซับซ้อนของปัจจัยและกลไกที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในบริเวณอินโด-แปซิฟิก รวมทั้งปัจจัยท้องถิ่น เช่น ลักษณะสภาพภูมิประเทศ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน น่าจะเป็นปัจจัยร่วมในระดับที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณารายละเอียดในสเกลรายสถานี

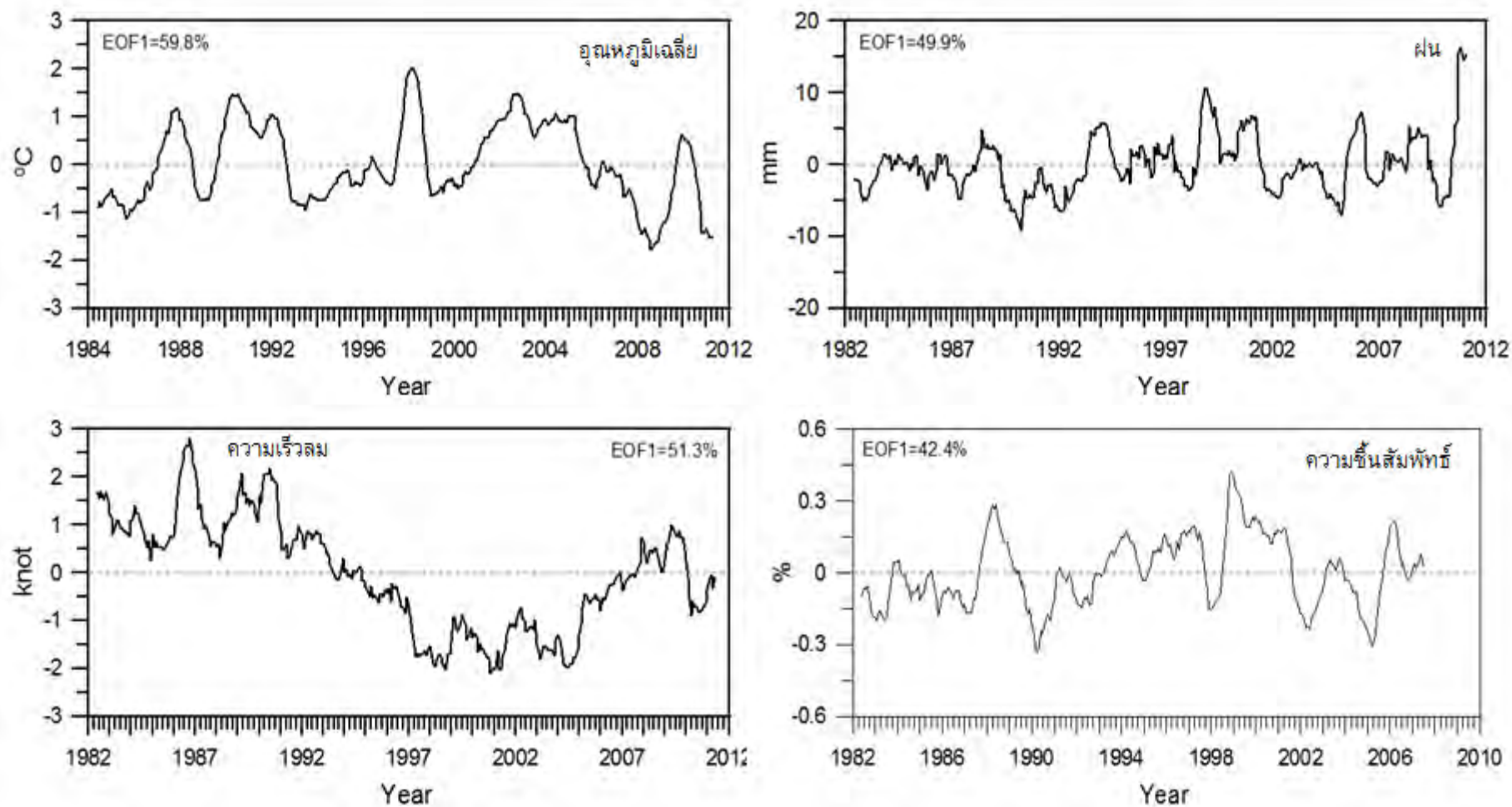
นอกจากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวแล้ว ความแปรปรวนระยะสั้น (ระหว่างฤดูกาลถึงระหว่างปี) ของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ ในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ที่ปรากฏใน Time varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนที่โดดเด่นได้ ตั้งแต่ 42.4% ถึง 59.8% (รูปที่ 4.12) มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ่และระบบลมมรสุมเอเชีย ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ 11 เดือนของ Time varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ (รูปที่ 4.12) และอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ 11 เดือนของดัชนีเอนโซ่ (ดัชนี MEI, ดัชนี SOI และดัชนี NIÑO3.4) บ่งชี้อย่างชัดเจนถึงความแปรปรวนระยะสั้นของตัวแปรภูมิอากาศส่วนใหญ่ในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95% กับปรากฏการณ์เอนโซ่ (ตารางที่ 4.2) โดยสรุป พบว่าอุณหภูมิ มีแนวโน้มสูงกว่าปกติ แต่ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าปกติ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ในขณะที่ อุณหภูมิ มีแนวโน้มต่ำกว่าปกติ แต่ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าปกติ ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña เมื่อพิจารณาถึงความแปรปรวนในคาบเวลาฤดูกาลเฉพาะในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงกันยายน) และช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ (เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) ซึ่งตรงกับช่วงมรสุมฤดูร้อนและมรสุมฤดูหนาวที่มีกำลังแรง พบว่า ค่าเฉลี่ยรายฤดูกาลของ Time varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของบางตัวแปร มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีมรสุมเอเชีย (ตารางที่ 4.3 และ 4.4) กล่าวคือ ฝน ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% กับดัชนี ISMI และ WNPMI (ตารางที่ 4.3) โดยพบว่าปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ความเร็วลมกลับลดลง ในช่วงฤดูฝนที่มรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก อ่อนกำลังลง ในทางกลับกัน ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มลดลง แต่ความเร็วลมกลับเพิ่มขึ้น ในช่วงฤดูฝนที่มรสุมฤดูร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก มีกำลังแรงขึ้น นอกจากนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนที่มรสุมฤดูร้อนอินเดีย มีกำลังแรงขึ้น ส่วนความแปรปรวนในช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ พบเพียงแต่ปริมาณฝน มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของแกน East Asian Trough โดยปริมาณฝน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าปกติในช่วงฤดูหนาวที่แกน East Asian Trough มีความโน้มเอียงเพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้คลื่นมวลอากาศเย็นและแห้งที่มีกำลังแรงจากไซบีเรียพัดลงสู่มหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้มากขึ้น แต่เส้นทางของลมที่พัดไปทางทิศใต้มีกำลังอ่อนลง (Wang et al., 2009) การเปลี่ยนทิศทางและความแรงของคลื่นมวลอากาศเย็นดังกล่าว เนื่องจากการโน้มเอียงของ East Asian Trough น่าจะเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาความชื้นจากทะเลจีนใต้และอ่าวไทย เข้าสู่พื้นที่ภาคใต้ ทำให้เกิดฝนตกชุกในช่วงที่ดัชนี EATAI มีค่าสูง

เมื่อพิจารณาบริบทของสมดุลน้ำ ในรูปความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P) แล้ว พบว่า E-P ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มลดลงซึ่งแสดงถึงแนวโน้มการสะสมของปริมาณฝนมากกว่าอัตราการระเหยของน้ำในช่วงปี ค.ศ. 1982-2011 (รูปที่ 4.13) ทั้งนี้ สถานะในฝั่งอ่าวไทยเท่านั้น ที่แสดงถึงการสะสมของปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการระเหยของน้ำ (รูปที่ 4.13) สำหรับความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลถึงระหว่างปี ผลการศึกษา พบว่า ความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีเอนโซ (ตารางที่ 4.5) โดยสรุป พบว่า ความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน มีค่าต่ำกว่าปกติหรือมีปริมาณฝนในสัดส่วนที่มากกว่าอัตราการระเหยในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña แต่กลับมีค่าตรงกันข้าม ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า ปรากฏการณ์เอนโซ นับเป็นโหมดความผันแปรพื้นฐานของระบบภูมิอากาศโลก ที่ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนระหว่างปีของตัวแปรภูมิอากาศในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ โดยระบบลมมรสุมเอเชีย เป็นอีกโหมดหนึ่งของความผันแปรตามฤดูกาลที่ช่วย Modulation ให้ความแปรปรวนระยะสั้นของลักษณะทางภูมิอากาศในพื้นที่ดังกล่าว มีความสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยทั้งปรากฏการณ์เอนโซและระบบลมมรสุมเอเชีย น่าจะเป็นโหมดความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในคาบเวลาตั้งแต่ฤดูกาลถึงหลายปีที่ส่งผลต่อสรีรวิทยาการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.11 สรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (% การเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย 1984-2007/decade) ของ 5 ตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละสถานี



รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากอนุกรมข้อมูลรายเดือนของ 7 สถานียภาคใต้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศ และดัชนีเอ็นโซ

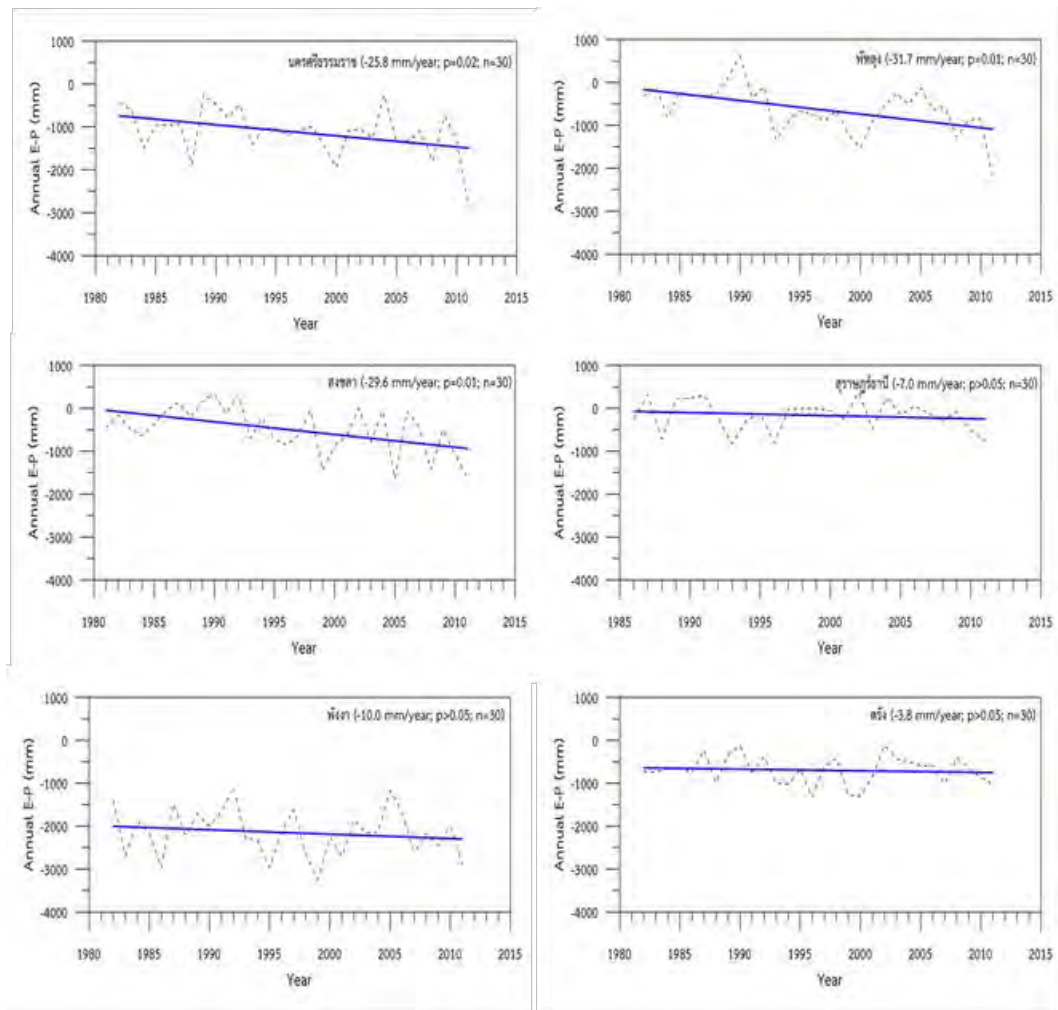
ตัวแปรทางภูมิอากาศ	ดัชนี MEI	ดัชนี SOI	ดัชนี NIÑO3.4
อุณหภูมิเฉลี่ย (n=348)	0.36 , p<0.01	-0.32 , p<0.01	0.39 , p<0.01
ฝน (n=348)	-0.38 , p<0.01	0.43 , p<0.01	-0.41 , p<0.01
ความเร็วลม (n=348)	0.11 , p=0.05	-0.11 , p=0.05	0.05, p>0.05
ความชื้นสัมพัทธ์ (n=302)	-0.33 , p<0.01	0.37 , p<0.01	-0.34 , p<0.01

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูร้อน

ตัวแปรทางภูมิอากาศ	ดัชนี ISMI	ดัชนี WNPMI
อุณหภูมิเฉลี่ย (n=26)	0.13, p>0.05	0.08, p>0.05
ฝน (n=28)	0.21, p>0.05	-0.33 , p=0.02
ความเร็วลม (n=28)	-0.16, p>0.05	0.29 , p=0.04
ความชื้นสัมพัทธ์ (n=26)	0.29 , p=0.04	0.45 , p<0.01

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ของตัวแปรภูมิอากาศและดัชนีมรสุมฤดูหนาว

ตัวแปรทางภูมิอากาศ	ดัชนี EATII	ดัชนี EATAI
อุณหภูมิเฉลี่ย (n=26)	0.22, p>0.05	-0.11, p>0.05
ฝน (n=28)	0.02, p>0.05	0.32 , p=0.02
ความเร็วลม (n=28)	-0.06, p>0.05	-0.02, p>0.05
ความชื้นสัมพัทธ์ (n=26)	-0.03, p>0.05	0.22, p>0.05



รูปที่ 4.13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P)

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรมรายปีระหว่าง E-P และ ดัชนีเอ็นโซ

สถานี	ดัชนี MEI	ดัชนี SOI	ดัชนี NIÑO3.4
นครศรีธรรมราช	0.54 , $p<0.01$	-0.63 , $p<0.01$	0.53 , $p<0.01$
พัทลุง	0.38 , $p=0.04$	-0.46 , $p=0.01$	0.33, $p=0.08$
สงขลา	0.51 , $p<0.01$	-0.56 , $p<0.01$	0.46 , $p=0.01$
สุราษฎร์ธานี	0.33, $p=0.1$	-0.38, $p=0.06$	0.40 , $p=0.04$
พังงา	0.40 , $p=0.04$	-0.41 , $p=0.03$	0.48 , $p=0.01$
ตรัง	0.42 , $p=0.02$	-0.38 , $p=0.04$	-0.48 , $p=0.01$

4.1.4 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้และความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ (El Niño-Southern Oscillation; ENSO)

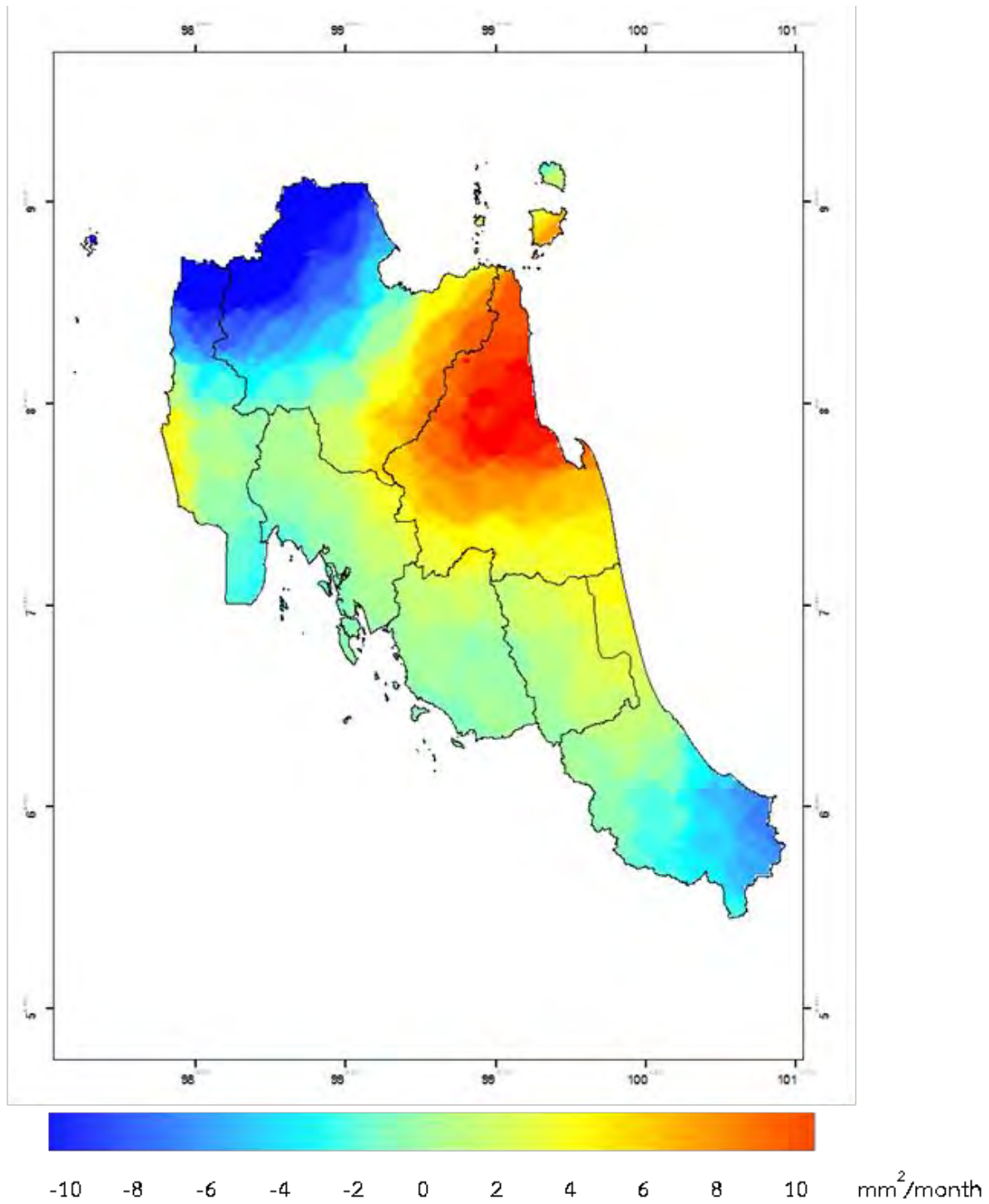
วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์นี้ เพื่อสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมต่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของตัวแปรภูมิอากาศ (ฝน/หยาดน้ำฟ้า ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ย) ที่ตรวจวัดในคาบเวลาหนึ่งวันจากสถานีผิวพื้นและจากดาวเทียม TRMM ที่ครอบคลุมในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ ในรูปของ Variance ซึ่งเป็นความแปรปรวนในระดับ Second order โดยข้อมูลภูมิอากาศผิวพื้นรายวัน ระหว่างปี ค.ศ. 1981-2010 และข้อมูลปริมาณหยาดน้ำฟ้าแบบกริดขนาด $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ จากดาวเทียม TRMM ระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 ที่ครอบคลุมในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ ได้ถูกนำมาคำนวณหาค่า Variance เฉลี่ยรายเดือน และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาด้วยเทคนิคฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ หรือ Empirical Orthogonal Function (EOF) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรง (Linear trend) ด้วยวิธี Non-parametric Kendall's tau based slope estimator

ผลการวิเคราะห์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 ซึ่งคำนวณจากอนุกรมเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลดาวเทียม TRMM ในแต่ละกริดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.14) โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $5\text{--}10 \text{ mm}^{-2}$ ต่อเดือน ซึ่งความแปรปรวนของปริมาณหยาดน้ำฟ้าในระดับ Second order moment นี้ สอดคล้องกับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นในระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณฝนสะสมรายปี ในอัตรา 8.7% ต่อทศวรรษเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง 1984-2007 (รูปที่ 4.11) ในขณะที่ การเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของ Variance เฉลี่ยรายเดือนของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในบริเวณบางส่วนของจังหวัดพังงาและสุราษฎร์ธานี กลับมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างชัดเจนในรอบ 13 ปีที่ผ่านมา (รูปที่ 4.14) เมื่อเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของปริมาณฝนสะสมรายปีแล้ว Variance เฉลี่ยรายเดือนของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวัน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องเช่นกัน ผลการวิเคราะห์นี้ บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้า มีลักษณะแบบ Bi-mode ซึ่งมีการผันแปรเชิงพื้นที่ที่ตรงกันข้ามระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งมีลักษณะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณหยาดน้ำฟ้าสะสมรายปีเฉลี่ย ซึ่งเป็นความแปรปรวนของ 'Mean state' หรือ First order moment

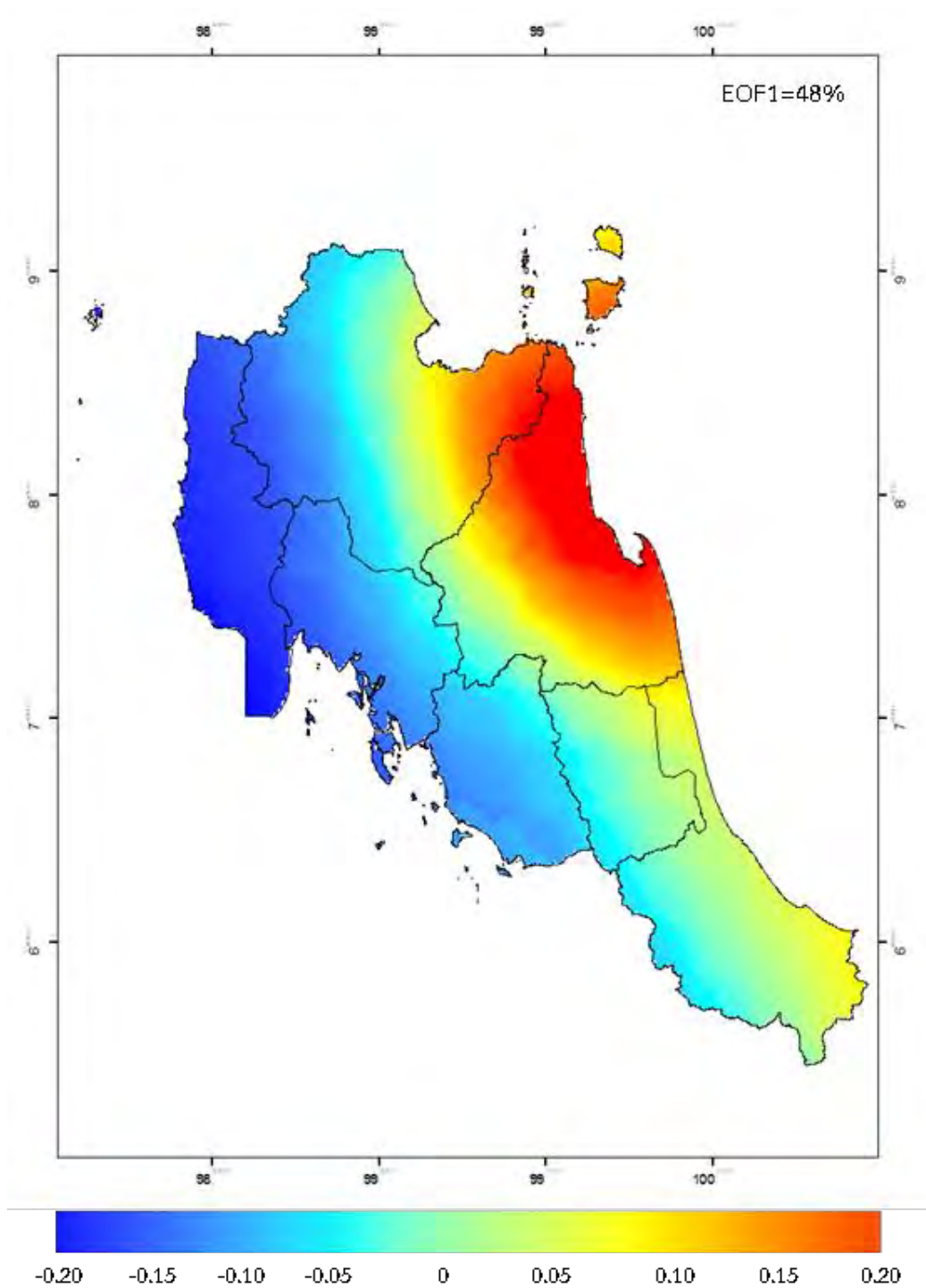
ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของ Variance เฉลี่ยรายเดือนของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 พบว่า EOF โหมดที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้มากกว่า 60% ของความแปรปรวนทั้งหมดซึ่งครอบคลุม 234 กริดในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ โดยโครงสร้างเชิงพื้นที่ของ EOF โหมดที่ 1 แสดง Hotspot ในแง่การเพิ่มขึ้นของ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.15) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่ปรากฏในรูปที่ 4.14 ทั้งนี้ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในบริเวณฝั่งอันดามัน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ EOF โหมดที่ 1 บ่งชี้ถึงแนวโน้มการลดลงของ Variance ของหยาดน้ำฟ้าในบริเวณนั้น ส่วนโครงสร้างเชิงพื้นที่ของ EOF โหมดที่ 2 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันในบริเวณจังหวัดสงขลาและพัทลุง แต่กลับลดลงในบริเวณบางส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.16) รูปที่ 4.17 แสดงรูปแบบเชิงเวลาหรือ Time coefficient series ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ซึ่ง Variance เฉลี่ยรายเดือนของปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันจากดาวเทียม TRMM ที่ปรากฏอยู่ในทั้งสองโหมด มีลักษณะความแปรปรวนที่โดดเด่นในคาบเวลาระหว่างปี โดยบางเดือน/ปี มีค่าที่สูงและต่ำผิดปกติ ทั้งนี้ ไม่ปรากฏแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว

อนุกรม Variance เฉลี่ยรายปีของปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม รายวันคำนวณจากข้อมูลสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้ ในระหว่างปี ค.ศ. 1981-2010 แสดงในรูปที่ 4.18-4.21 ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของแต่ละตัวแปรใน 6 จังหวัดภาคใต้ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา มีลักษณะที่หลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกันทั้งพื้นที่ศึกษาที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันทุกสถานี (รูปที่ 4.18-4.21) โดยสรุป พบว่า Variance เฉลี่ยรายปีของปริมาณฝน มีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทุกสถานียกเว้นสถานีที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 4.18) ส่วน Variance เฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยและความเร็วลม มีลักษณะแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว เหมือนกับ Variance เฉลี่ยรายปีของปริมาณฝน ซึ่งส่วนใหญ่แสดงแนวโน้มที่ลดลง โดย Variance เฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยและความเร็วลม ที่สถานีจังหวัดกระบี่และจังหวัดพังงา (ตะกั่วป่า) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (รูปที่ 4.19 และ 4.21) สำหรับ Variance เฉลี่ยรายปีของความชื้นสัมพัทธ์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่สถานีจังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา จังหวัดพังงา (ตะกั่วป่า) และจังหวัดตรัง ตามลำดับ (รูปที่ 4.20)

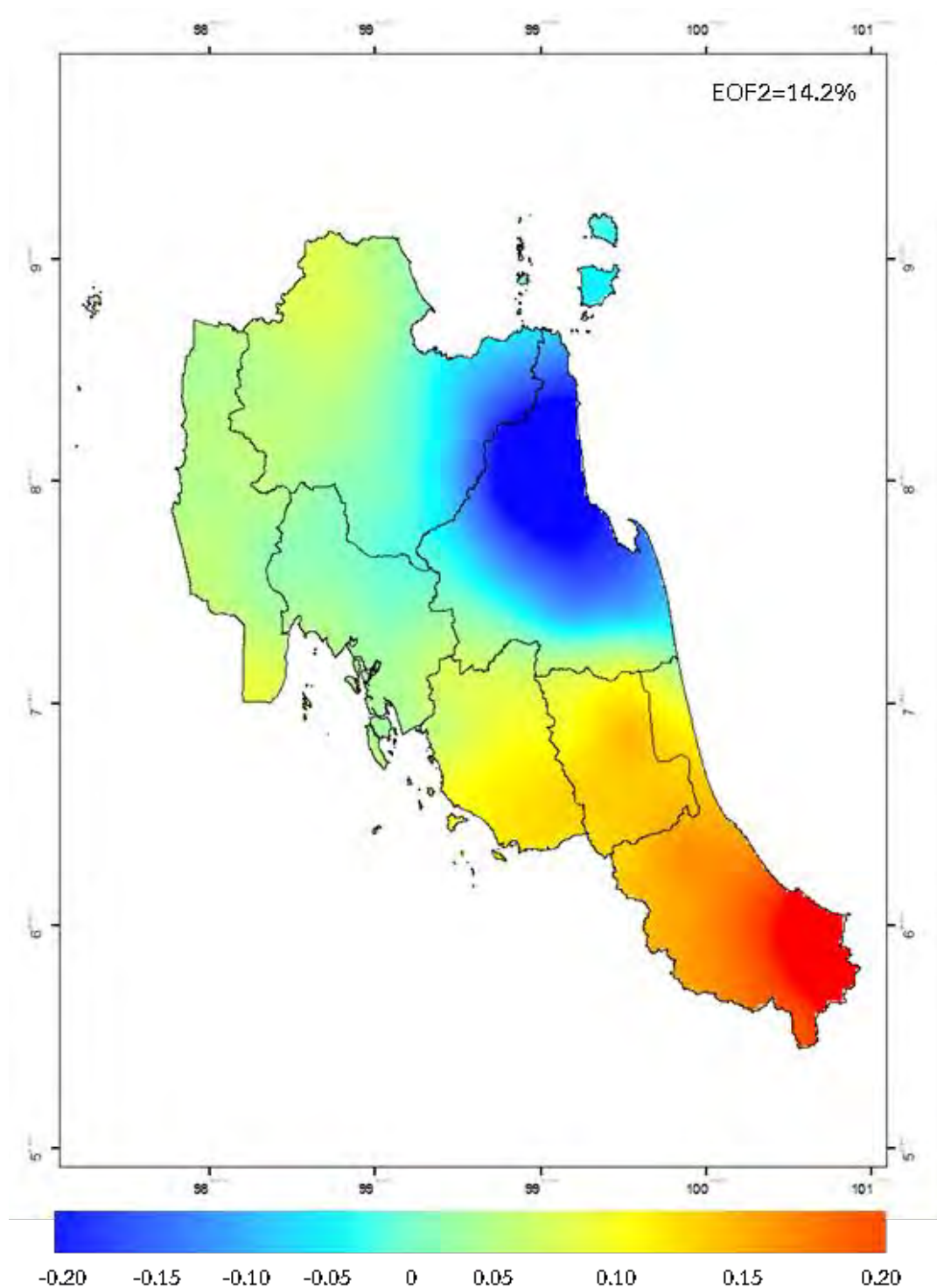
ตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของดัชนี SOI และ Variance เฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศรายวันในระหว่างปี 1981-2010 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว พบว่า ความแปรปรวนระหว่างปีของ Variance เฉลี่ยรายเดือนของทั้ง 3 ตัวแปรในแต่ละสถานีทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีความสัมพันธ์กับดัชนี SOI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ (ตารางที่ 4.2) กล่าวคือ Variance ของปริมาณฝน เพิ่มขึ้นแต่ Variance ของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ กลับลดลง ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña ในขณะที่ Variance ของปริมาณฝน ลดลงแต่ Variance ของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ กลับเพิ่มขึ้น ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño เป็นที่น่าสังเกตว่า Variance เฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) สูงสุดที่สถานีจังหวัดตรัง ในขณะที่ ค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) สูงสุดของ Variance เฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝน ปรากฏที่สถานีที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (ตารางที่ 4.6) ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกันทั้งสองส่วนนี้ บ่งชี้ถึง ปรากฏการณ์เอนโซ ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ ทั้งในระดับ First และ Second order moment กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยและ Variance ของอุณหภูมิ เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño (La Niña) ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยและ Variance ของปริมาณฝนสะสม ลดลง (เพิ่มขึ้น) ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño (La Niña) ส่วนค่าเฉลี่ยและ Variance ของความชื้นสัมพัทธ์ ลดลง (เพิ่มขึ้น) และเพิ่มขึ้น (ลดลง) ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño (La Niña)



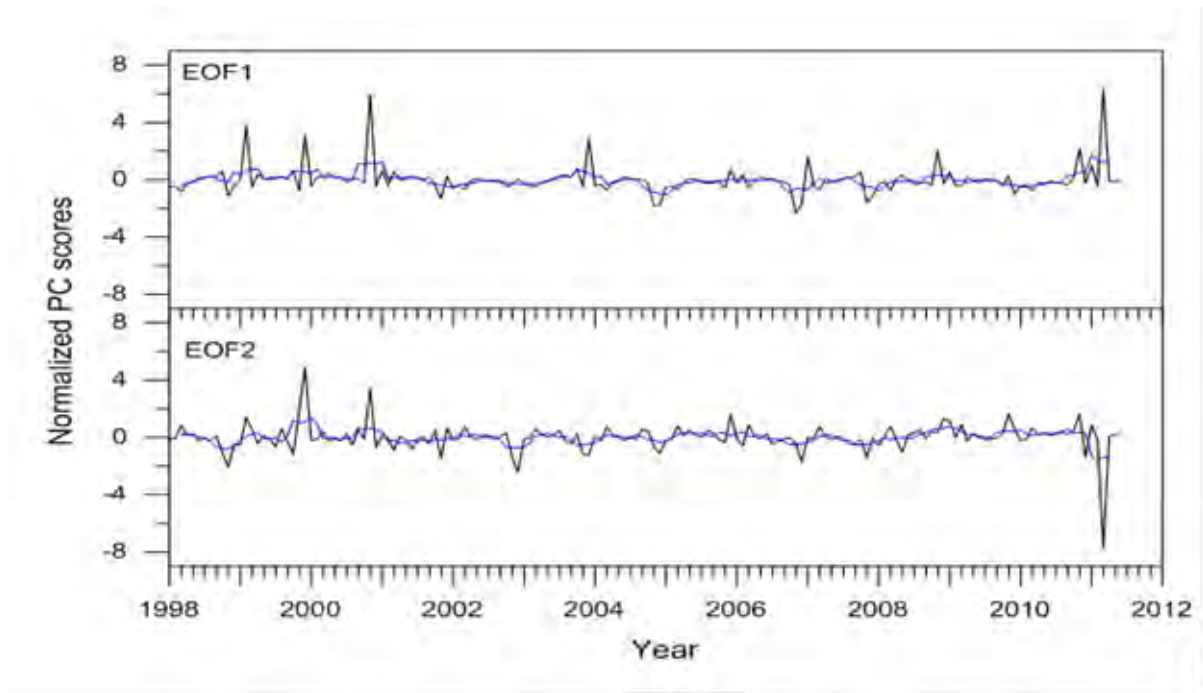
รูปที่ 4.14 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของ Variance ของหยาดน้ำฟ้า (mm^2/month) ซึ่งคำนวณจากอนุกรมรายเดือนระหว่างปี 1998-2010 ของข้อมูลดาวเทียม TRMM ในแต่ละกริด



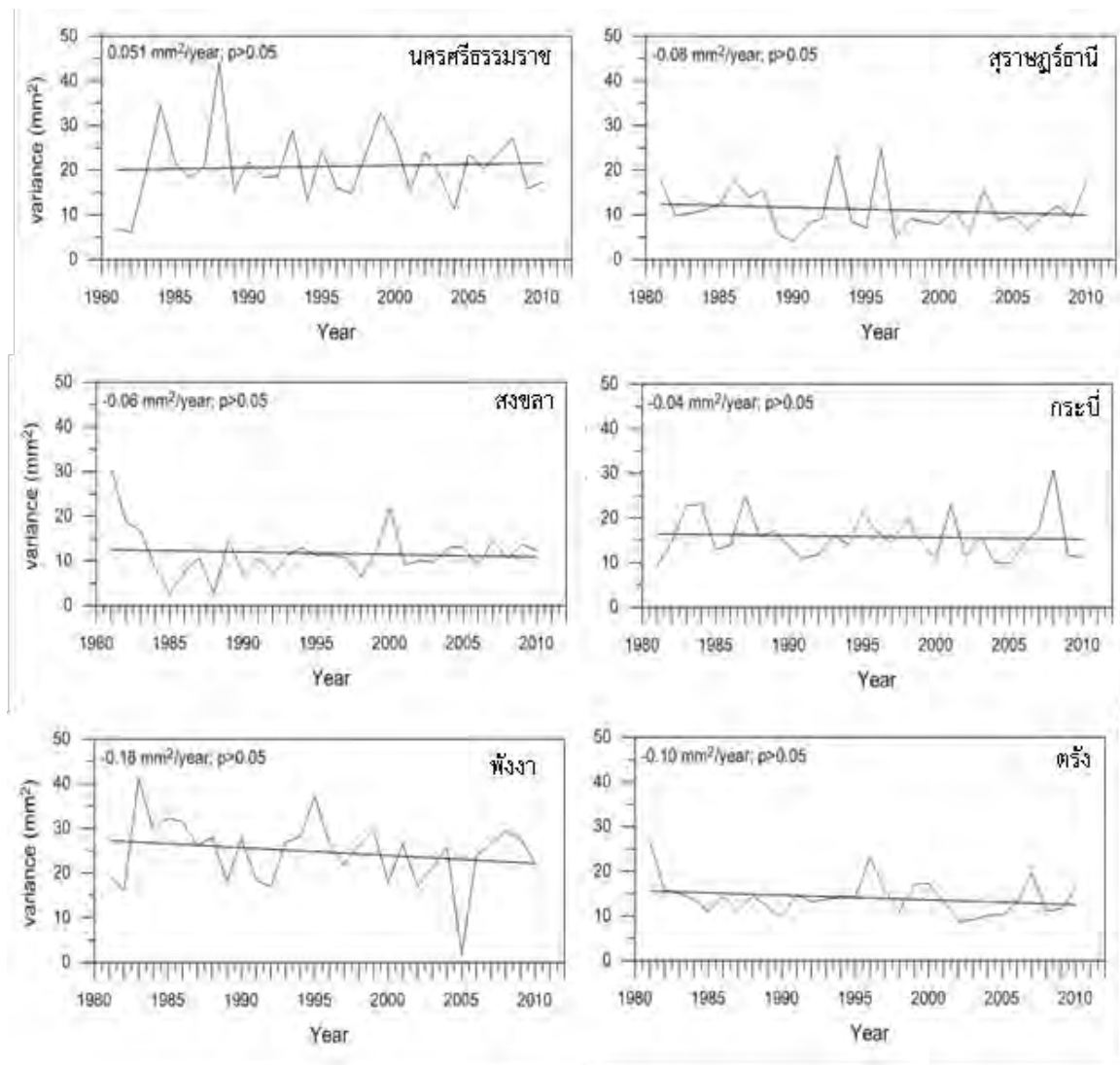
รูปที่ 4.15 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล Variance anomaly รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



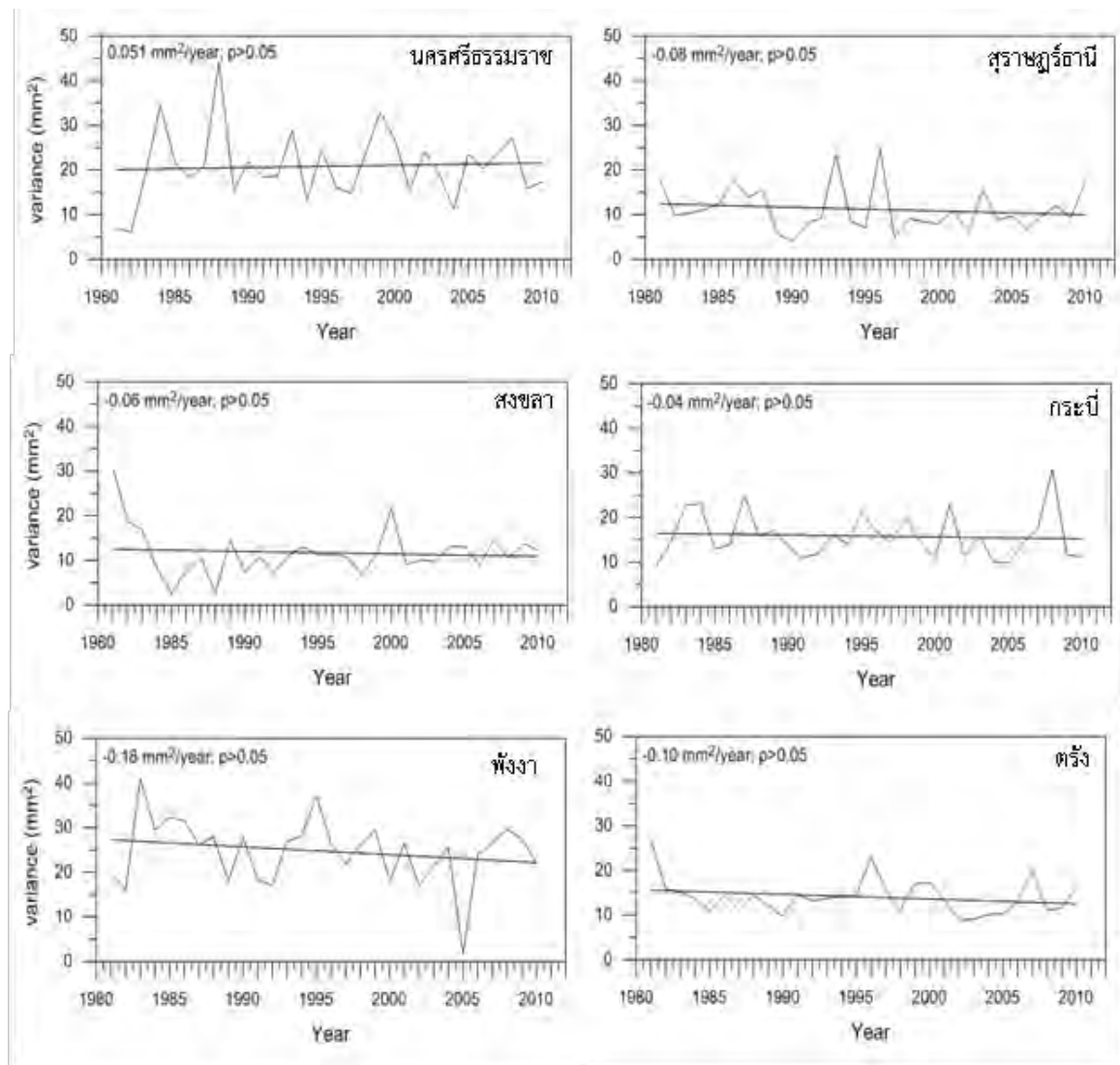
รูปที่ 4.16 โครงสร้างเชิงพื้นที่ (Component loading) ของ EOF โหมดที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์ข้อมูล variance anomaly รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



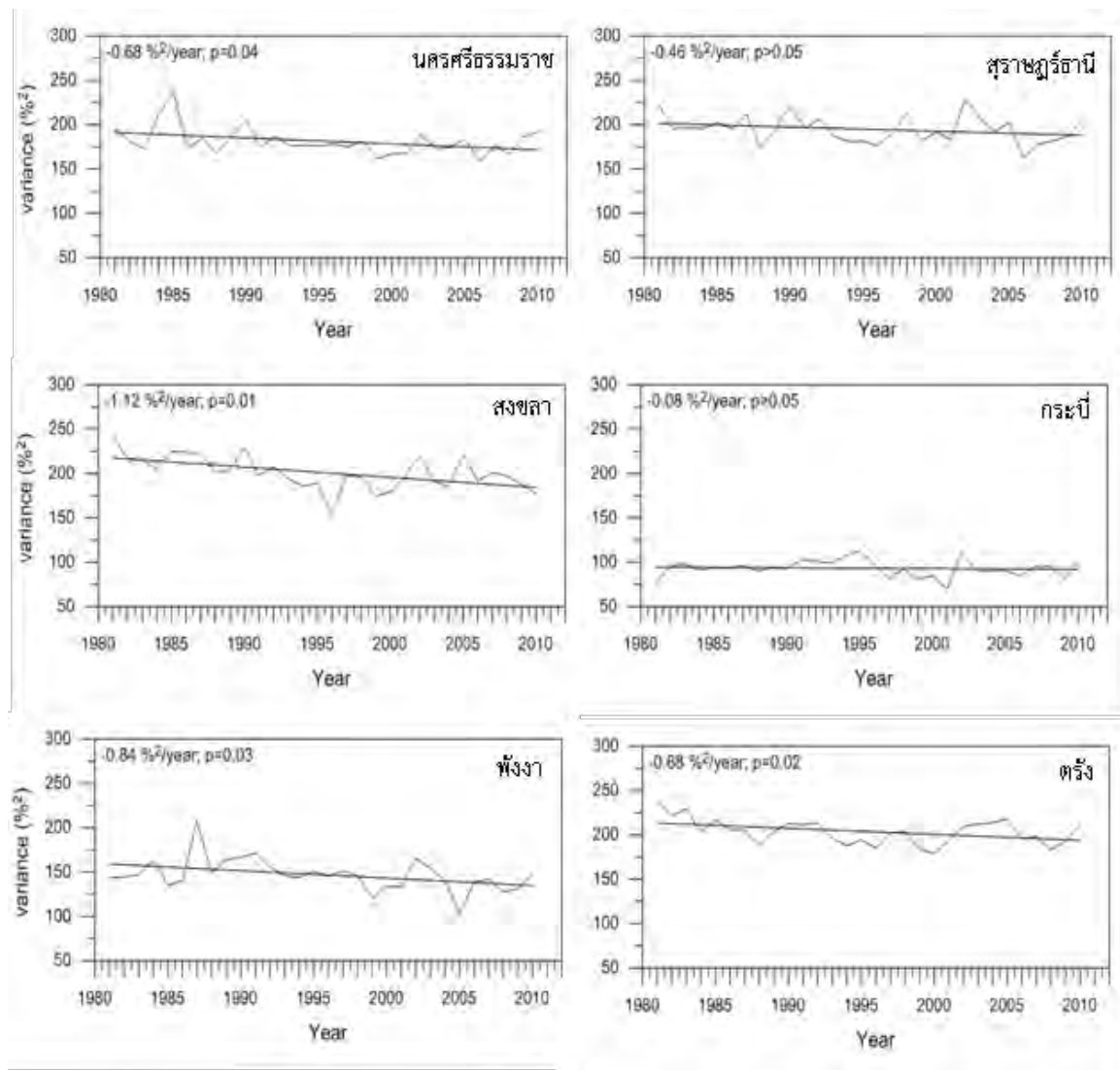
รูปที่ 4.17 รูปแบบเชิงเวลา (Time-varying amplitude) ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ของ Variance รายเดือนของหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียม TRMM



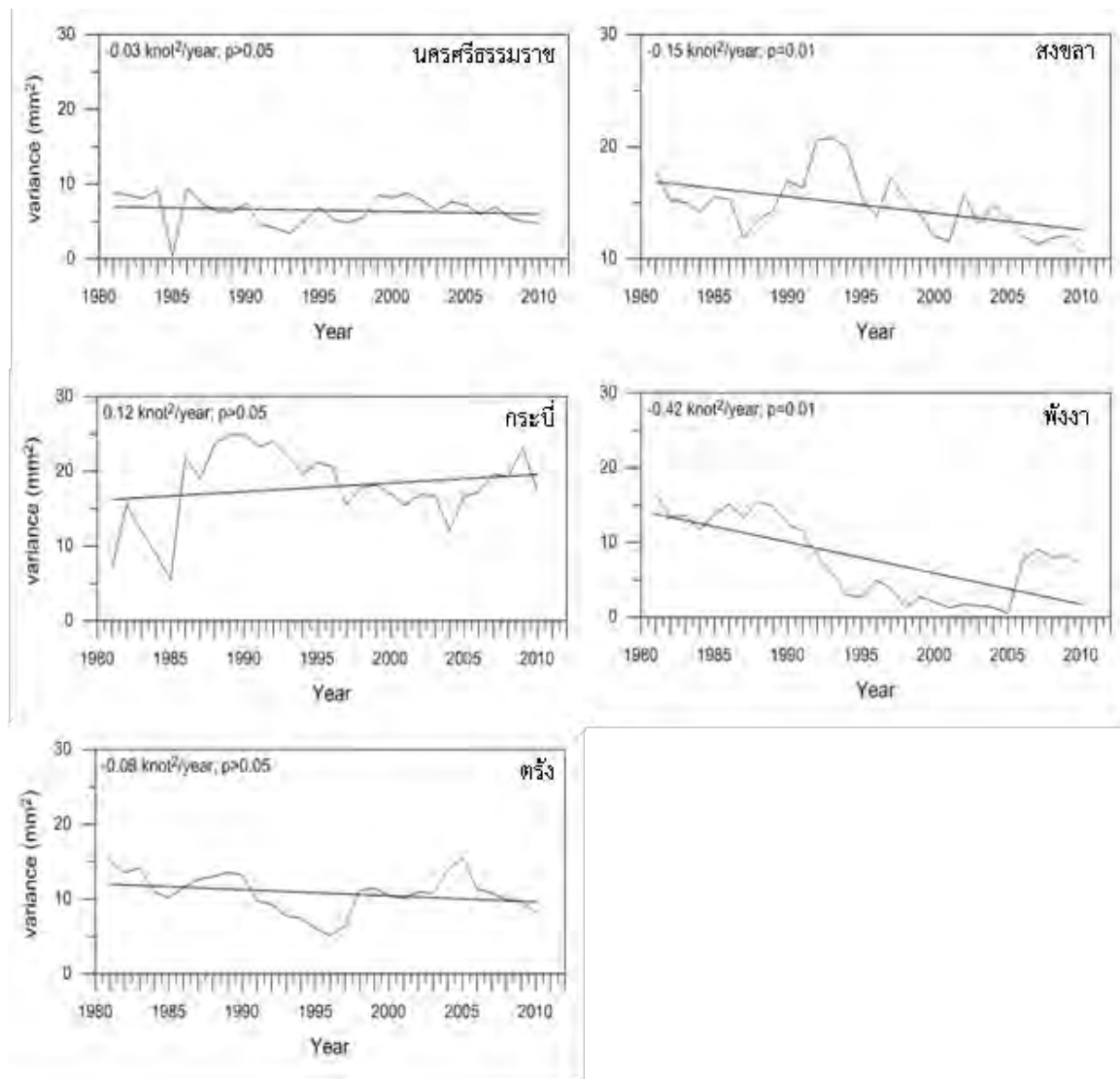
รูปที่ 4.18 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของปริมาณฝนรายวันของสถานีวัดฝนใน 6 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.19 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของความชื้นสัมพัทธ์รายวันของสถานีวิจัยใน 6 จังหวัดภาคใต้



รูปที่ 4.21 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ Variance เฉลี่ยรายปีของความเร็วลมรายวันของสถานีผิวพื้นใน 6 จังหวัดภาคใต้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ในคาบเวลา 11 เดือนของดัชนี SOI และ Variance เฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศรายวันในระหว่างปี 1981-2010

สถานีตรวจวัดอากาศผิวพื้น	ปริมาณฝน	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์
นครศรีธรรมราช	0.32	-0.32	-0.22
สงขลา	0.13	-0.20	-0.45
สุราษฎร์ธานี	0.19	-0.37	-0.45
ตรัง	0.26	-0.54	-0.50
พังงา	0.19	-0.42	-0.41
กระบี่	0.17	-0.48	-0.42

หมายเหตุ : p-value=0.01, จำนวนตัวอย่าง (n) = 358

4.1.5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้

ดัชนีสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ ได้ถูกคำนวณจากทั้งข้อมูลภูมิอากาศรายวันที่ตรวจวัดจากสถานีผิวพื้นและข้อมูลหยาดน้ำฟ้าแบบกริดที่ตรวจวัดจากดาวเทียม TRMM ในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นตรง (Linear trend) ของแต่ละดัชนีที่คำนวณในแต่ละสถานีและกริด ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยวิธี Non-parametric Kendall's tau based slope estimator ทั้งนี้ ได้กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (5%) เพื่อแสดงถึงตัวแปรหรือดัชนีในแต่ละสถานีและกริด มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นต่อหน่วยเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

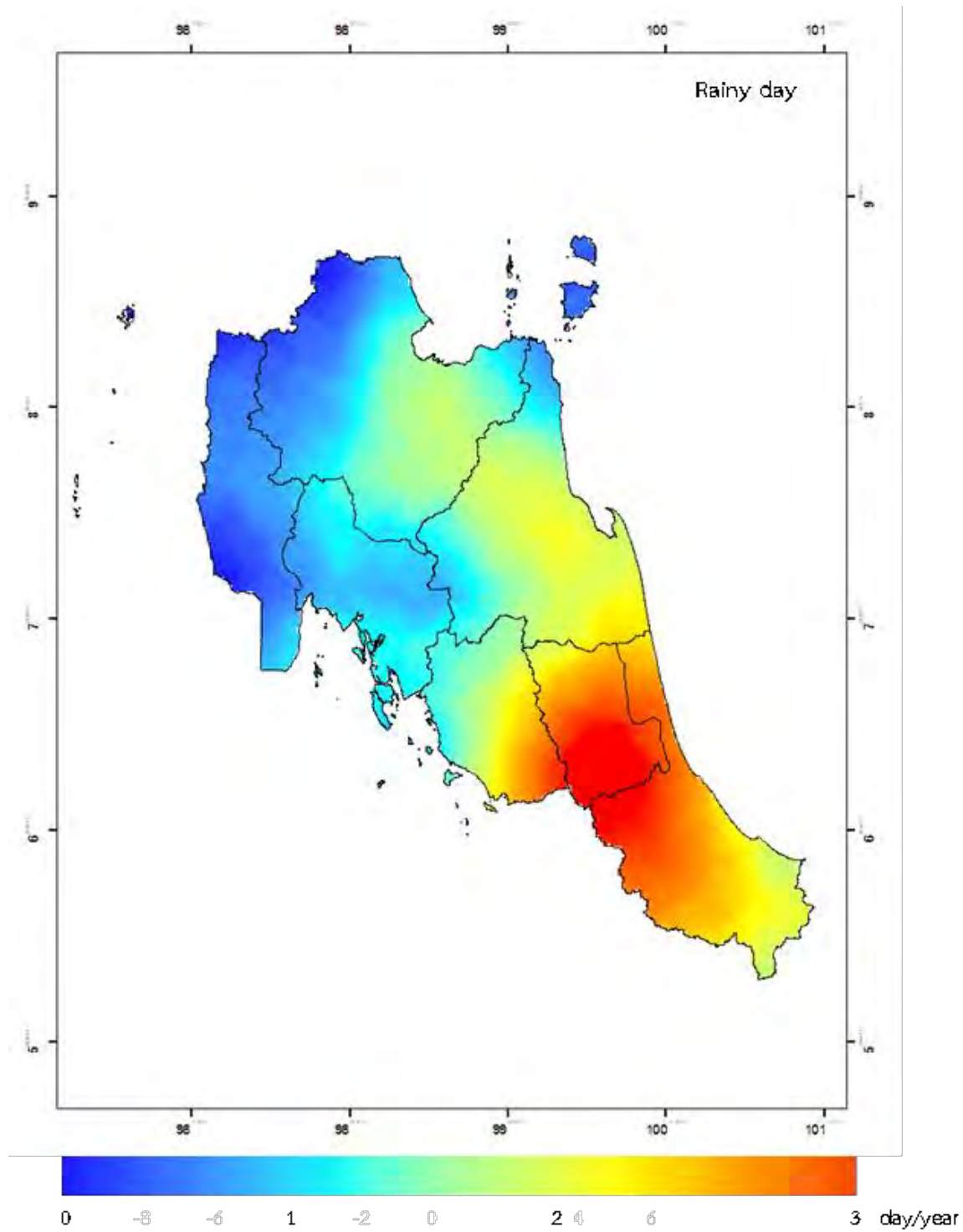
รูปที่ 4.22 ถึง รูปที่ 4.27 แสดงแผนที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนีสถานะความรุนแรงของหยาดน้ำฟ้าจากข้อมูลดาวเทียม TRMM ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010 ซึ่งมีประเด็นหลักสรุปได้ดังนี้

- ดัชนีจำนวนวันฝนตก (Rainy) บ่งชี้ถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนวันฝนตกในบริเวณจังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุงและบางส่วนของจังหวัดตรังและนครศรีธรรมราช ส่วนจังหวัดบริเวณฝั่งอันดามันจำนวนวันฝนตก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักในรอบ 13 ปีที่ผ่านมา (รูปที่ 4.22)
- ดัชนี CDD เป็นดัชนีสถานะความรุนแรงของฝน ที่ใช้อธิบายสถานะความแห้งแล้งในรอบปีหรือระยะฝนทิ้งช่วงในระหว่างฤดูฝนหรือมรสุม ผลการวิเคราะห์ พบว่า ดัชนี CDD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 4.23) ซึ่งบ่งชี้ถึงเกิดสถานะความแห้งแล้งในรอบปีและระยะเวลาฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนยาวนานขึ้น ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของดัชนี CDD ค่อนข้างสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของ Variance ของหยาดน้ำฟ้า (รูปที่ 4.14) และดัชนีจำนวนวันฝนตก (รูปที่ 4.22)
- ดัชนี CWD เป็นดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนในแง่ระยะเวลาของฝนตกชุกและต่อเนื่อง ซึ่งใช้แสดงช่วงเวลาที่มรสุมฤดูร้อนมีกำลัง หรือ Active monsoon และช่วงที่เกิดพายุและร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่าน การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของดัชนี CWD มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับดัชนี CDD และรูปแบบที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ Variance ของหยาดน้ำฟ้า (รูปที่ 4.14, 4.23 และ 4.24) กล่าวคือ ดัชนี CWD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในรอบ 13 ปีที่ผ่านมา ในบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช และบางส่วนของจังหวัดพัทลุงและสงขลา (รูปที่ 4.24) ซึ่งเป็นบริเวณที่ Variance ของหยาดน้ำฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.14)
- ดัชนี R95p เป็นดัชนีปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนหนัก ซึ่งเป็นดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนในแง่ปริมาณของฝนที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่า Threshold ที่กำหนด โดยปกติใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เป็นค่าที่กำหนดปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนหนักหรือเหตุการณ์ที่มักปรากฏบริเวณ Upper tail ของการแจกแจงข้อมูลฝน ผลการวิเคราะห์ดัชนี R95p ในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ พบว่า ปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนหนัก มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญในบริเวณตอนบนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 4.25) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ Variance ของหยาดน้ำฟ้าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ (รูปที่ 4.14)
- ดัชนี RX5day เป็นดัชนีสถานะความรุนแรงในแง่ความแรงฝนช่วงระยะเวลาสั้น (5 วัน) โดยใช้แสดงถึงสถานะความแรงของเหตุการณ์ฝนหนัก ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงพายุหรือลมมรสุมมีกำลังแรงขึ้นอย่างฉับพลัน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนี RX5day จากรูปที่ 4.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะ Bi-mode กล่าวคือ ดัชนี RX5day บริเวณทางตอนบนของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่บริเวณทางตอนล่าง กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.26)

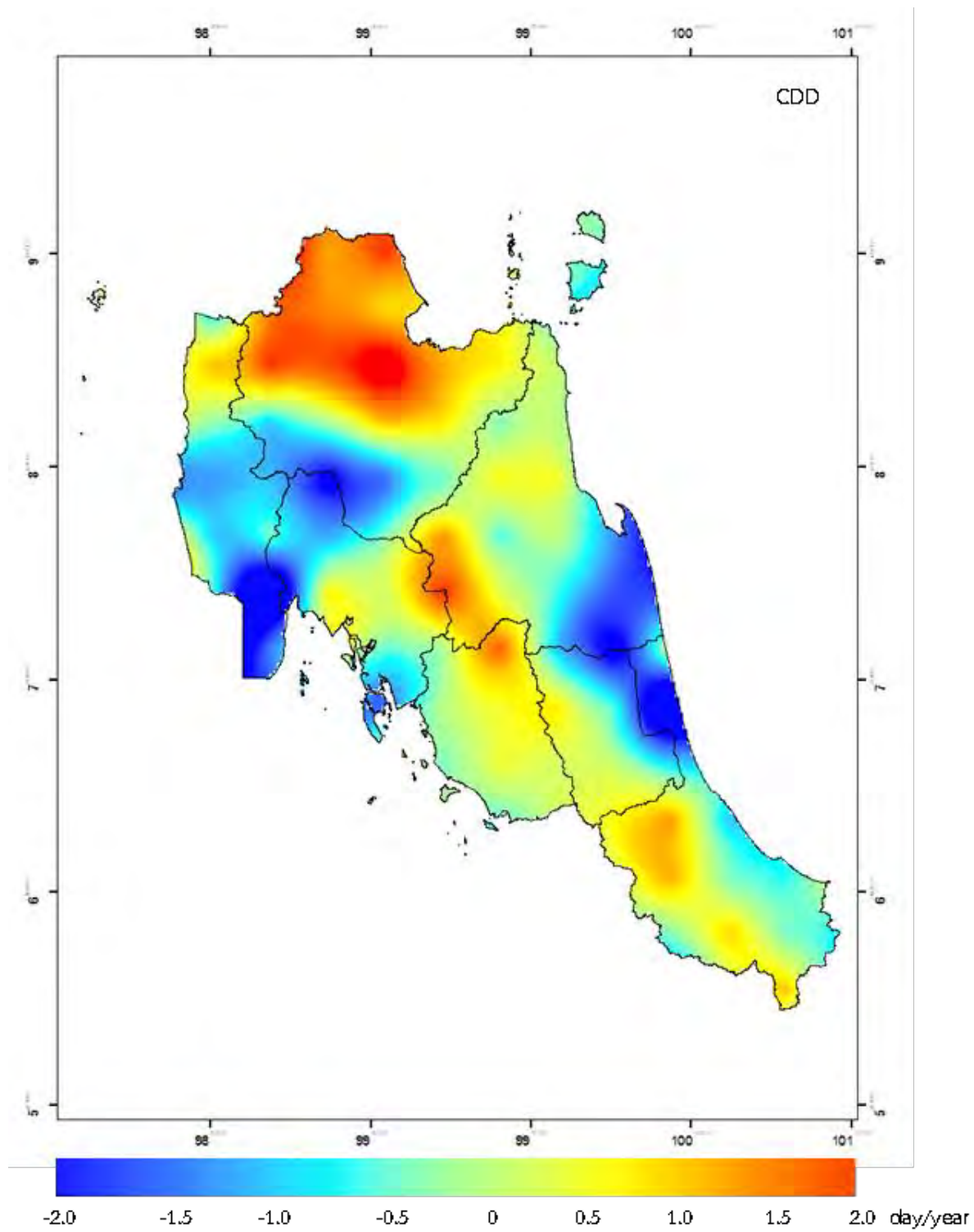
- ดัชนี SDII เป็นดัชนีสภาวะความรุนแรงที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของฝนในแง่ของความแรง ซึ่งคำนวณจากปริมาณฝนรวมทั้งปีหารด้วยจำนวนวันฝนตกทั้งหมด (วันที่มีปริมาณฝนมากกว่า 1 มิลลิเมตร) โดยการเปลี่ยนแปลงของ SDII จึงขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนรวมรายปีหรือจำนวนวันฝนตก หรือทั้งสองตัวแปรรวมกัน ดัชนี SDII มีแนวโน้มลดลงในบริเวณตอนบนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 4.27) ที่ ดัชนี R95p (รูปที่ 4.26) และ Variance ของหยาดน้ำฟ้า (รูปที่ 4.14) ลดลง ในขณะที่ ดัชนี SDII ในพื้นที่ บริเวณอื่นของ 7 จังหวัดภาคใต้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก (รูปที่ 4.27)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนและอุณหภูมิจากข้อมูลรายวันที่ตรวจวัดจากสถานี ผิวน้ำของแต่ละจังหวัด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 ดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนทั้ง 6 ดัชนีที่ทำการ วิเคราะห์ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีรูปแบบคล้ายคลึงและสอดคล้องกันในพื้นที่บริเวณกว้าง โดยดัชนี สภาวะความรุนแรงของฝน มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งสองทิศทาง กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นและการ ลดลงในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละสถานีและพื้นที่ ดัชนีจำนวนวันฝนตก (Rainy d) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่สถานี ในจังหวัดพังงาและนครศรีธรรมราช ในขณะที่ ดัชนี CDD มีแนวโน้มลดลงทุกสถานี โดยสถานีที่จังหวัดสงขลา มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอัตรา 3.5 days/decade (ตารางที่ 4.7) ดัชนีสภาวะความรุนแรง ของฝนในรูปของดัชนีระยะเวลาของฝนตกอย่างต่อเนื่อง (ดัชนี CWD) แสดงแนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติในบริเวณฝั่งอันดามันที่สถานีในจังหวัดกระบี่และตรัง (ตารางที่ 4.7) ในแง่ดัชนีที่บ่งชี้ถึงปริมาณฝน จากเหตุการณ์ฝนหนัก (R95p) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างตรงข้ามระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน กล่าวคือ สถานีในบริเวณฝั่งอ่าวไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสถานีที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและพัทลุง มี แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสถานีในบริเวณฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 4.7) สำหรับดัชนี SDII ซึ่งบ่งชี้ถึงความแรงเฉลี่ยของฝน มีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับดัชนีปริมาณฝนจาก เหตุการณ์ฝนหนัก โดยสถานีที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและพัทลุง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.7) เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะความรุนแรงของหยาดน้ำฟ้าจากข้อมูลดาว TRMM และข้อมูลฝนจากสถานีผิวน้ำ มีลักษณะที่ไม่สอดคล้องกันในบางดัชนี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลา ของข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยสถานีผิวน้ำ มีระยะเวลาของข้อมูลยาวกว่าข้อมูล TRMM ซึ่งตั้งแต่ทศวรรษที่ 1970s หรือ 1980s ถึงปัจจุบัน ในขณะที่ ข้อมูล TRMM มีระยะเวลาเพียงแค่ 13 ปีเท่านั้น

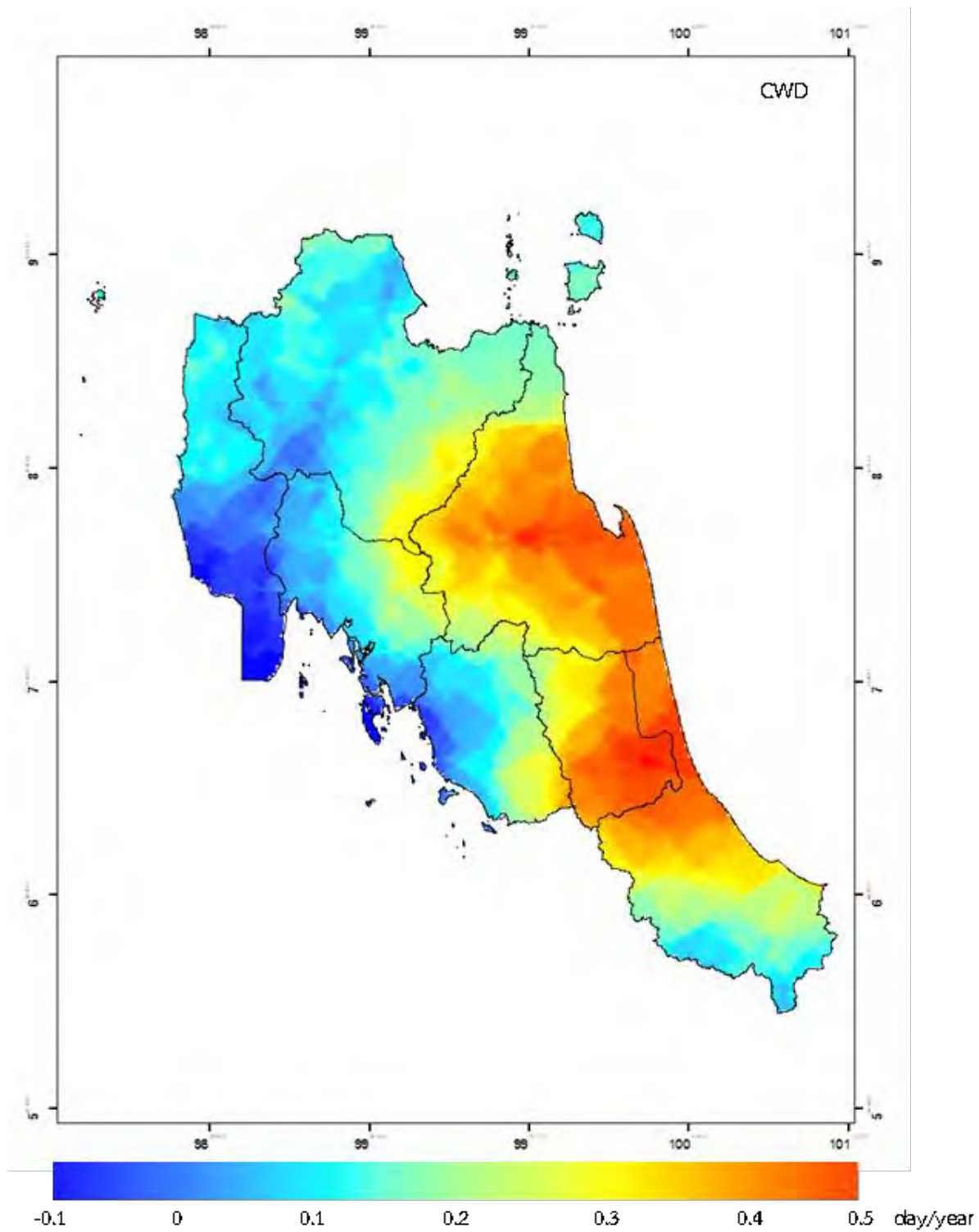
ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิ พบว่า หลายดัชนีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญ ในรอบ 42 ปีที่ผ่านมา (ตารางที่ 4.8) โดยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้ง 3 สถานี ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการร้อนขึ้นในภาคใต้ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของสภาวะความรุนแรงของ อุณหภูมิ ประกอบด้วย ดัชนีช่วงระยะเวลาที่อบอุ่น (WSDI) ดัชนีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 °C (SU35) และดัชนีจำนวนวันและคืนที่อบอุ่น (TN90p และ TX90p) ในขณะที่ แนวโน้มการลดลงของสภาวะความ รุนแรงของอุณหภูมิ ปรากฏในดัชนีจำนวนวันและคืนที่หนาว (TN10p และ TX10p) (ตารางที่ 4.8)



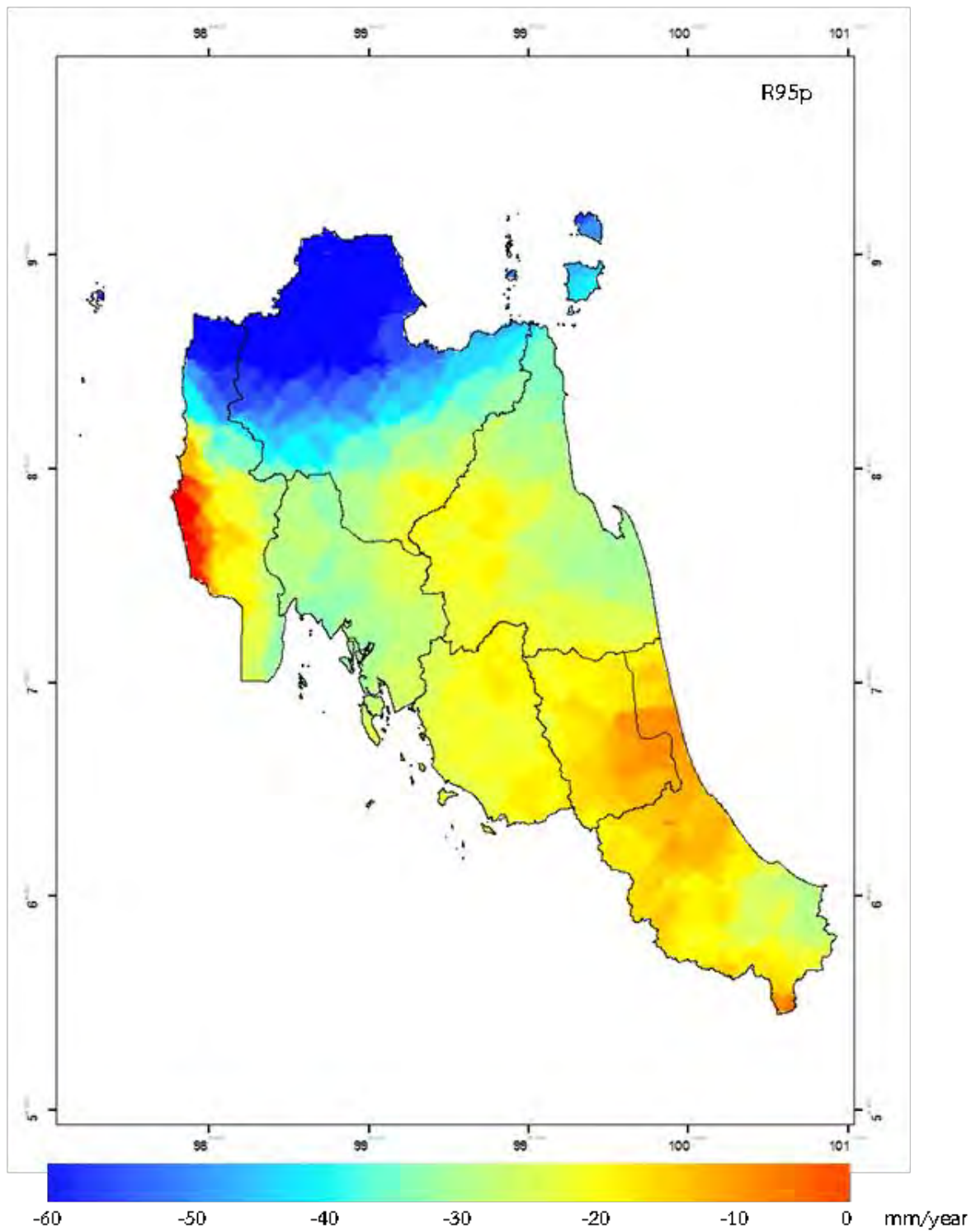
รูปที่ 4.22 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของจำนวนวันฝนตก (Rainy day) ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



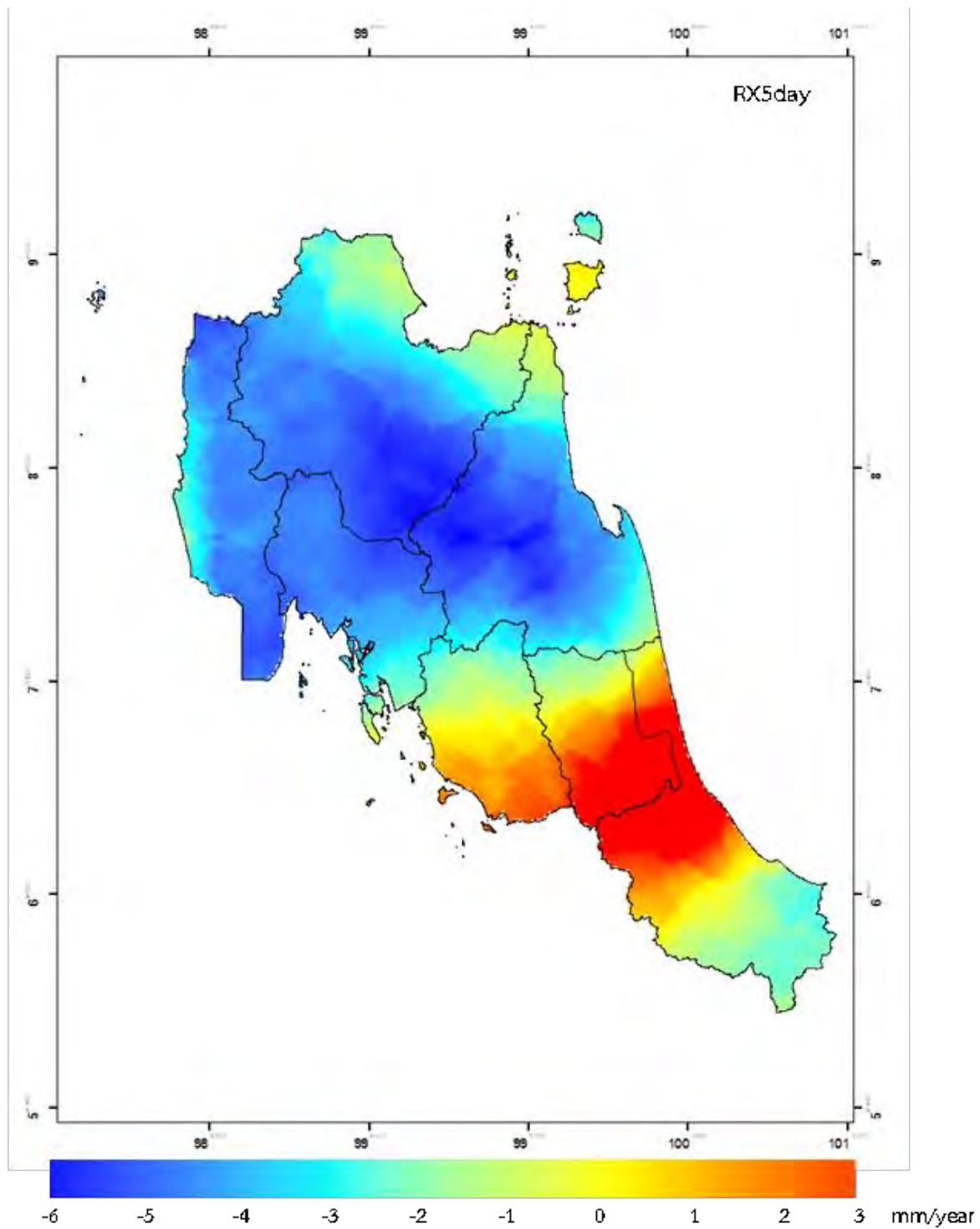
รูปที่ 4.23 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี CDD ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



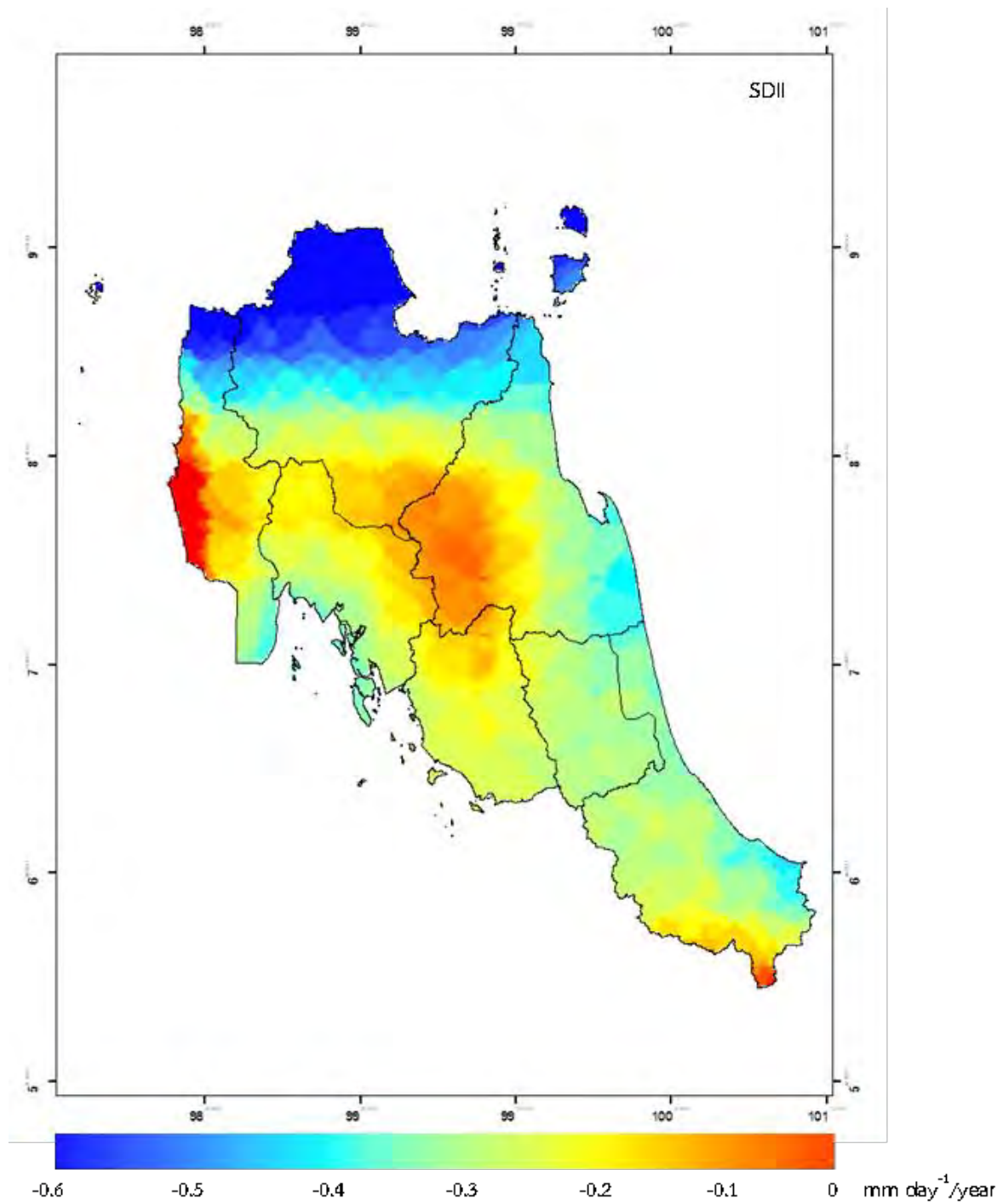
รูปที่ 4.24 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี CWD ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



รูปที่ 4.25 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี R95p ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



รูปที่ 4.26 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี RX5day ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010



รูปที่ 4.27 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนี SDII ในระหว่างปี ค.ศ. 1998-2010

ตารางที่ 4.7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน

จังหวัด	ดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน					
	Raind ¹	CDD ¹	CWD ¹	R95p ²	RX5day ²	SDII ³
1. พังงา (n=31)	5.1	-5.6	0.3	-17.7	23.6	-0.2
2. กระบี่ (n=30)	-0.6	-2.8	-1.8	-11.0	1.9	-0.3
3. ตรัง (n=42)	-1.2	-2.6	-0.8	0.5	-6.8	0.1
4. นครศรีธรรมราช (n=42)	1.8	-1.5	0	97.4	20.3	0.8
5. สุราษฎร์ธานี (n=42)	-2.1	-1.5	-0.6	16.0	24.9	0.1
6. พัทลุง (n=30)	-3.3	-0.8	0.3	105.6	20.7	1.7
7. สงขลา (n=42)	0.6	-3.5	0.3	50.9	-0.41	0.6

หมายเหตุ : 1= (days/decade)

2= (mm/decade)

3= (mm day⁻¹/decade)

ตารางที่ 4.8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงของดัชนีสถานะความรุนแรงของอุณหภูมิต

จังหวัด	ดัชนีสถานะความรุนแรงของอุณหภูมิต								
	CSDI ¹	WSDI ¹	DTR ²	SU35 ¹	TR25 ¹	TN10p ¹	TN90p ¹	TX10p ¹	TX90p ¹
1. นครศรีธรรมราช (n=42)	-1.2	3.8	0.2	6.5	-1.2	-2.7	0.9	-3.5	4.4
2. สงขลา (n=42)	-2.1	0.3	-0.2	5.0	46.3	-8.3	6.7	-2.5	3.1
3. ตรัง (n=42)	0.8	3.5	0.1	2.2	-0.2	-1.6	0.6	-1.2	5.7

หมายเหตุ : 1= (days/decade)

2= (°C/decade)

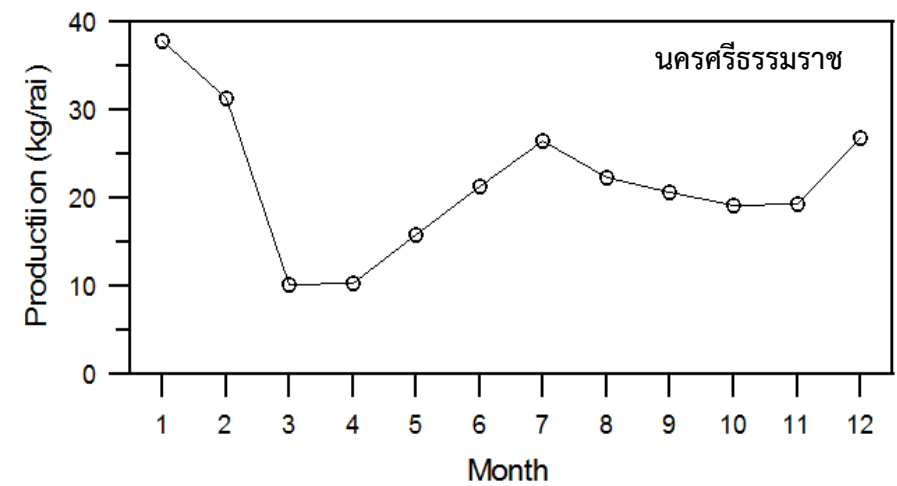
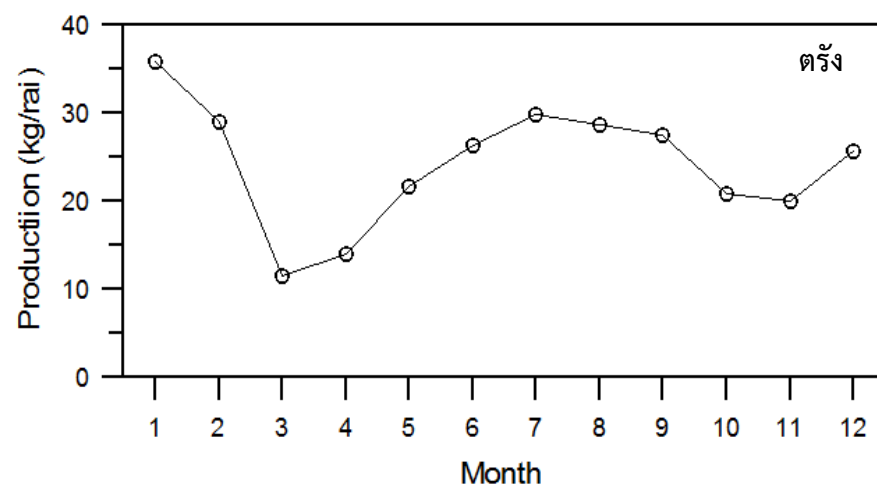
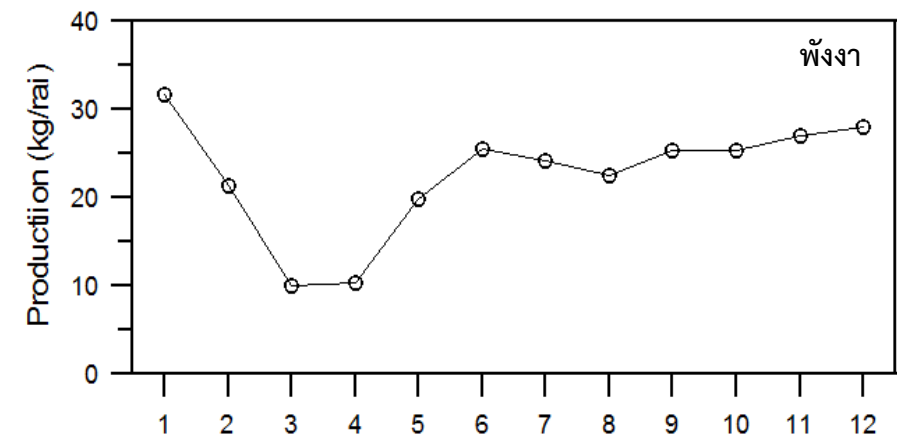
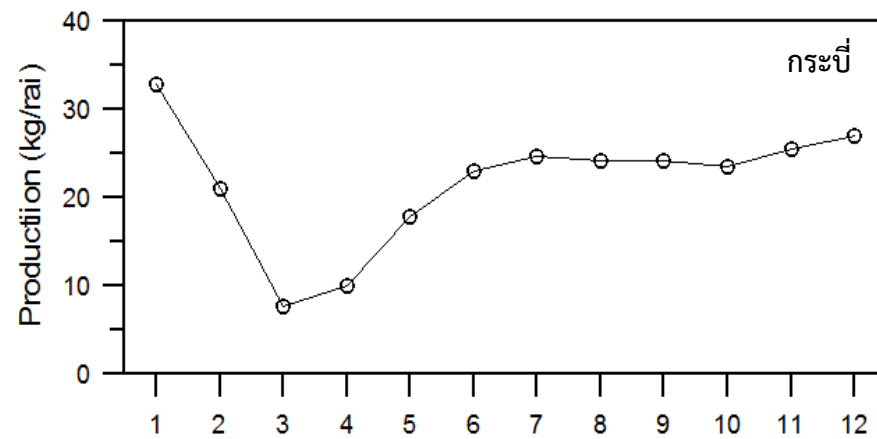
4.1.6 ความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีและความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศ

รูปที่ 4.28 แสดงความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีของแต่ละจังหวัด ตลอดจนค่าเฉลี่ยในฝั่งอันดามัน ฝั่งอ่าวไทยและทุกจังหวัด ความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปี มีค่าอยู่ในช่วง 7.7 ถึง 38 กิโลกรัมต่อพื้นที่เปิดกรีด 1 ไร่ โดยจังหวัดพังงาและนครศรีธรรมราช มีค่าความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปี แคบและกว้างที่สุด (รูปที่ 4.28) ทุกจังหวัดมีช่วงเวลาที่ผลผลิตยางพารามีค่าต่ำสุดและสูงสุดในรอบปีเหมือนกัน คือ ช่วงเดือนมีนาคมและเมษายนและเดือนมกราคม ตามลำดับ โดยผลผลิตยางพาราเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมกราคม ปรากฏในจังหวัดนครศรีธรรมราช (37.9 กิโลกรัมต่อพื้นที่เปิดกรีด 1 ไร่) ระยะเวลาที่ผลผลิตยางพารามีค่าต่ำสุด ตรงกับช่วงที่ต้นยางพารามลัดใบโดยปกติเกิดขึ้นในฤดูร้อนประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ในขณะที่ ผลผลิตยางพาราถึงจุดสูงสุด เป็นช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อนซึ่งสภาพภูมิอากาศเอื้อต่อผลผลิตของยางพารา กล่าวคือ ไม่มีฝนและอุณหภูมิลดลง รวมทั้งความชื้นอยู่ในระดับที่พอเหมาะ หลังจากต้นยางผลิตใบเต็มต้นแล้วในเดือนมิถุนายน ผลผลิตยางพารา เริ่มกลับเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในจังหวัดพังงาและกระบี่ แต่กลับลดลงในเดือนกันยายน ตุลาคมและพฤศจิกายนในจังหวัดที่ตั้งอยู่ฝั่งอ่าวไทย เนื่องจากตรงกับต้นฤดูฝนของพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งส่งผลต่อจำนวนวันกรีด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีของฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทยแล้ว พบว่า มีรูปแบบส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน ยกเว้นผลผลิตในเดือนพฤศจิกายนเท่านั้นที่มีลักษณะที่ค่อนข้างแตกต่างกัน (รูปที่ 4.28)

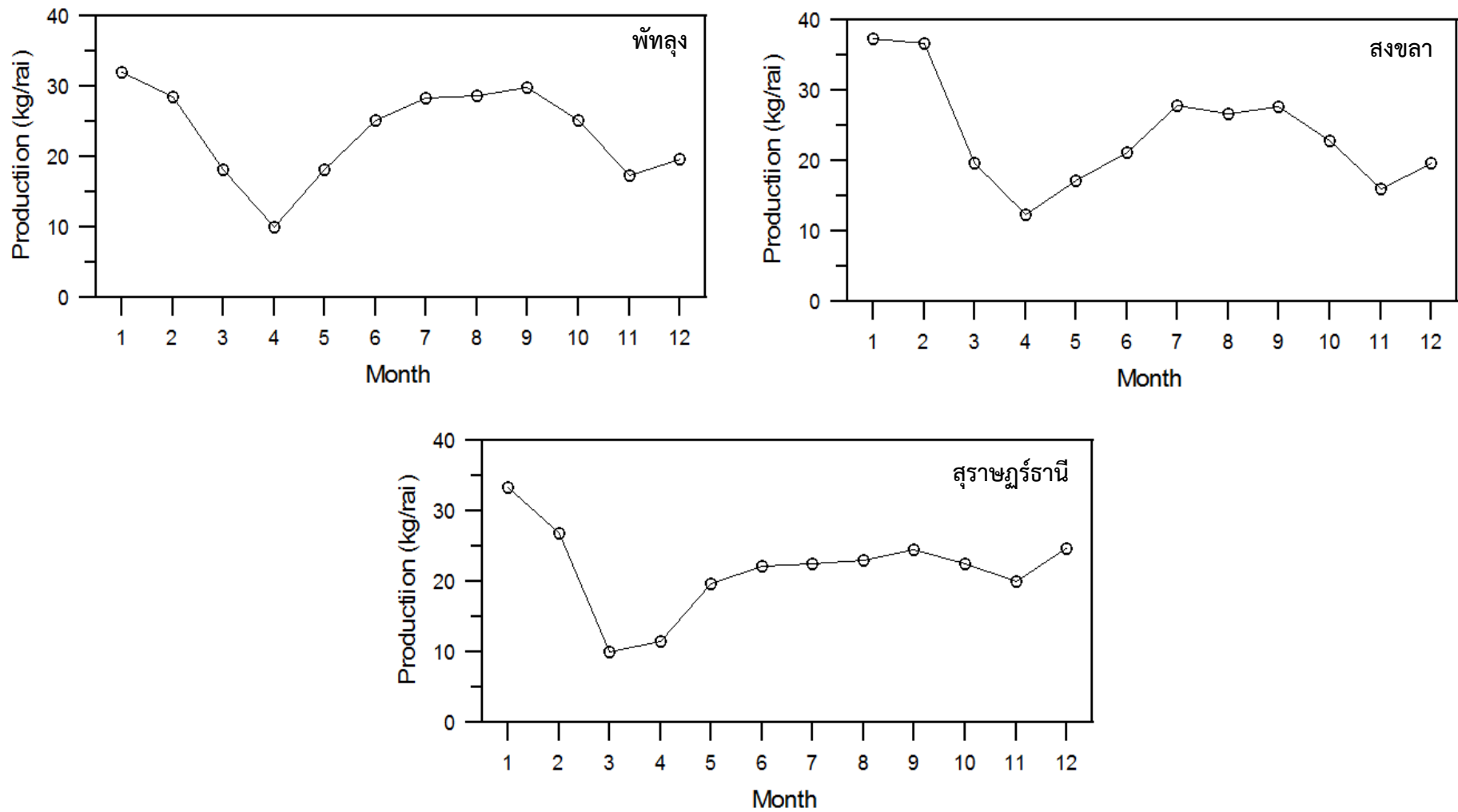
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราในรอบปีและตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปร (อุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราการระเหยของน้ำ) ในแต่ละจังหวัด โดยเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอนุกรมข้อมูลรอบปีระหว่างผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศแต่ละตัวแปรอย่างตรงไปตรงมา และแยกจากกันตามลำดับ แล้วพิจารณาถึงระดับความสัมพันธ์กับตัวแปรนั้นๆ พบว่า ความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพารา ไม่มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับตัวแปรภูมิอากาศใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีบางจังหวัดเท่านั้น เช่น พังงา กระบี่ สุราษฎร์ธานี พัทลุงและสงขลา ที่อุณหภูมิเฉลี่ยและความเร็วลม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับผลผลิตยางพารา (ตารางที่ 4.9) จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยเทคนิค Bivariate statistics ในเบื้องต้น อาจตั้งสมมติฐานได้สองประการ คือ 1) ผลผลิตยางพารา อาจมีความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศหลายตัวแปร ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงร่วมที่ไม่อิสระต่อกัน และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศ อาจมีลักษณะ Non-linear ซึ่งมักปรากฏใน Physical-biological linkage โดยความสัมพันธ์อาจซ่อนอยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นของข้อมูลทั้งสองอนุกรม ทั้งนี้ เทคนิค Bivariate correlation statistics ที่ใช้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อาจไม่เพียงพอที่จะระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ เพื่อพิสูจน์ข้อสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ โดยขั้นแรกเป็นการความสัมพันธ์เชิงร่วมของตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปรในแต่ละสถานี ด้วยวิธี EOF ซึ่งเป็นเทคนิค Multivariate statistics ที่ค่า Eigenvector จะบอกสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศใน EOF โหมดต่างๆ เมื่อทำการวิเคราะห์ EOF ของข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 5 ตัวแปรแล้ว จึงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมผลผลิตของยางพาราและ อนุกรม Time-varying amplitude ใน EOF โหมดที่ 1 และ 2 ซึ่งจัดเป็นความแปรปรวนในรอบปีรวมของตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 5 ตัวแปรในระดับ First และ Second order

รูปที่ 4.29-4.35 แสดงสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัดและ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่คำนวณจากตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปรของสถานีผิวพื้นในจังหวัดเดียวกัน รวมทั้ง Pie chart แสดงสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศที่เป็นองค์ประกอบรวมใน Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ผลการ

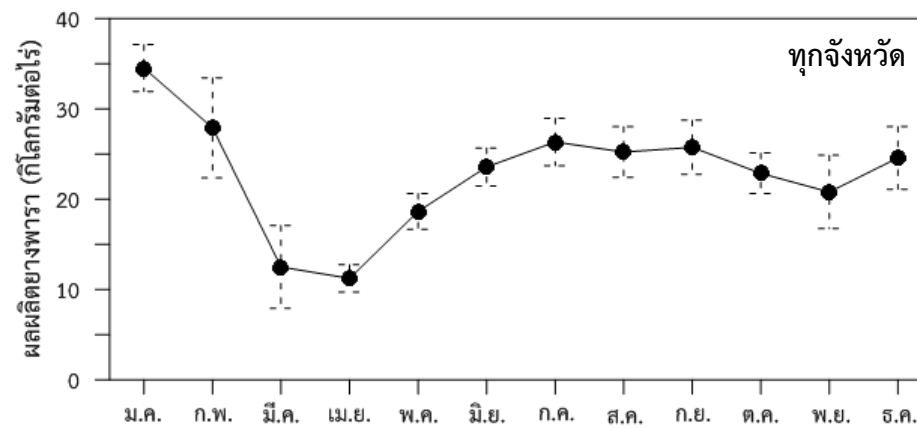
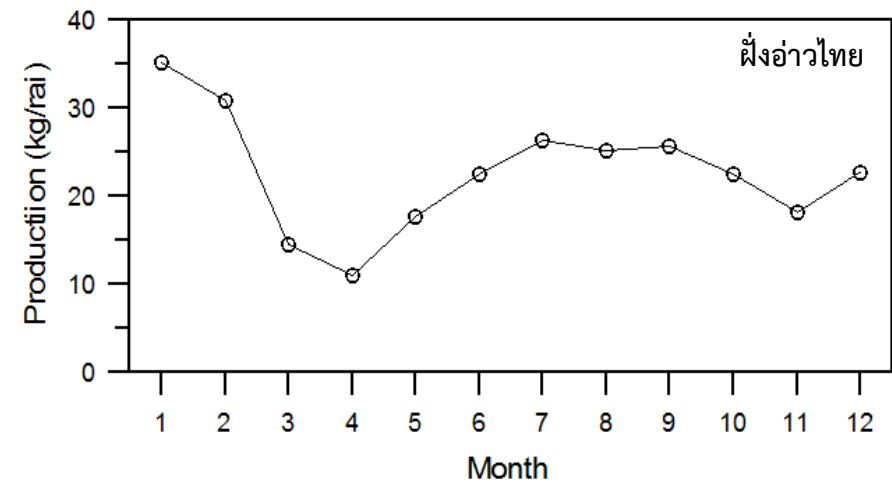
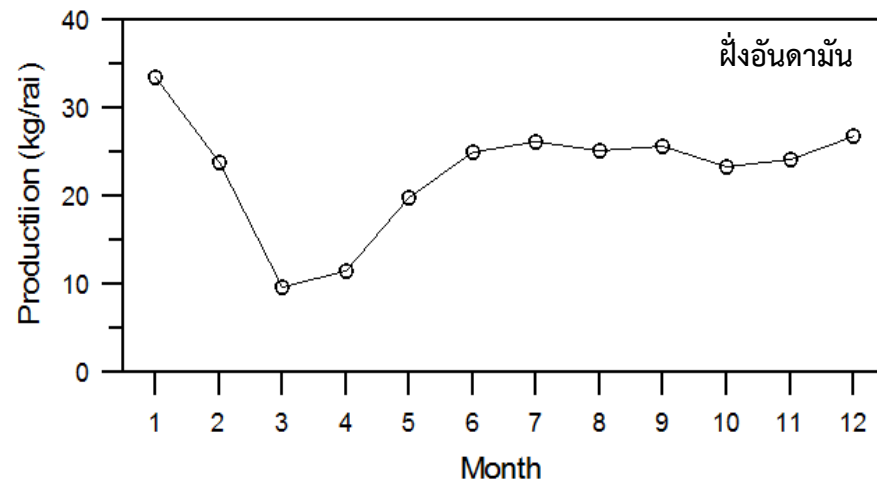
วิเคราะห์ พบว่า โหมดความแปรปรวนร่วมที่โดดเด่นในลำดับ First order ซึ่งสามารถอธิบายโดย EOF โหมดที่ 1 ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น 95% กับความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีของทุกจังหวัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ครั้งแรก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภูมิอากาศในระดับ Second order ที่ปรากฏใน EOF โหมดที่ 2 ซึ่งแต่ละสถานีสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ตั้งแต่ 19.4% ถึง 37.8% ของความแปรปรวนทั้งหมด พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างอนุกรม Time-varying amplitude และอนุกรมความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีของทุกจังหวัด โดยสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation มีค่าตั้งแต่ -0.63 ถึง 0.48 เป็นที่น่าสังเกตว่า อนุกรม Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอนุกรมผลผลิตยางพาราในรอบปีในฝั่งอันดามัน (กระบี่ พังงาและตรัง) ในขณะที่ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอนุกรมผลผลิตยางพาราในรอบปีในฝั่งอันดามัน (นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พัทลุงและสงขลา) (รูปที่ 4.29-4.35) ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างดังกล่าว อาจสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของระบบมรสุมเอเชียที่ส่งผลแตกต่างกันทั้งสองฝั่งดังปรากฏในรูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม หากพิจารณาในรายละเอียดของสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศที่เป็นองค์ประกอบรวมใน Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 แล้ว พบว่า อุณหภูมิ ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นตัวแปรที่มีสัดส่วนความแปรปรวนร่วมสูงกว่าตัวแปรอื่น (รูปที่ 4.29-4.35) ดังนั้น ผลการศึกษานี้ สนับสนุนข้อสมมุติฐานข้างต้น ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เชิงซ้อนในลักษณะ Non-linear ที่ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราในรอบปีและตัวแปรภูมิอากาศ ควรพิจารณาในบริบทความแปรปรวนร่วมของหลายตัวแปรในระดับ Second order ที่มักซ่อนความสัมพันธ์อยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นในระดับ First order ของข้อมูลทั้งสองอนุกรม



รูปที่ 4.28 ความแปรปรวนในรอบปีเฉลี่ยของผลผลิตยางพารา (กิโลกรัมผลผลิตยางพาราต่อพื้นที่เปิดกรีด 1 ไร่) โดยผลผลิตยางพาราในแต่ละเดือน เป็นค่าเฉลี่ยที่คำนวณจากข้อมูลรายเดือนในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010



รูปที่ 4.28 (ต่อ)

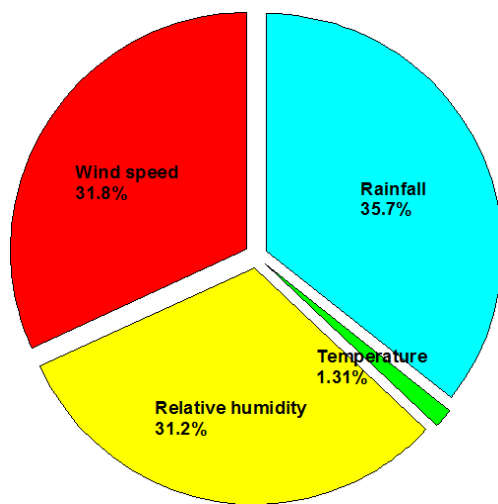
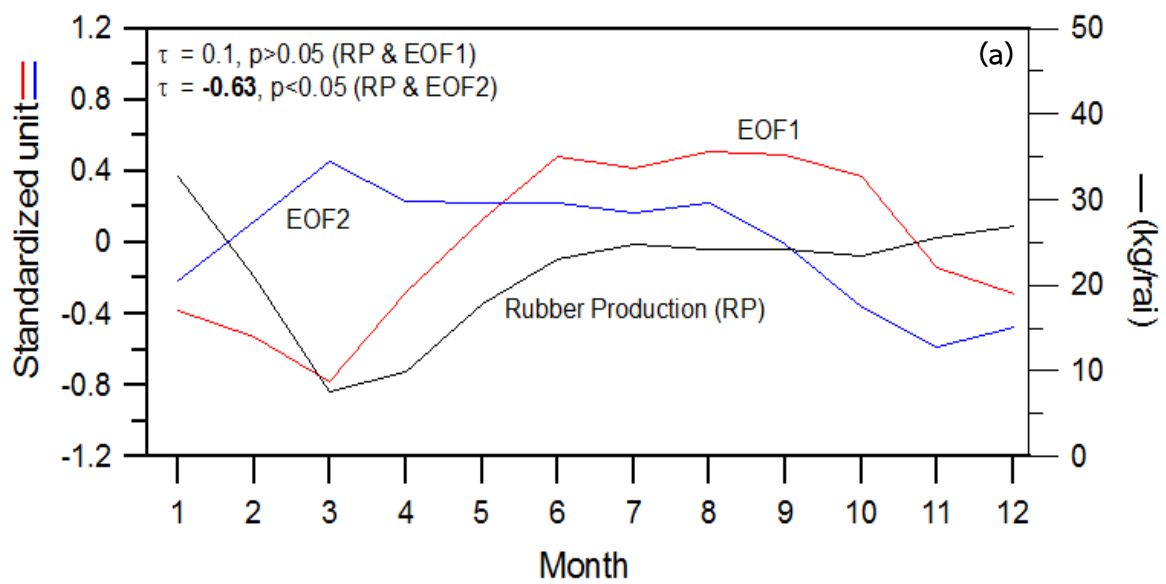


รูปที่ 4.28 (ต่อ)

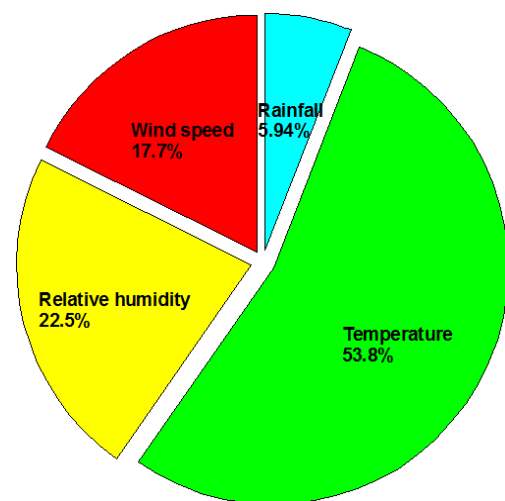
ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรมข้อมูลในรอบปีเฉลี่ยระหว่างผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัดและตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละสถานีในจังหวัดนั้นๆ โดยผลผลิตยางพาราในแต่ละเดือน เป็นค่าเฉลี่ยที่คำนวณจากข้อมูลรายเดือนในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010

ผลผลิตของยางพาราในจังหวัด	อุณหภูมิเฉลี่ย	ฝน	ความเร็วลม	ความชื้นสัมพัทธ์	อัตราการระเหยของน้ำ
1. พังงา (n=12)	-0.58	-0.10	0.02	-0.03	-0.01
2. กระบี่ (n=12)	-0.70	-0.10	0.15	0.1	-
3. ตรัง (n=12)	-0.21	-0.12	0.27	-0.1	0.06
4. นครศรีธรรมราช (n=12)	-0.30	0.00	0.29	-0.03	-0.21
5. สุราษฎร์ธานี (n=12)	-0.58	-0.18	0.35	0.06	0.41
6. พัทลุง (n=12)	-0.21	-0.30	0.48	0.07	-0.08
7. สงขลา (n=12)	-0.24	-0.15	0.47	-0.30	0.03

หมายเหตุ: เลขตัวหนาแสดงค่า τ ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนตัวเลขธรรมดา แสดงค่า τ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

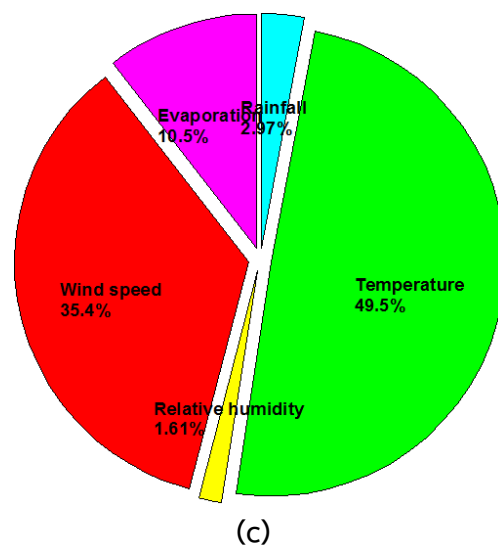
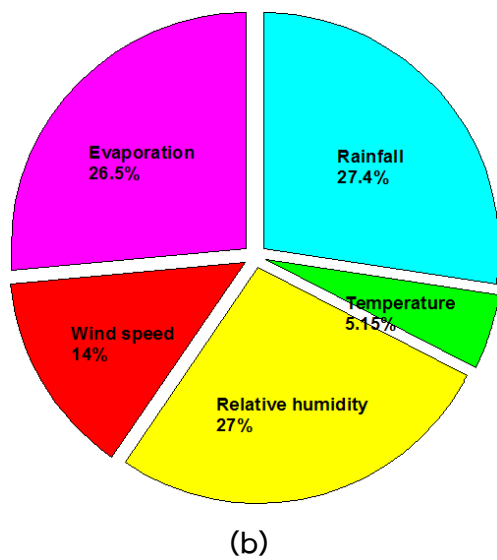
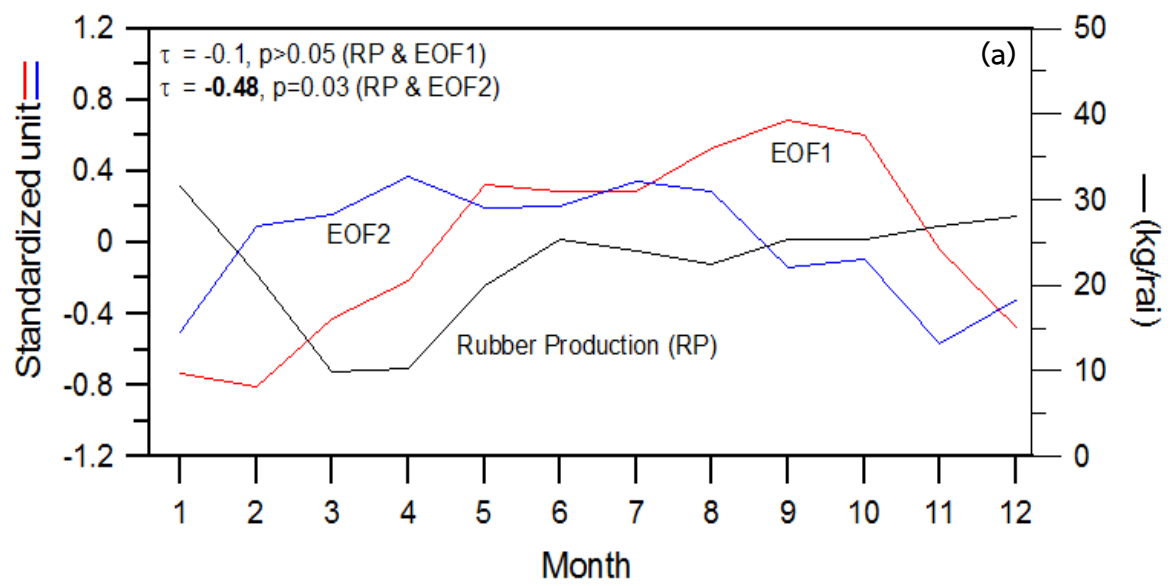


(b)

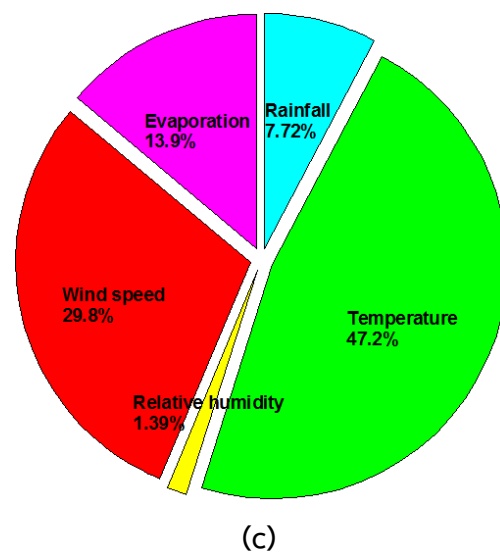
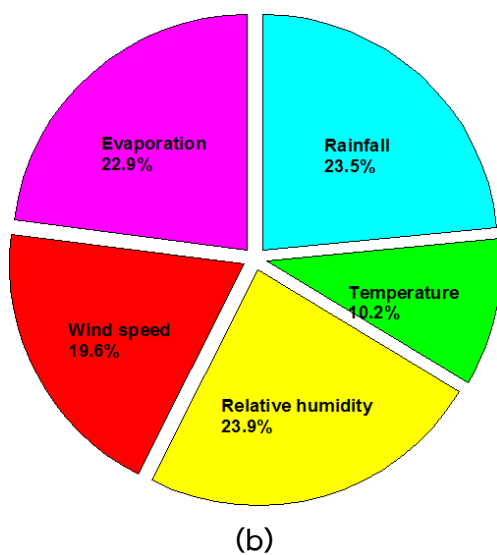
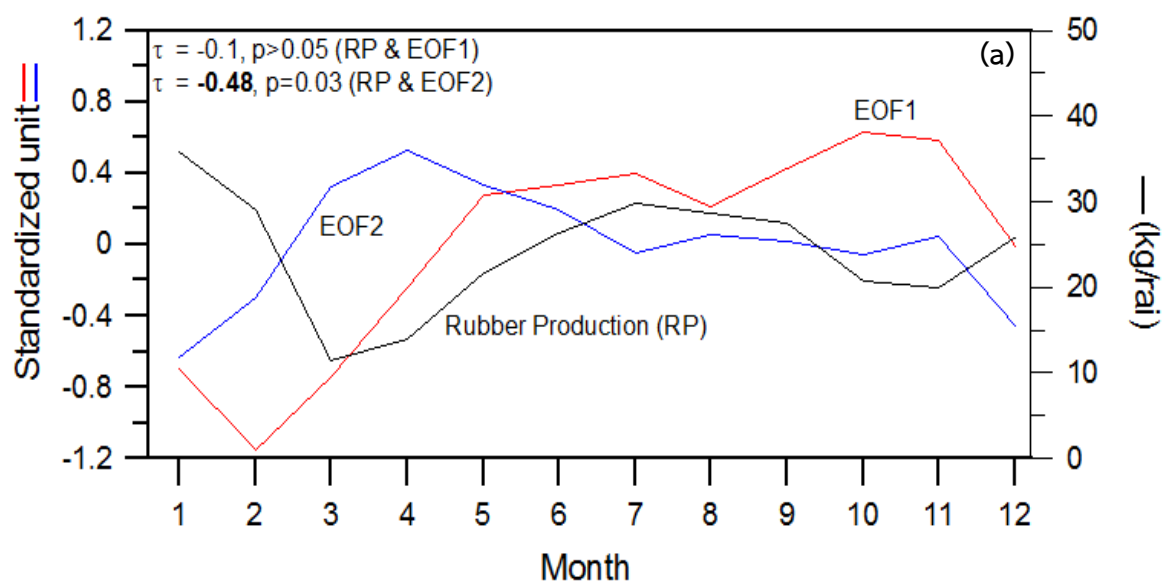


(c)

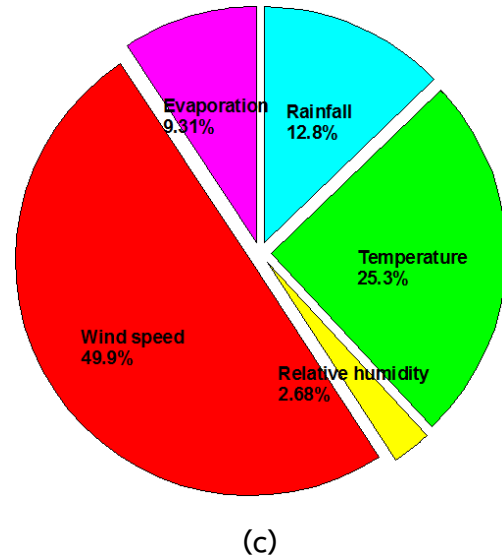
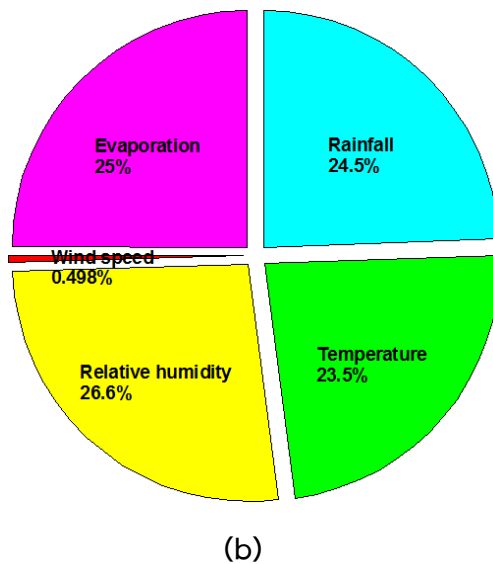
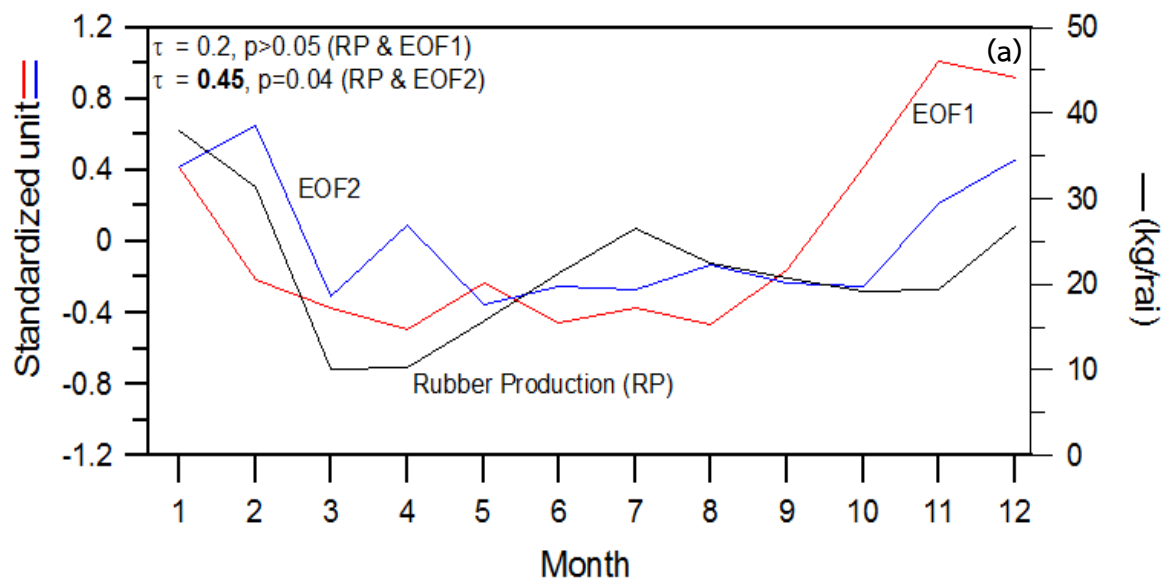
รูปที่ 4.29 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราของจังหวัดกระบี่และ time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ที่คำนวณจากตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปรของสถานี ผิวน้ำในจังหวัดเดียวกัน ส่วน (b) และ (c) แสดงสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศที่เป็น องค์ประกอบร่วมใน time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



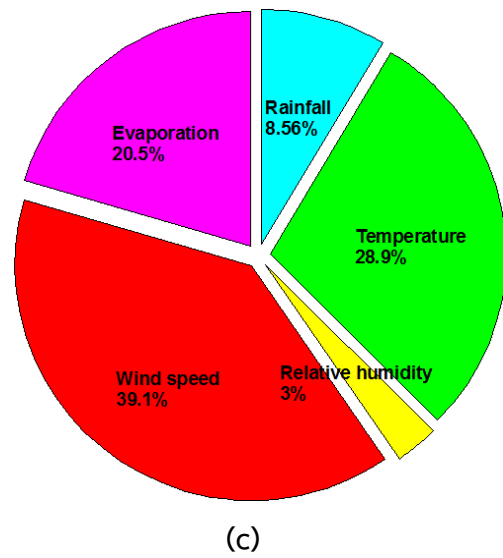
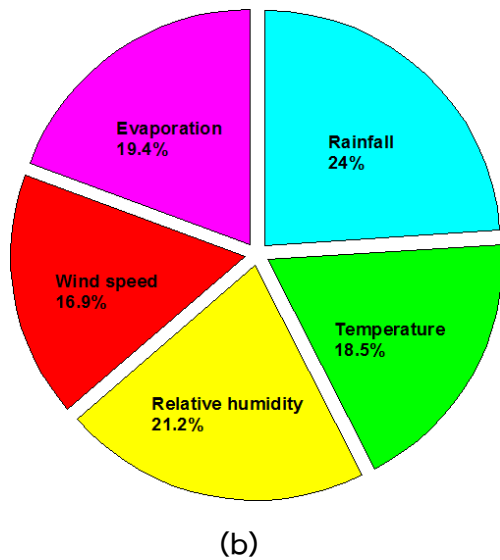
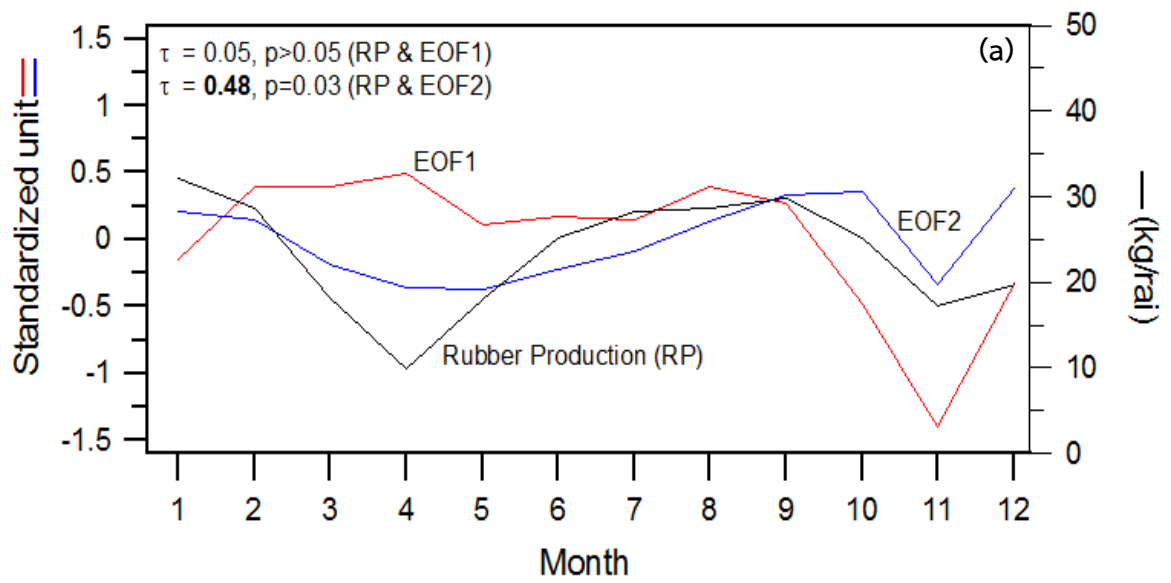
รูปที่ 4.30 เช่นเดียวกับกับรูปที่ 4.31 แต่สำหรับจังหวัดพังงา



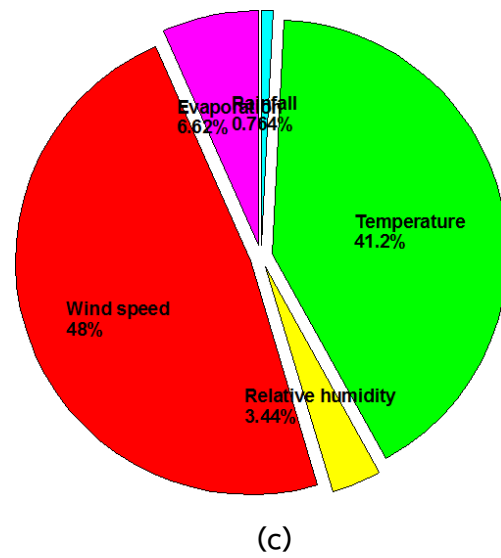
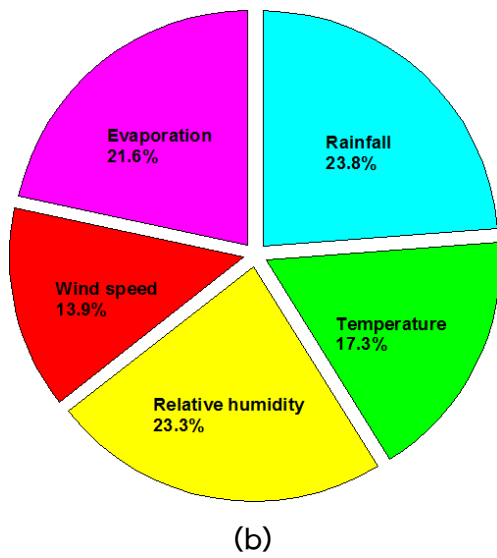
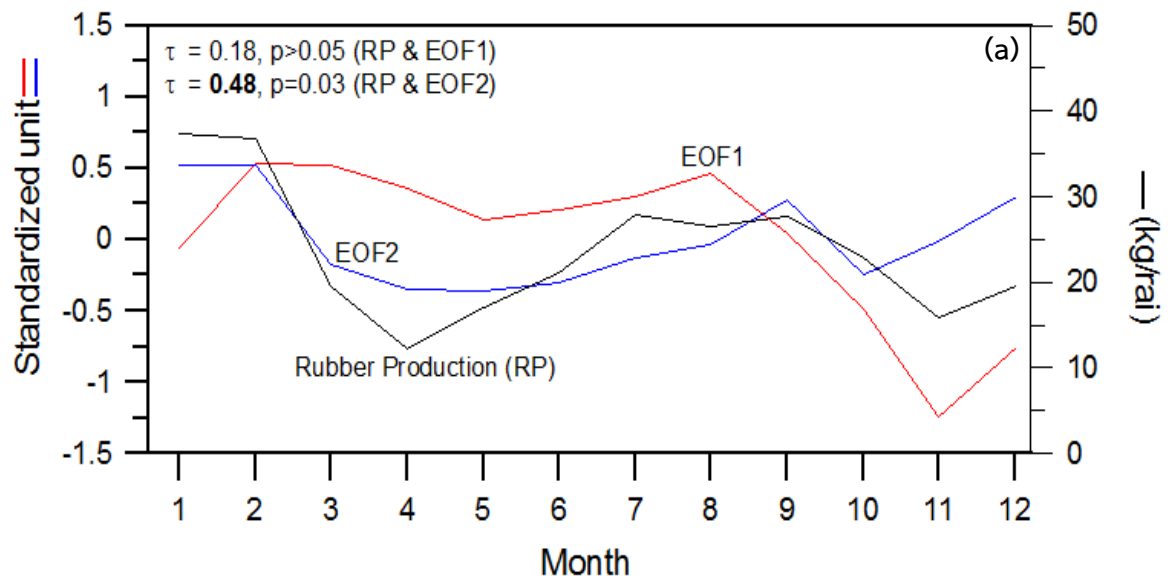
รูปที่ 4.31 เช่นเดียวกับกับรูปที่ 4.1.31 แต่สำหรับจังหวัดตรัง



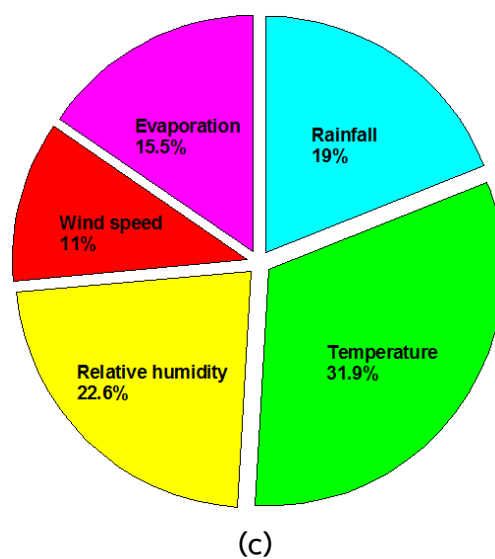
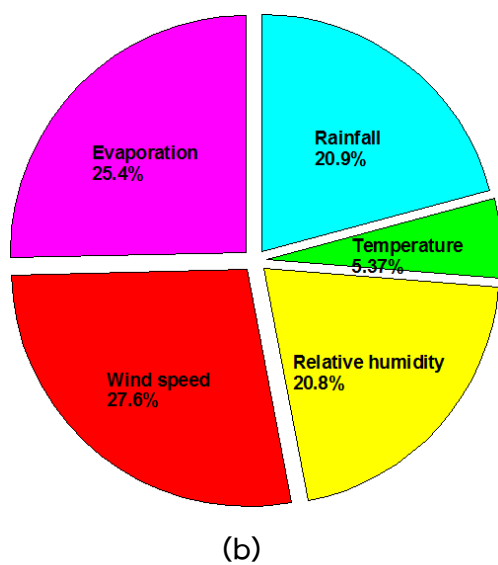
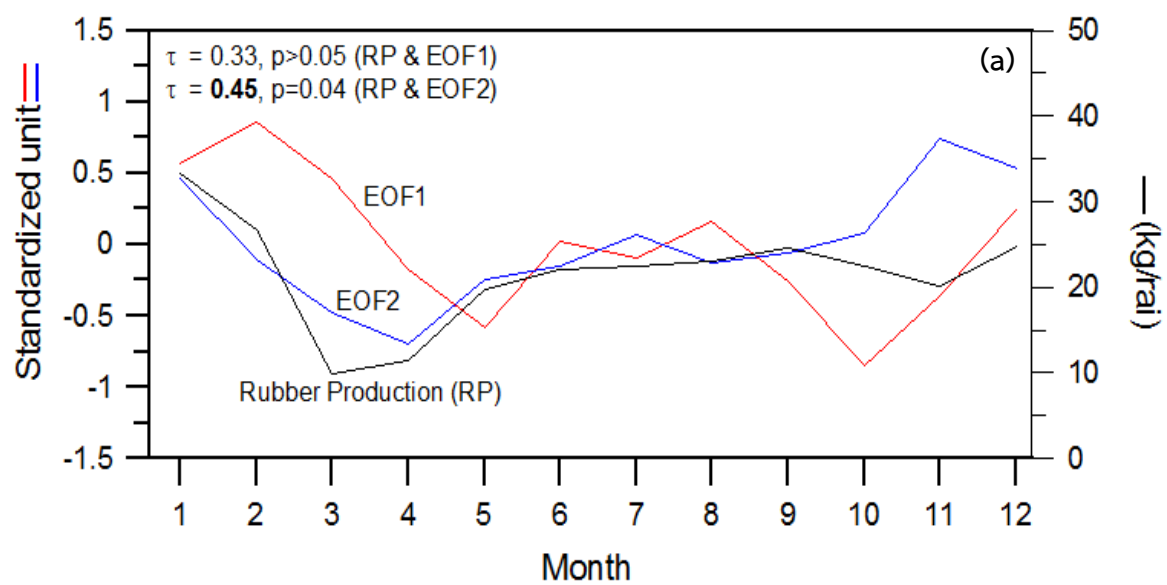
รูปที่ 4.32 เช่นเดียวกับรูปที่ 4.31 แต่สำหรับจังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 4.33 เช่นเดียวกับรูปที่ 4.1.31 แต่สำหรับจังหวัดพัทลุง



รูปที่ 4.34 เช่นเดียวกับรูปที่ 4.1.31 แต่สำหรับจังหวัดสงขลา



รูปที่ 4.35 เช่นเดียวกับกับรูปที่ 4.1.31 แต่สำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานี

4.1.7 ความสัมพันธ์ของ Variance ในรอบปีระหว่างผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศ

เพื่อหาความสัมพันธ์เพิ่มเติมที่อาจจะปรากฏในระดับ Second order moment ระหว่างยางพาราและภูมิอากาศ อนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัด ซึ่งเป็นค่า Variance ที่คำนวณจากข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2005 ถึง 2010 ได้นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับอนุกรม Variance เฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ในช่วงเวลาเดียวกัน (2005-2010) จากสถานีตรวจวัดผิวพื้นในจังหวัดนั้นๆ โดยการวิเคราะห์ มีขั้นตอนเหมือนกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนในรอบปีระหว่างค่าเฉลี่ยของผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศ ซึ่งขั้นแรกของการวิเคราะห์ เป็นการหาความสัมพันธ์ของอนุกรม Variance ของข้อมูลรอบปีระหว่างผลผลิตยางพาราและอนุกรม Variance ของตัวแปรภูมิอากาศแต่ละตัวแปรอย่างตรงไปตรงมาและแยกจากกันตามลำดับ แล้วพิจารณาถึงระดับความสัมพันธ์กับตัวแปรนั้นๆ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าเทคนิค Bivariate correlation ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ในระดับ Second order moment ในรูป Variance ของผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศในรอบปีในแต่ละสถานีได้อย่างชัดเจน โดย Variance ของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีพังงาและ Variance ของความเร็วลมที่สถานีสุราษฎร์ธานีเท่านั้น ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Variance ของผลผลิตยางพารา ส่วน Variance ของตัวแปรภูมิอากาศอื่น ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ Variance ของผลผลิตยางพารา (ตารางที่ 4.10) จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้น เป็นไปได้ว่า ความสัมพันธ์ในระดับ Second order moment ของผลผลิตยางพารา อาจมีลักษณะความสัมพันธ์แบบเชิงร่วมระหว่าง Variance ของตัวแปรภูมิอากาศหลายตัวแปร เพื่อพิสูจน์ข้อสันนิษฐานดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ โดยขั้นแรก เป็นการหาความสัมพันธ์เชิงร่วมของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรในแต่ละสถานี ด้วยเทคนิค EOF ซึ่งเป็นเทคนิค Multivariate correlation ทั้งนี้ ค่า Eigenvector จะบอกสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศใน EOF โหมดต่างๆ เมื่อทำการวิเคราะห์ EOF ของ Variance ของข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 4 ตัวแปรแล้ว จึงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรม Variance ของผลผลิตของยางพาราและอนุกรม Time-varying amplitude ใน EOF โหมดที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นความแปรปรวนร่วมส่วนใหญ่ในรอบปีของตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 4 ตัวแปร

ตารางที่ 4.11 สรุปผลการวิเคราะห์ EOF ในโหมดที่ 1 ของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรในแต่ละสถานี และสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation ระหว่างอนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัดและ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรของสถานีผิวพื้นในจังหวัดเดียวกัน รวมทั้งสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศที่เป็นองค์ประกอบรวมใน Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ผลการวิเคราะห์ พบว่าความแปรปรวนร่วมที่โดดเด่นใน EOF โหมดที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ตั้งแต่ 62.0% ถึง 85.0% ของความแปรปรวนทั้งหมด มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น 95% กับอนุกรม Variance ของผลผลิตยางพาราในรอบปีของทุกจังหวัด โดยสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation มีค่าตั้งแต่ -0.64 ถึง 0.68 เป็นที่น่าสังเกตว่า อนุกรม Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอนุกรม Variance ของผลผลิตยางพาราในรอบปีในฝั่งอันดามัน (กระบี่ พังงาและตรัง) ในขณะที่ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอนุกรม Variance ของผลผลิตยางพาราในรอบปีในฝั่งอันดามัน (นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี พัทลุงและสงขลา) ลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างดังกล่าว คล้ายคลึงกับ

ความสัมพันธ์ที่ปรากฏระหว่างอนุกรม Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 ที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยในรอบปีของตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปร และค่าเฉลี่ยรายเดือนของผลผลิตยางพาราใน 7 จังหวัดภาคใต้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของระบบมรสุมเอเชียที่ส่งผลแตกต่างกันทั้งสองฝั่งดังปรากฏในรูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม หากพิจารณาในรายละเอียดของสัดส่วนความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรภูมิอากาศที่เป็นองค์ประกอบรวมใน Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 แล้ว พบว่า ตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 4 ตัวแปร มีสัดส่วนความแปรปรวนร่วมใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.11) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศทั้งในระดับ First order (ค่าเฉลี่ย) และ Second order (variance) ซึ่งความสัมพันธ์ มีลักษณะเชิงซ้อน โดยความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภูมิอากาศเป็นปัจจัยกำหนดระดับความสัมพันธ์ดังกล่าว

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ของอนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัดและตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละสถานีในจังหวัดนั้นๆ โดย Variance ของผลผลิตยางพาราและตัวแปรภูมิอากาศในแต่ละเดือน เป็นค่าเฉลี่ยที่คำนวณจากข้อมูลรายเดือนในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010

ผลผลิตของยางพาราในจังหวัด	อุณหภูมิเฉลี่ย	ฝน	ความเร็วลม	ความชื้นสัมพัทธ์
1. พังงา (n=12)	0.67	-0.56	-0.49	0.63
2. กระบี่ (n=12)	0.51	-0.55	-0.54	0.51
3. ตรัง (n=12)	0.50	-0.52	0.48	0.40
4. นครศรีธรรมราช (n=12)	0.42	-0.08	0.56	0.10
5. สุราษฎร์ธานี (n=12)	0.53	-0.33	0.73	0.34
6. พัทลุง (n=12)	-0.38	-0.14	-0.35	-0.33
7. สงขลา (n=12)	0.50	-0.24	0.45	0.27

หมายเหตุ: เลขตัวหนาแสดงค่า τ ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนตัวเลขธรรมดา แสดงค่า τ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ EOF ในโหมดที่ 1 ของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรในแต่ละสถานี และสัมประสิทธิ์ Kendall Tau correlation ระหว่างอนุกรม Variance ในรอบปีของผลผลิตยางพาราของแต่ละจังหวัดและ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 1 ที่คำนวณจากตัวแปรภูมิอากาศ 4 ตัวแปรของสถานีผิวพื้นในจังหวัดเดียวกัน

จังหวัด	สัดส่วนความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ (%)	สัดส่วนความแปรปรวนที่เป็นองค์ประกอบร่วมใน EOF โหมดที่ 1 (%)				ค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ)
		อุณหภูมิ	ฝน	ความชื้นสัมพัทธ์	ความเร็วลม	
1. พังงา	85.0	25.1	24.6	26.4	24.1	-0.64
2. กระบี่	84.7	24.2	24.6	26.3	25.0	-0.59
3. ตรัง	79.3	25.6	22.4	26.2	25.9	-0.64
4. นครศรีธรรมราช	62.0	32.8	28.5	33.4	5.3	0.59
5. สุราษฎร์ธานี	69.9	28.5	21.9	27.8	21.9	0.62
6. พัทลุง	74.4	25.9	22.6	27.0	24.5	0.60
7. สงขลา	81.5	25.4	24.5	26.8	23.3	0.68

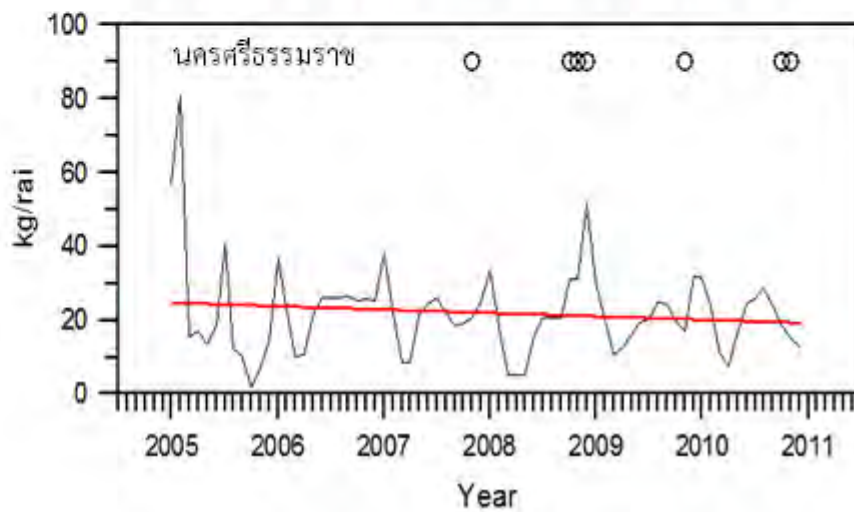
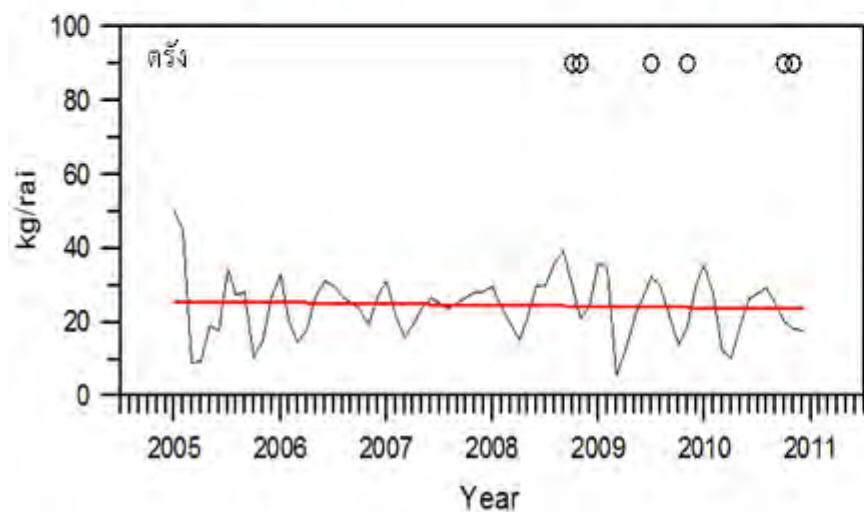
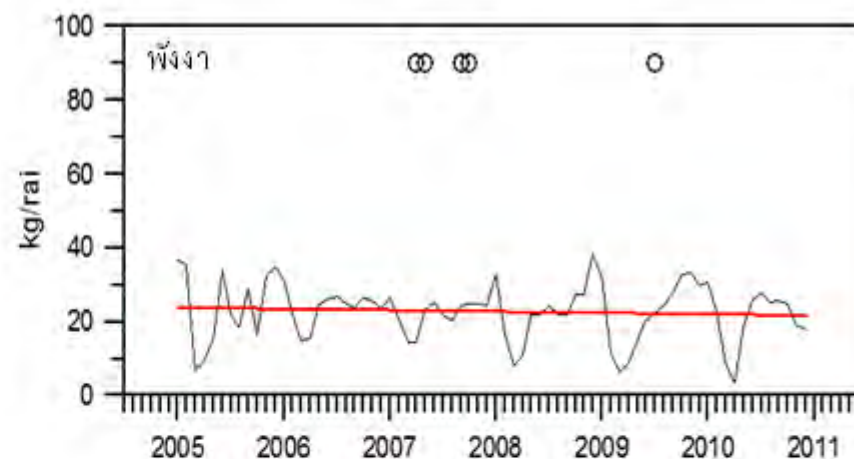
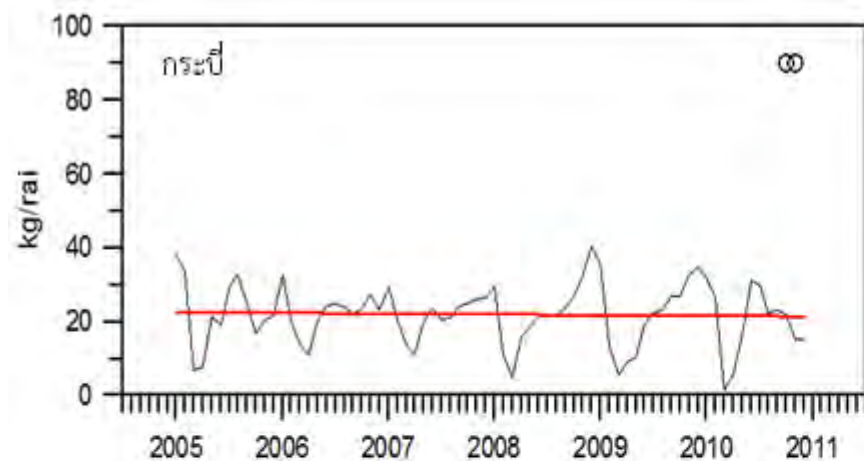
หมายเหตุ: เลขตัวหนาแสดงค่า τ ที่มีความสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนตัวเลขธรรมดา แสดงค่า τ ที่ไม่มีความสำคัญทางสถิติ

4.1.8 ความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราในภาคใต้และความสัมพันธ์กับความผันแปรของโหมดยูมิอากาศ

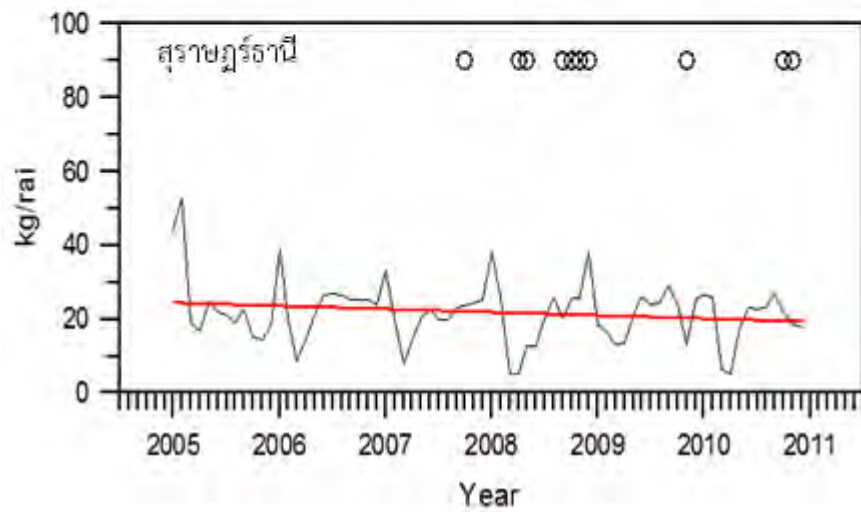
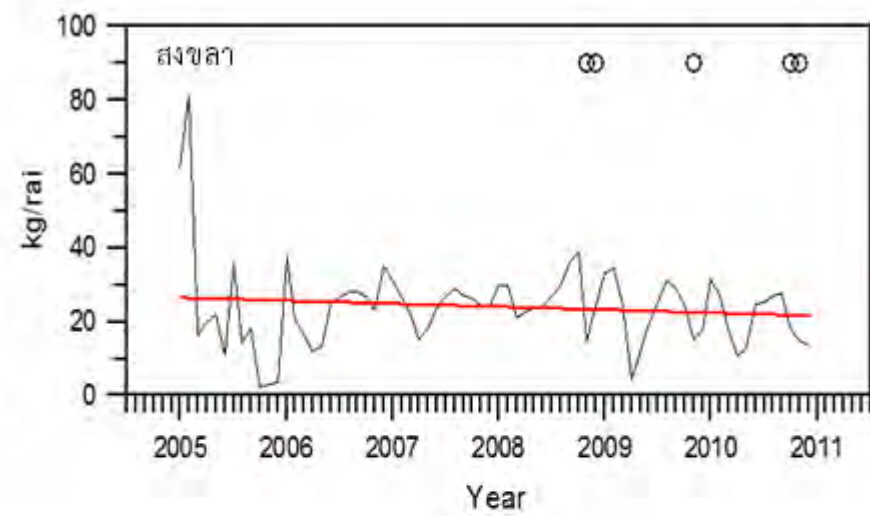
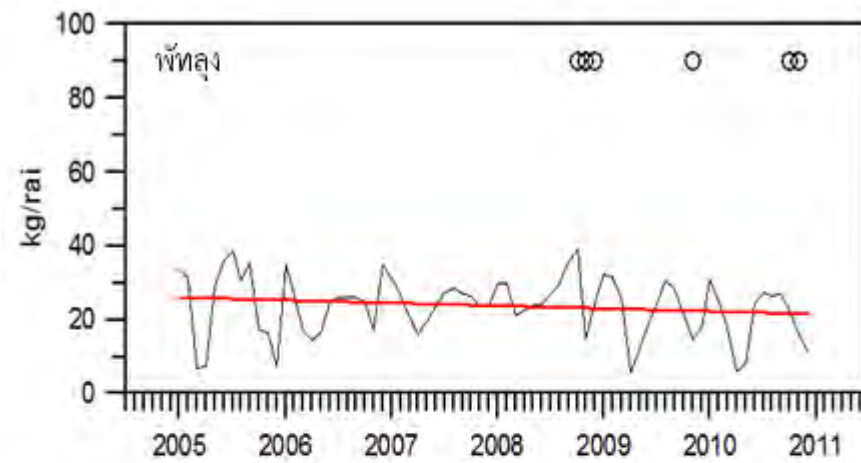
รูปที่ 4.36 แสดงความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัด และค่าเฉลี่ยสำหรับฝั่งอันดามัน ฝั่งอ่าวไทยและทุกจังหวัด ในช่วงปี ค.ศ. 2005-2010 จากการสังเกต พบว่า อนุกรมข้อมูลผลผลิตยางพาราในช่วงดังกล่าว ส่วนใหญ่เป็นความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปี โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงในแง่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่ปรากฏชัดเจน เนื่องจากอนุกรมข้อมูลมีช่วงระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น โดยอนุกรมข้อมูลความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัด มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังปรากฏจากแต่ละอนุกรมข้อมูลมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่มากกว่า 95% (τ มีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.70) (ตารางที่ 4.12) เมื่อพิจารณา ลักษณะความแปรปรวนระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทยในเชิงเปรียบเทียบ พบว่า ความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราทั้งสองฝั่ง มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันและอัตราผลผลิตโดยเฉลี่ย อยู่ในช่วงที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ รูปที่ 4.37 แสดงความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราตามรายไตรมาสซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยรายสามเดือน เช่นเดียวกันกับอนุกรมรายเดือนในรูปที่ 4.36 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเชิงเส้นตรงอย่างต่อเนื่อง ไม่ปรากฏชัดเจนในอนุกรมข้อมูลผลผลิตยางพารารายไตรมาส ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมรายเดือนของผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ กับดัชนีปรากฏการณ์เอนโซ (ดัชนี SOI) ในช่วงระยะเวลา ค.ศ. 2005-2010 พบว่า ความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราระหว่างฤดูกาลและระหว่างปี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ ($r = -0.30$, $p = 0.01$, $n = 72$) (รูปที่ 4.1.38) กล่าวคือ ผลผลิตยางพาราในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มสูงกว่าปกติในช่วงเดือนที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณฝนและความชื้นสัมพันธ์ รวมทั้งความเร็วลม ที่ต่ำกว่าปกติในช่วงเหตุการณ์ El Niño ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อผลผลิตของยางพารา ประกอบกับจำนวนวันที่สามารถกรีดยางเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว ในขณะที่ ผลผลิตยางพาราในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนที่เกิดเหตุการณ์ La Niña สืบเนื่องจากเกิดฝนตกชุกและความชื้นของอากาศเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อผลผลิตของยางรวมทั้งส่งผลต่อจำนวนวันที่สามารถกรีดยางได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของยางพาราและดัชนี SOI ตามรายไตรมาส (ค่าเฉลี่ยราย 3 เดือน) ไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ปรากฏการณ์เอนโซส่งผลต่อผลผลิตยางพารา ผ่านการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศต่างๆ ในระดับ Micro climate ที่มี Window หรือคาบเวลาน้อยกว่า 3 เดือน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างเพิ่มเติม ซึ่งอนุกรมข้อมูลมีระยะเวลา 10 ปีตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000-2010 ยังได้แสดงความแปรปรวนระหว่างปีที่ชัดเจน ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับรูปแบบที่ปรากฏในอนุกรมข้อมูลรายเดือนและรายสามเดือน โดยตั้งแต่ ค.ศ. 2000 ผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่กลับลดลงหลังปี ค.ศ. 2008 (รูปที่ 4.39) ทั้งนี้ อนุกรมข้อมูลรายปี ได้บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนระหว่างปีของผลผลิตยางพารากับปรากฏการณ์เอนโซข้างต้น โดยผลผลิตยางพารารายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนี SOI เฉลี่ยรายปี (รูปที่ 4.40) เช่นเดียวกันกับผลผลิตรายเดือนที่นำเสนอในรูป 4.38 ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ Composite เพิ่มเติมซึ่งแสดงในรูปของ Box plot เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ในระหว่างปี 2000-2010 สำหรับปีที่เกิด

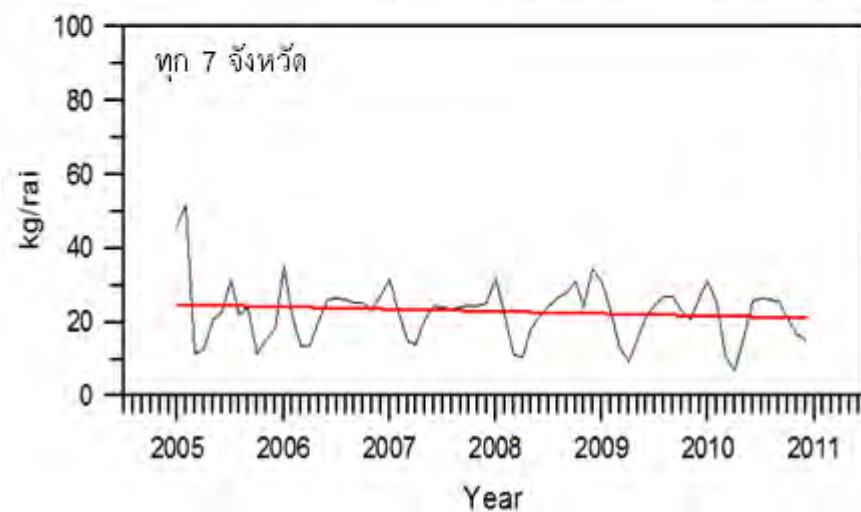
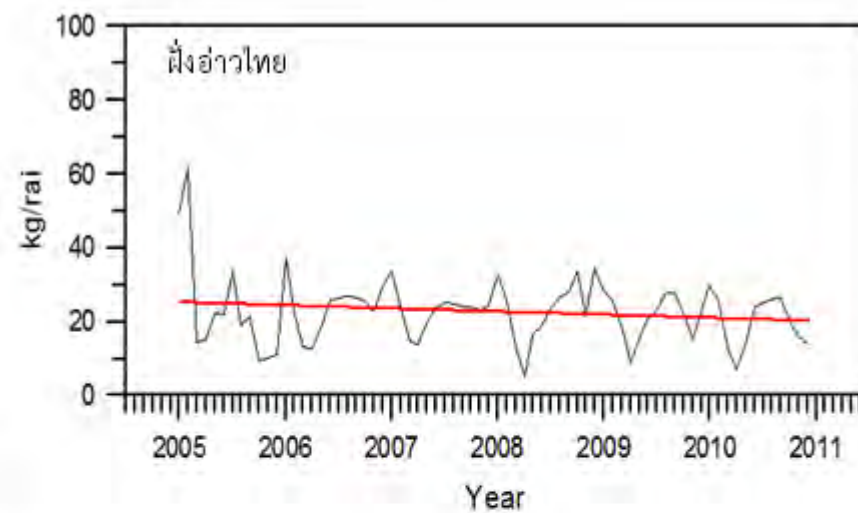
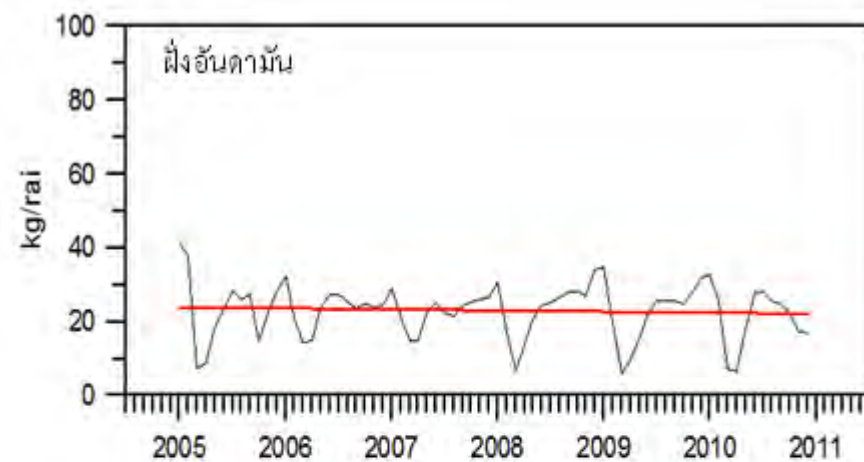
เหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña โดยปีที่เกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña นิยามบนพื้นฐานของดัชนี SOI ที่มีค่า $\pm 1SD$ (รูปที่ 4.41) ให้ผลที่ค่อนข้างสอดคล้องกับผลดังกล่าวข้างต้นที่แสดงถึงผลผลิตยางพารามีแนวโน้มสูงกว่าปกติในปีที่เกิดเหตุการณ์ El Niño เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในปีที่เกิดเหตุการณ์ La Niña นอกจากนี้ ผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับดัชนีสถานะความรุนแรงของฝนในรูปจำนวนวันฝนตกรวมรายปี (รูปที่ 4.42) และดัชนีความแรงของฝนอย่างง่าย (รูปที่ 4.43) ความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงถึงยางพารา มีผลผลิตที่สูงกว่าปกติในปีที่จำนวนวันฝนตกรวมรายปีน้อยกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนน้อยกว่าปกติ แต่ผลผลิตยางพารา กลับลดลงในปีที่มีวันฝนตกมากกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนเพิ่มขึ้น



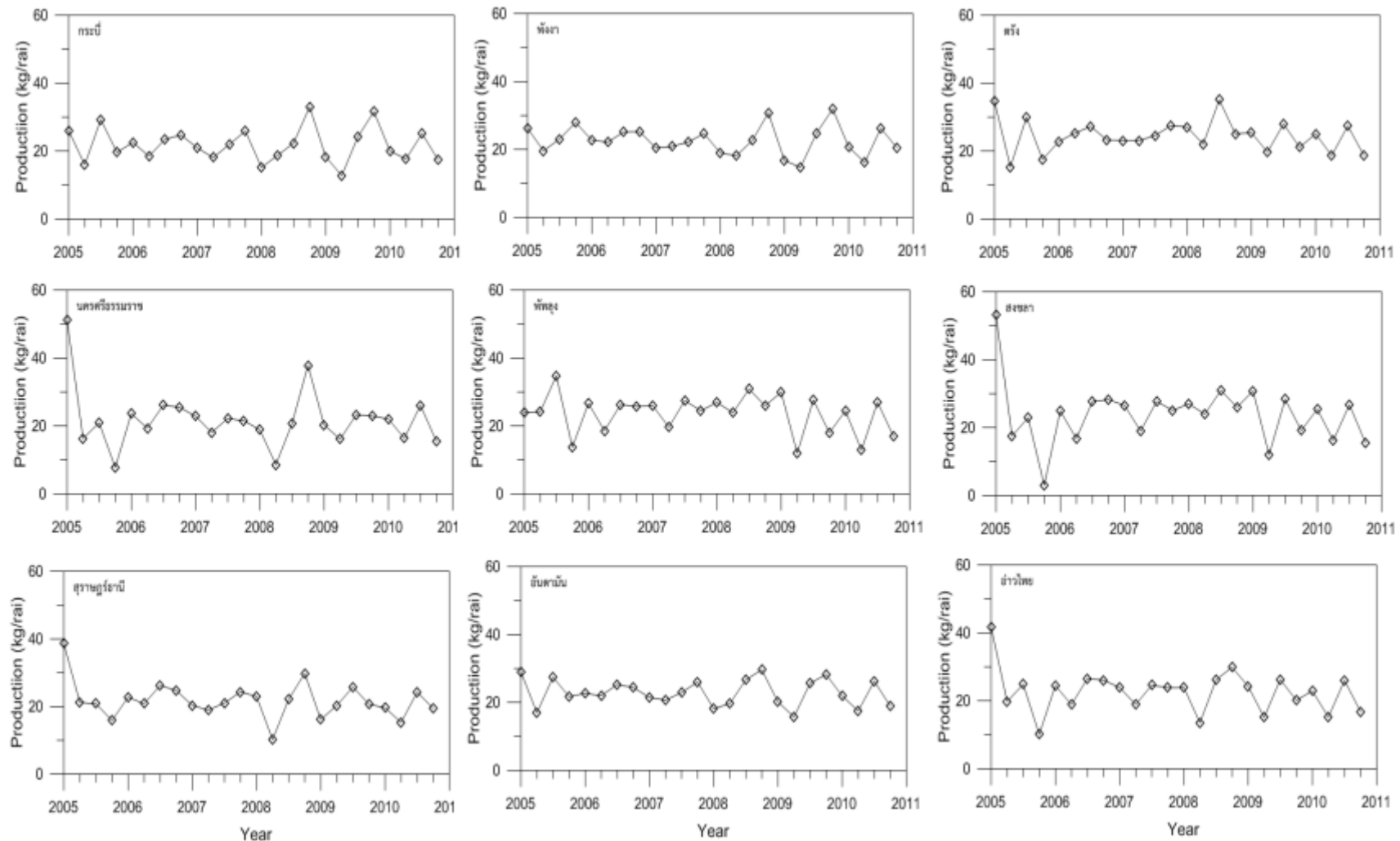
รูปที่ 4.36 ความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพารา (กิโลกรัมผลผลิตยางพาราต่อพื้นที่เปิดกรีด 1 ไร่ ในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010 โดยสัญลักษณ์ ○ แสดงช่วงที่เกิดอุทกภัยจากพายุโซนร้อน ดีเปรสชั่น หย่อมความกดอากาศต่ำและฝนตกหนักอย่าง



รูปที่ 4.36 (ต่อ)



รูปที่ 4.36 (ต่อ)

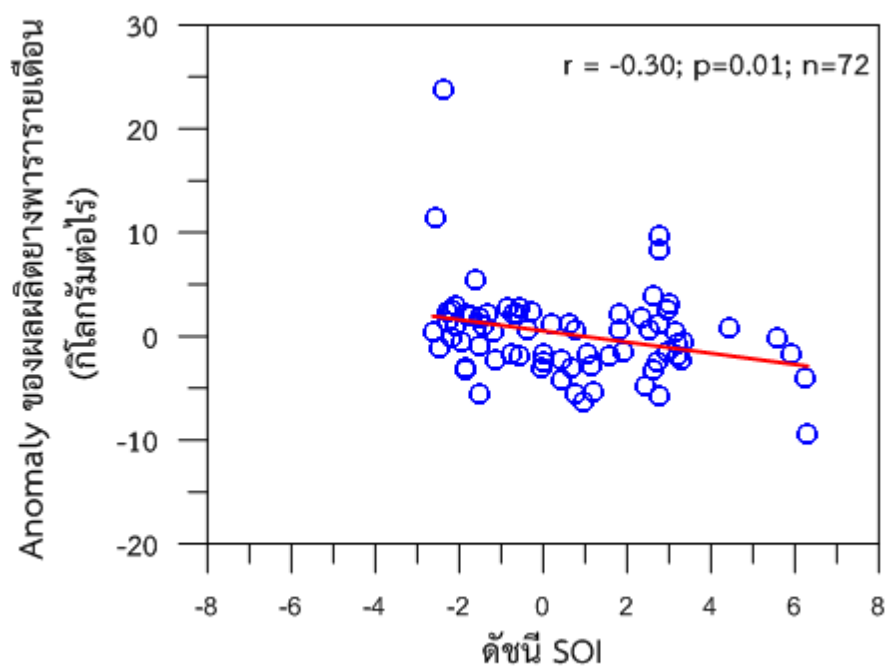


รูปที่ 4.37 ความแปรปรวนตามรายไตรมาส (3 เดือน: ม.ค.-มี.ค., เม.ย.-มิ.ย., ก.ค.-ก.ย. และ ต.ค.-ธ.ค.) ของผลผลิตยางพารา (กิโลกรัมผลผลิตยางพาราต่อพื้นที่เปิดกรีต 1 ไร่) ในช่วงตั้งแต่ 2005 ถึง 2010

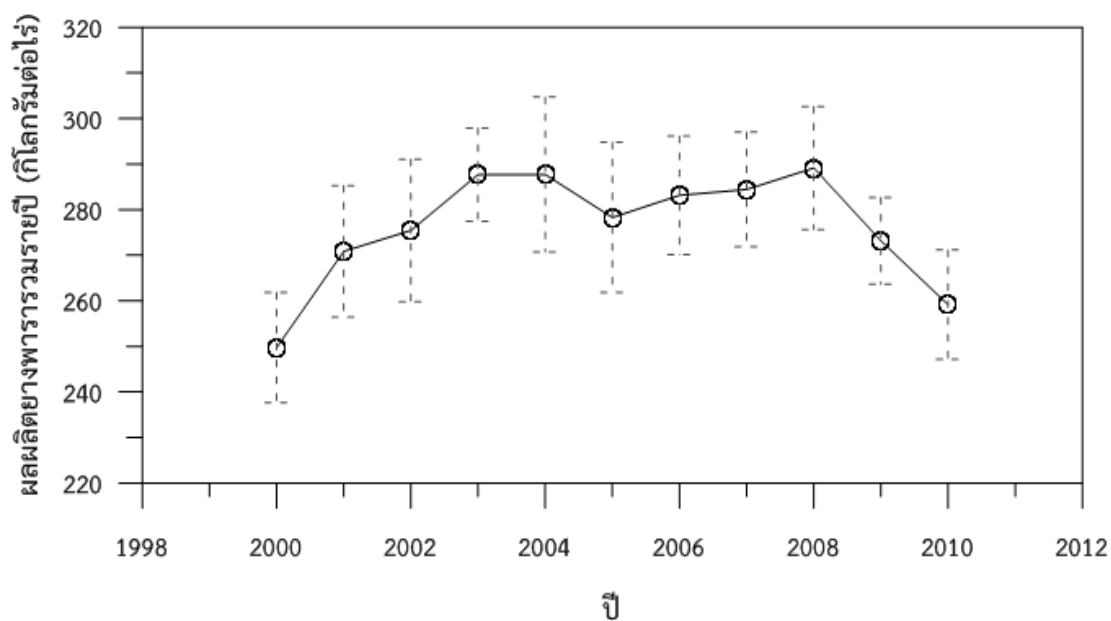
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation (τ) ระหว่างอนุกรมผลผลิตยางพารารายเดือนของแต่ละจังหวัดในช่วง 2005-2010 โดยจำนวนตัวอย่างของแต่ละอนุกรม เท่ากับ 72

จังหวัด	พังงา	กระบี่	ตรัง	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	พัทลุง	สงขลา
พังงา	1	0.67	0.38	0.51	0.49	0.24	0.21
กระบี่		1	0.49	0.56	0.52	0.34	0.34
ตรัง			1	0.50	0.42	0.48	0.51
นครศรีธรรมราช				1	0.61	0.32	0.41
สุราษฎร์ธานี					1	0.36	0.50
พัทลุง						1	0.70
สงขลา							1

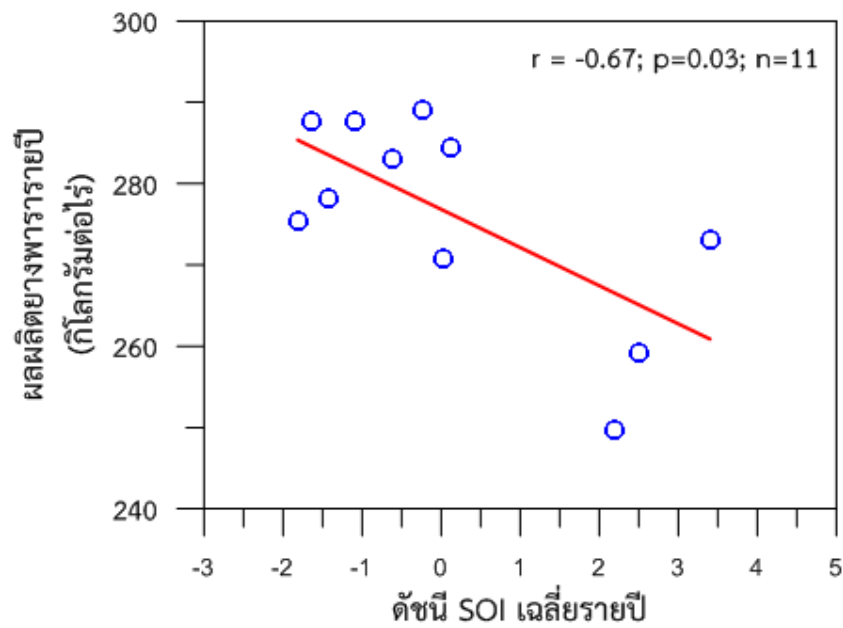
หมายเหตุ : เลขตัวหนาแสดงค่าสัมประสิทธิ์ของ Kendall Tau correlation ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95%



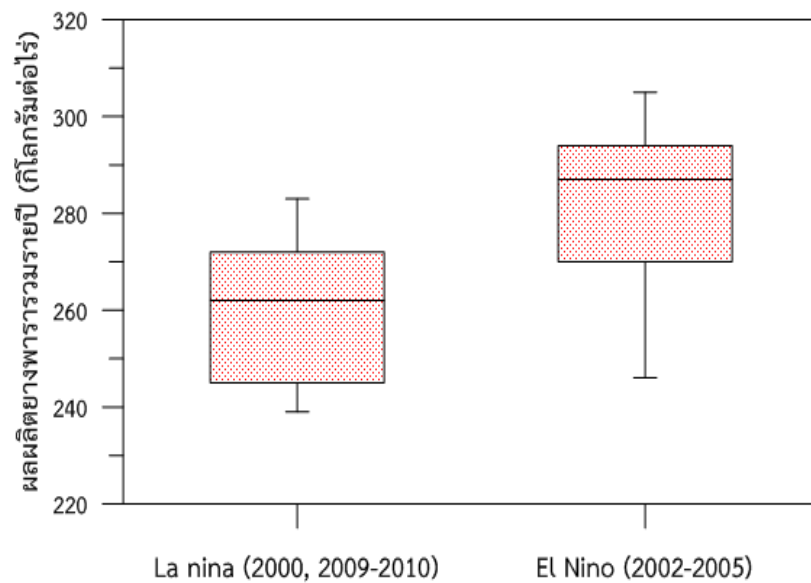
รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้และดัชนี SOI



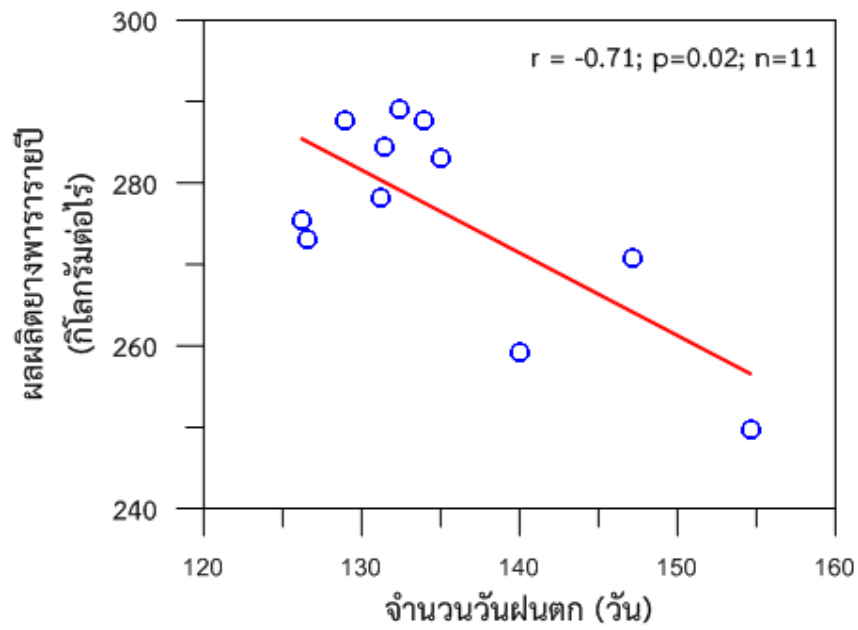
รูปที่ 4.39 ความแปรปรวนระหว่างปีของผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ (พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สตูล และตรัง) ในช่วงตั้งแต่ ค.ศ. 2000 ถึง 2010



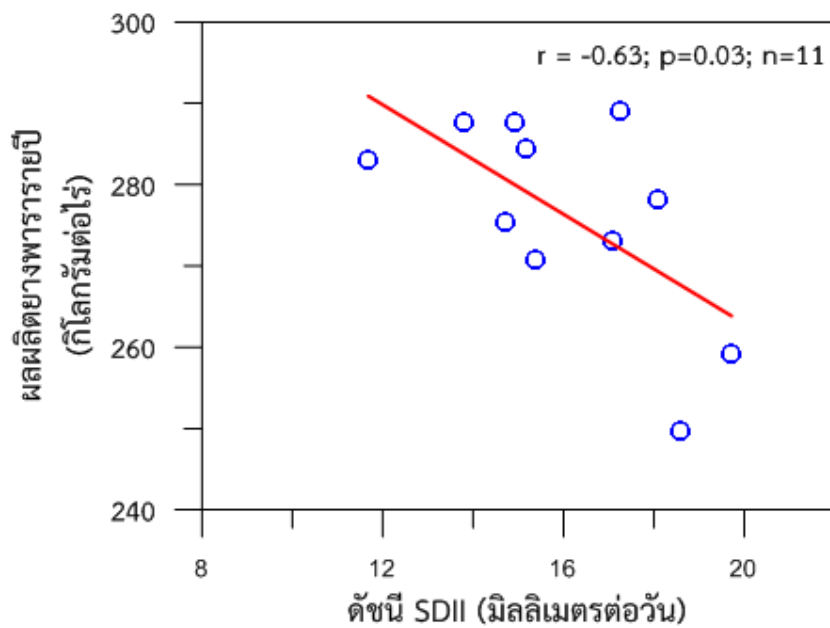
รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างและดัชนี SOI เฉลี่ยรายปี



รูปที่ 4.41 Box plot แสดงผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ในระหว่างปี 2000-2010 สำหรับปีที่เกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña โดยปีที่เกิดเหตุการณ์ El Niño และเหตุการณ์ La Niña นิยามบนพื้นฐานของดัชนี SOI ที่มีค่า $\pm 1SD$



รูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างและจำนวนวันฝนตกรวมรายปี



รูปที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างและดัชนีความแรงของฝนอย่างง่าย

4.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราต่อความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี

ปริมาณน้ำฝนช่วงปลายปี 2554 ในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (รูปที่ 4.44) แสดงให้เห็นว่า มีปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช รองลงมาคือ สงขลา พัทลุง และสุราษฎร์ธานี ทำให้สวนยางบางพื้นที่เกิดน้ำท่วมขัง มีฝนตกต่อเนื่องไปถึงในเดือนมกราคมในปี 2555 ส่วนชายฝั่งอันดามัน มีปริมาณน้ำฝนในช่วงปลายปีไม่สูงมาก แต่ในช่วงปี 2555 มีปริมาณน้ำฝนกระจายในรอบปี (รูปที่ 4.45) นอกจากนี้พบว่าในช่วงต้นปี 2556 ทุกจังหวัดทั้งในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน คือประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน สอดคล้องกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ รูปที่ 4.46 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงในช่วงปลายปี 2555 อยู่ระหว่าง 80 - 90% ในช่วงต้นปีความชื้นสัมพัทธ์ยังคงสูงประมาณ 80% เพราะมีฝนตกในช่วงฤดูร้อน และลดลงในช่วงประมาณเดือนมิถุนายน - กรกฎาคมอย่างชัดเจน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยลดต่ำประมาณ 70% ส่วนฝั่งอันดามัน (รูปที่ 4.47) ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงในช่วงต้นปี ลดลงในช่วงประมาณ 80% ส่วนค่าการระเหยน้ำฝั่งอ่าวไทย (รูปที่ 4.48) เห็นได้ชัดว่าในช่วงปลายปี 2555 ลดต่ำเฉพาะฝนชุกในช่วงปลายปี แต่ในปี 2555 ค่าการระเหยน้ำสูงในช่วงประมาณเดือนกรกฎาคม แต่ในฝั่งอันดามันค่าการระเหยน้ำสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม (รูปที่ 4.49)

ต้นยางพาราในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยได้รับผลกระทบจากสภาวะอากาศดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของฝนที่ตกชุกในช่วงปลายปี 2554 มีผลต่อการพัฒนาพื้นที่ใบของยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ทำให้พื้นที่ใบลดลงจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (รูปที่ 4.50) ดังนั้นมีผลทำให้ใบร่วงมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ และมีการผลิใบใหม่ในเดือนมีนาคม ยกเว้นในจังหวัดสงขลา ที่มีฝนตกในช่วงมีนาคม ทำให้เกิดโรคราแป้ง ทำให้ใบอ่อนร่วง ดังนั้นใบอ่อนชุดใหม่จึงผลิช้ากว่า 1 เดือน มีการพัฒนาพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายนไปจนถึงเดือนพฤษภาคม แต่หลังจากนั้นพื้นที่ใบมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปริมาณฝนน้อยลง และลดลงมากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน และลดลงมาในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ในเดือนตุลาคมปริมาณฝนเริ่มมากขึ้น เนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน พื้นที่ใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีใบร่วงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและสงขลา ส่วนจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุงใบร่วงมากในเดือนมีนาคม หลังจากนั้นพื้นที่เพิ่มขึ้นมากในเดือนพฤษภาคม พร้อมทั้งจะเปิดกรีดสำหรับปี 2556 ส่วนในฝั่งอันดามันในปี 2555 มีใบร่วงชัดเจนในเดือนมกราคม (รูปที่ 4.51) คือเร็วกว่าฝั่งอ่าวไทย ประมาณ 1 เดือน จากนั้นพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ ในจังหวัดพังงามีฝนตกมาก ทำให้พื้นที่ใบค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงเดือนพฤษภาคม หลังจากนั้นพื้นที่ใบมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนกันยายน และเพิ่มขึ้นในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนเนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน ส่วนจังหวัดกระบี่และตรังมีรูปแบบการพัฒนาพื้นที่ใบคล้ายคลึงกัน คือ พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจากเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม หลังจากนั้นลดลงต่อเนื่องจนถึงเดือนกันยายน และพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอีกในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนเนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝน หลังจากนั้นใน 3 จังหวัดนี้พื้นที่ใบลดลงในเดือนธันวาคมและมีใบร่วงมากที่สุดในเดือนมกราคม แต่มีใบแตกใหม่ในเดือนกุมภาพันธ์และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

การวัดความชื้นดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร โดยวัดทุกระดับความลึก 10 เซนติเมตร จากผิวดินในแปลงยางพารา 7 จังหวัด พบว่าภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันมีปริมาณความชื้นดินมากที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินในแต่ละระดับความลึกมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 10 - 40 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตามภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ความชื้นดินในช่วงปลายปีของจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดพัทลุงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นชัดเจนในแต่ละระดับความลึก เนื่องจากฝนตกหนักและทำให้เกิดน้ำท่วมภายในแปลงยางพารา (รูปที่ 4.52) ส่วนในภาคใต้ฝั่งอันดามันในช่วงปลายปี 2555 จังหวัดตรังมีฝนตกชุก ทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.53)

รูปที่ 4.54 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรพยายามกรีดยางหลังจากผ่านช่วงฝน เพื่อชดเชยผลผลิตที่หายไปในช่วงที่ไม่สามารถกรีดยางในช่วงฝนชุก การพักกรีดยางในแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการพักกรีดยางช่วงปลายฤดูฝน - เมษายนที่ทั้งช่วงนาน ส่วนที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา มีการเปิดกรีดยางเร็วในเดือนกุมภาพันธ์ เพื่อชดเชยจากปี 2554 ที่กรีดยางน้อยวัน ส่วนที่พัทลุงสวนยางพาราที่ไปศึกษาในปี 2554 ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่วมหนักทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำมากและเกษตรกรพยายามกรีดยางชดเชย ยิ่งไปกว่านั้นในช่วงมิถุนายน - สิงหาคม ฝนทั้งช่วงฝนทั้งช่วงทำให้เกิดสภาวะแห้งแล้ง เกษตรกรหยุดกรีดยาง ส่วนฝั่งอันดามัน พบว่าในปี 2554 ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมส่งผลต่อเนื่องถึงปี 2556 วันกรีดยางของจังหวัดพังงาและกระบี่น้อยลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ฝนตกชุกทำให้เกษตรกรที่พังงาหยุดกรีดยางในเดือนกุมภาพันธ์ เพราะใบร่วง (รูปที่ 4.55) แต่หลังจากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคมหยุดกรีดยางยาวเพราะฝนตกคล้ายคลึงกับที่จังหวัดกระบี่ แต่หลังจากนั้นเกษตรกรได้พยายามกรีดยางชดเชยในช่วงปลายปี 2555 ไปจนถึงต้นปี 2556 หลังจากนั้นหยุดกรีดยาง และที่จังหวัดตรังหยุดกรีดยางเดือนมีนาคม แต่มีวันกรีดยางค่อนข้างต่อเนื่องหลังจากนั้น

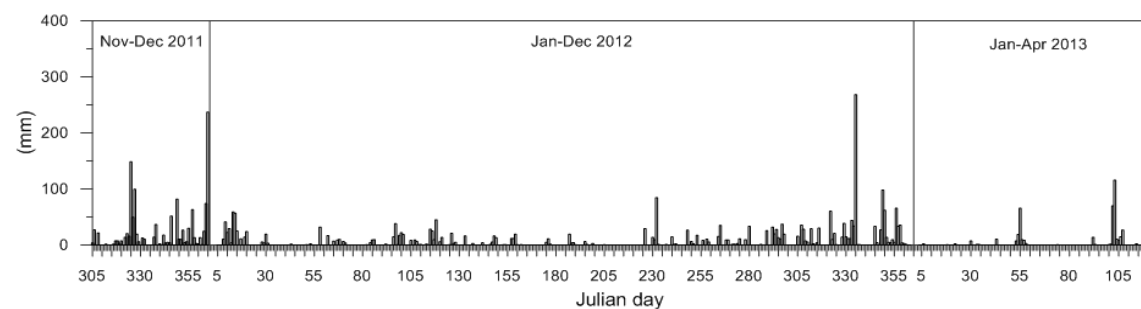
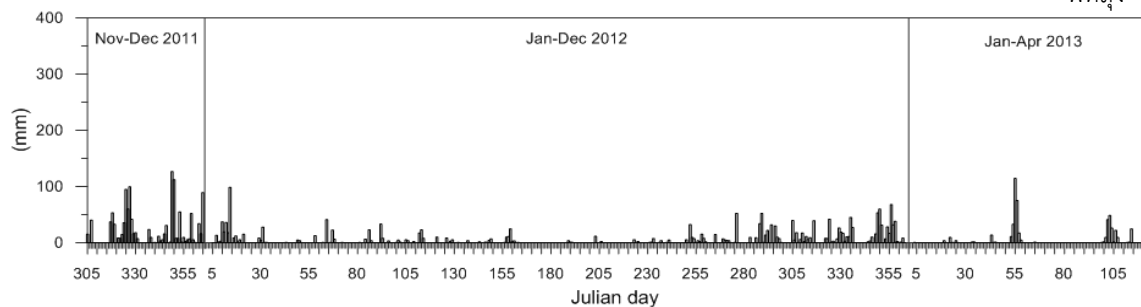
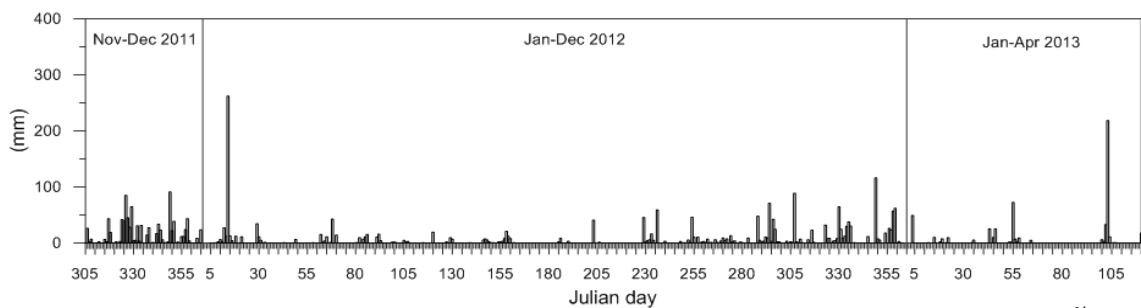
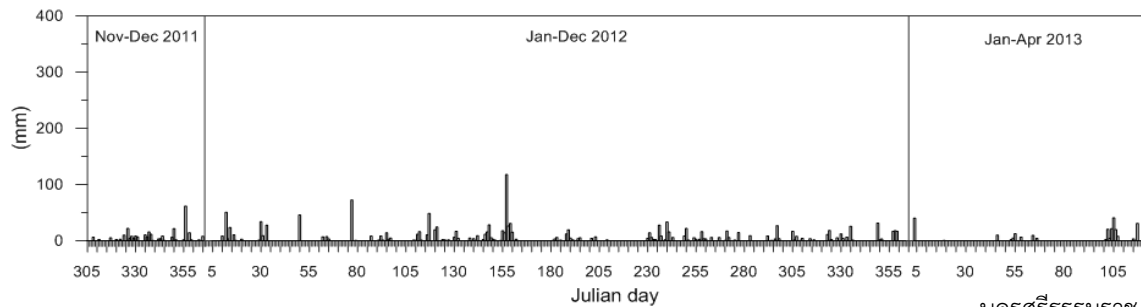
จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า วันที่ฝนตก มีผลต่อการกรีดยาง ทำให้เกษตรกรสวนยางต้องหยุดกรีดยาง ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันกรีดยางได้ และวันที่ไม่มีฝนตกลงภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย รูปที่ 4.56a แสดงให้เห็นชัดเจนว่า เมื่อวันที่ไม่มีฝนตกเพิ่มขึ้น ทำให้วันกรีดยางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในฝั่งอันดามัน รูปที่ 4.56b และเมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้ง 2 ฝั่งของภาคใต้ให้ยางไปทิศทางเดียวกัน รูปที่ 4.56c แสดงว่าถ้าหากมีฝนตกมากจะทำให้วันกรีดยางพาราลดลง ซึ่งจะส่งผลถึงผลผลิตของยางพาราด้วย โดยเฉพาะในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย รูปที่ 4.57a แสดงให้เห็นว่าผลผลิตยางพารามีความสัมพันธ์กับจำนวนวันที่ฝนไม่ตกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนในฝั่งอันดามันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (4.57b) และประเมินความสัมพันธ์ทั้งสองฝั่ง ของผลผลิตและวันฝนไม่ตก พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (4.57c)

รูปที่ 4.58a แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่าการระเหยน้ำ (E) - ค่าปริมาณน้ำฝน (P) มีแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์กับในฝั่งอ่าวไทย ขณะที่ฝั่งอันดามันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (รูปที่ 4.58b) และเมื่อประเมินในภาพรวมระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E - P ทางภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน (รูปที่ 4.58c) พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) โดย $\log e$ หาผลผลิตยาง หรือ $\log e$ Rubber yield พบว่ามีแนวโน้มว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบ ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน รวมไปถึงภาพรวมของทั้ง 2 ฝั่ง (รูปที่ 4.59a, b และ c) แสดงว่ามีแนวโน้มว่าเมื่อดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นผลผลิตยางลดลง ทั้งนี้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เพราะดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราจะเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีฝนตก ทำให้ต้นยางใบมากขึ้น ขณะเดียวกันก็เป็นข้อจำกัดกรณีเกษตรกรชาวสวนยางไม่สามารถกรีดยางในช่วงที่มีฝนตกมากและช่วงดังกล่าวอยู่ในสภาวะที่มีเมฆมากในช่วงฤดูฝนทำให้การสังเคราะห์ของพืชถูกจำกัดผลผลิตยางจึงลดลงด้วย

ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย พบว่าจังหวัดสงขลามีจำนวนวันกรีดและผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) มากที่สุดคือ 207 วัน และ 469.06 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สำหรับภาคใต้ฝั่งอันดามัน พบว่าจังหวัดตรังมีจำนวนวันกรีดและผลผลิตมากที่สุด คือ 155 วัน และ 388.85 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (ตาราง 4.13)

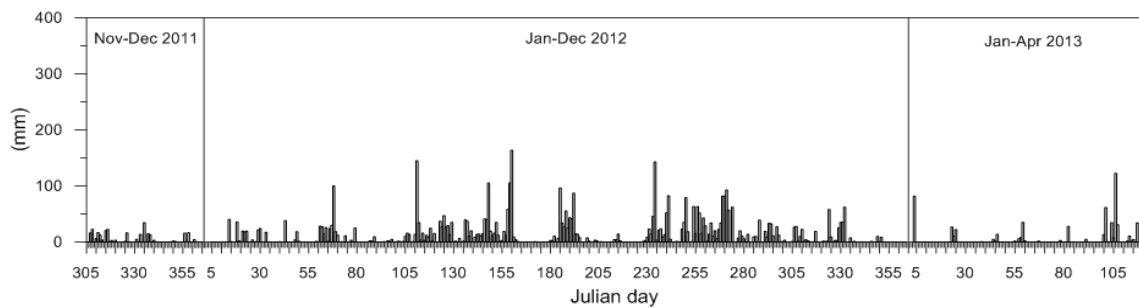
จากการสำรวจการเกิดโรคทางใบได้สำรวจทุกๆเดือนอย่างต่อเนื่องในรอบปี พบว่าภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา รวมถึงภาคใต้ฝั่งอันดามันในจังหวัดพังงา กระบี่ และตรังพบการระบาดของโรคราแป้งที่เกิดจากเชื้อรา *Oidium heveae* Steinm. โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. และโรคใบจุดตานกที่เกิดจากเชื้อรา *Drechslera (Helminthosporium) heveae* (Petch) M.B. Ellis โดยทางภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยในช่วงฤดูร้อนปี 2555 (รูปที่ 4.60) พบการระบาดของโรคราแป้งตั้งแต่เดือนเมษายนและเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน ขณะที่โรคใบร่วงและใบจุดตานกพบการระบาดในทุกจังหวัด แต่พบมากในจังหวัดพัทลุง ตั้งแต่ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ในช่วงฤดูฝน พบการระบาดของโรคราแป้งในทุกจังหวัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพบมากที่สุดในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และสงขลา ขณะที่โรคใบร่วงและใบจุดตานกพบการระบาดในทุกจังหวัดยกเว้นจังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับภาคใต้ฝั่งอันดามันพบการระบาดของโรคทั้งสามชนิดในทุกช่วงฤดูกาลของแต่ละจังหวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบมากในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน (รูปที่ 4.61) ในช่วงต้นปี 2556 การเกิดโรคราแป้งและโรคใบจุดตานกพบได้ในช่วงต้นปี โรคราแป้งพบระบาดที่ฝั่งอ่าวไทยที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา พบได้ในเดือนมกราคม ส่วนที่พัทลุงพบในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนโรคใบจุดตานกพบในนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม สำหรับสงขลาพบมากในเดือนมีนาคมด้วย แต่ฝั่งอันดามันที่จังหวัดพังงาพบการระบาดของโรคราแป้งในเดือนมกราคม และพบการระบาดของโรคใบจุดตานกในเดือนมกราคมและมีนาคม ส่วนจังหวัดตรังพบการระบาดของโรคใบจุดตานกในเดือนมีนาคม

ส่วนโรครากขาว (white root disease) ถึงแม้ไม่พบในแปลงยางพาราที่ศึกษา แต่จากการออกสำรวจได้พบอาการของโรคนี้ในบางสวนยางพารา เช่นที่จังหวัดกระบี่ พังงา และนครศรีธรรมราช บางสวนต้องเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นแทน เพราะเมื่อย้ายต้นกล้าลงปลูกใหม่ทำให้ต้นยางตายได้

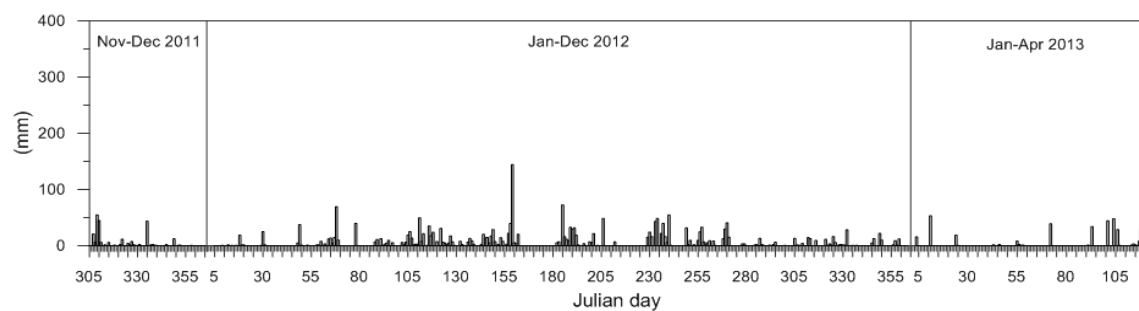


รูปที่ 4.44 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ช่วงปลายปี 2554, ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา

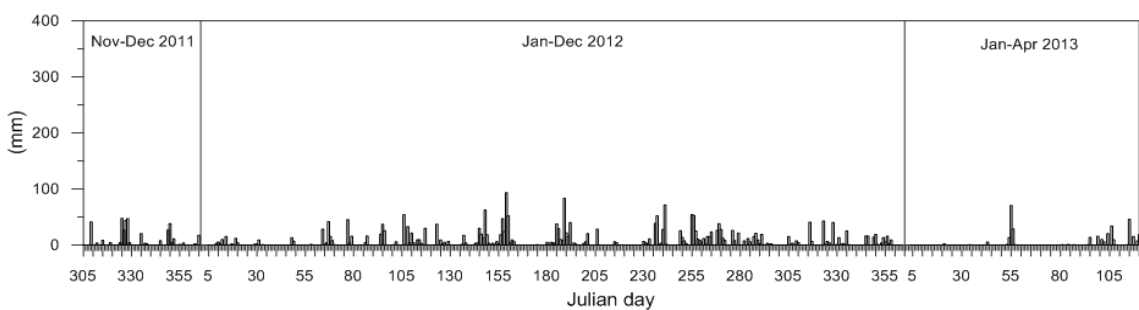
พังงา



กระบี่



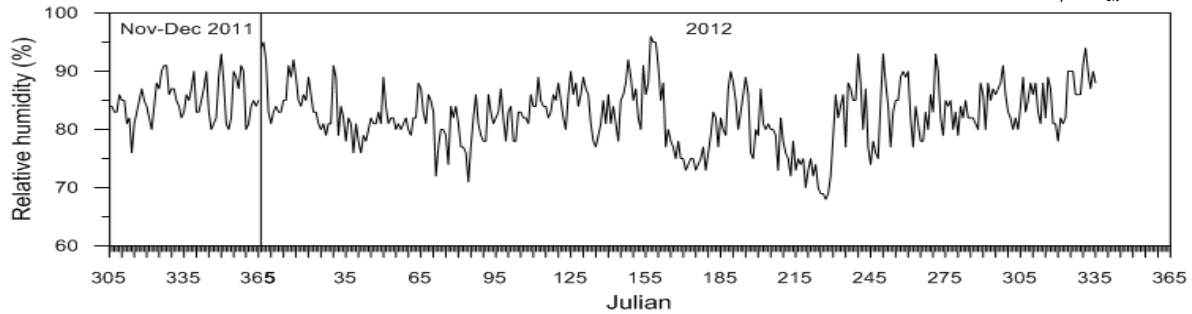
ตรัง



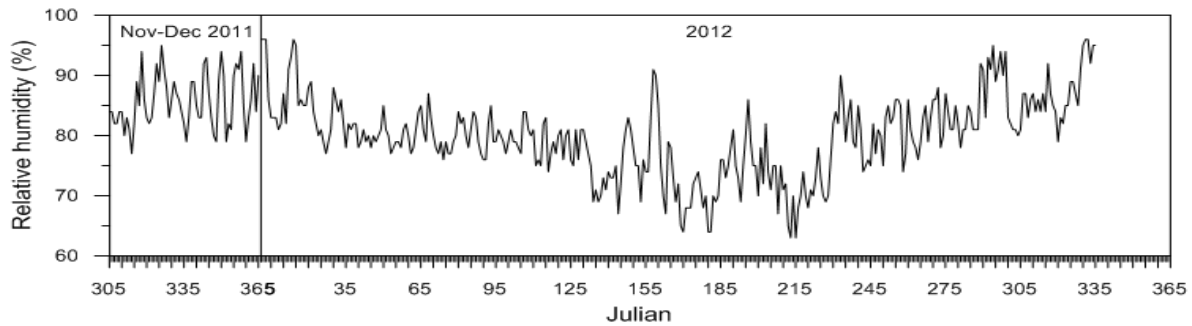
รูปที่ 4.45 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ช่วงปลายปี 2554, ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามันใน จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง

ความชื้นสัมพัทธ์ [Relative Humidity (%)] ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย

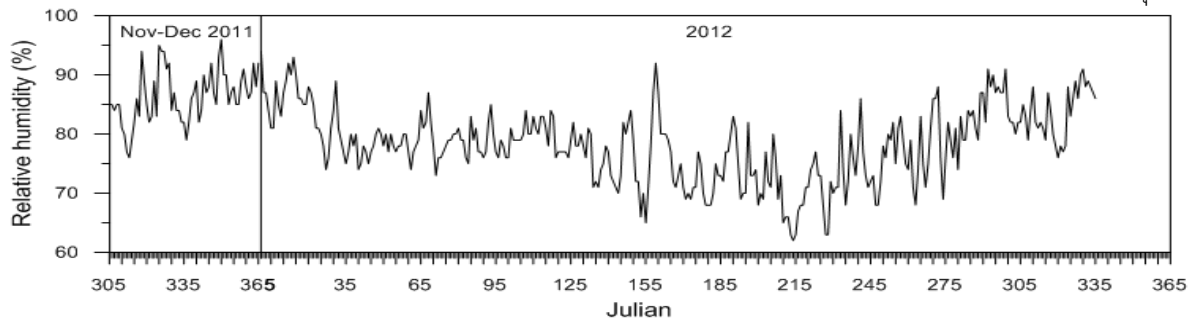
สุราษฎร์ธานี



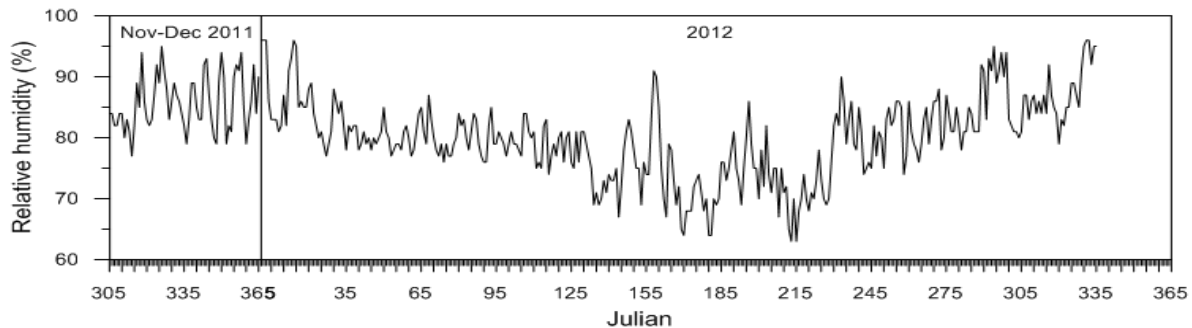
นครศรีธรรมราช



พัทลุง

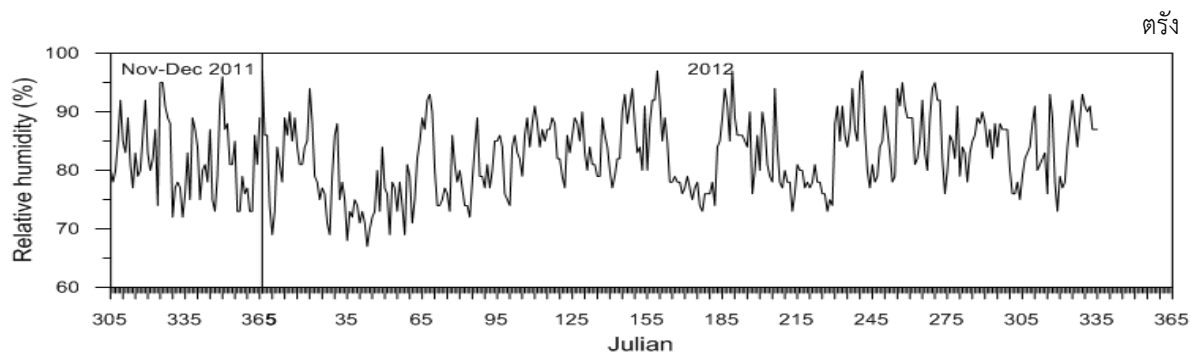
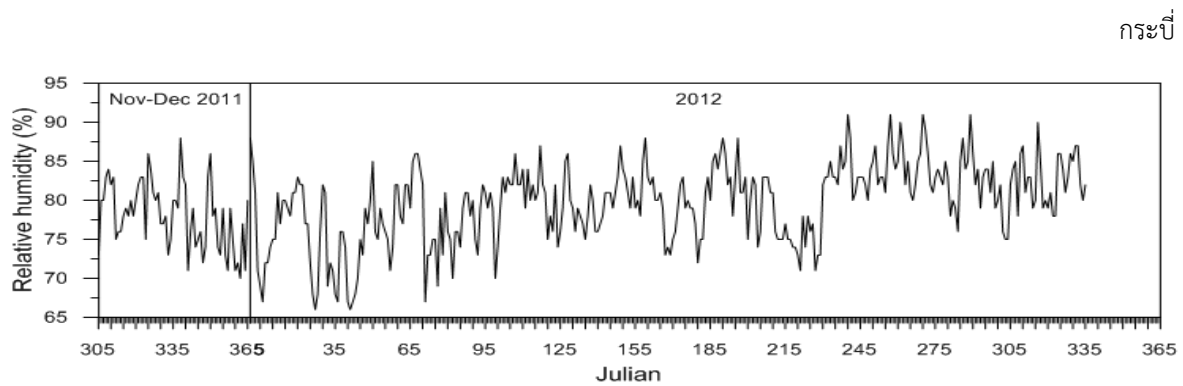
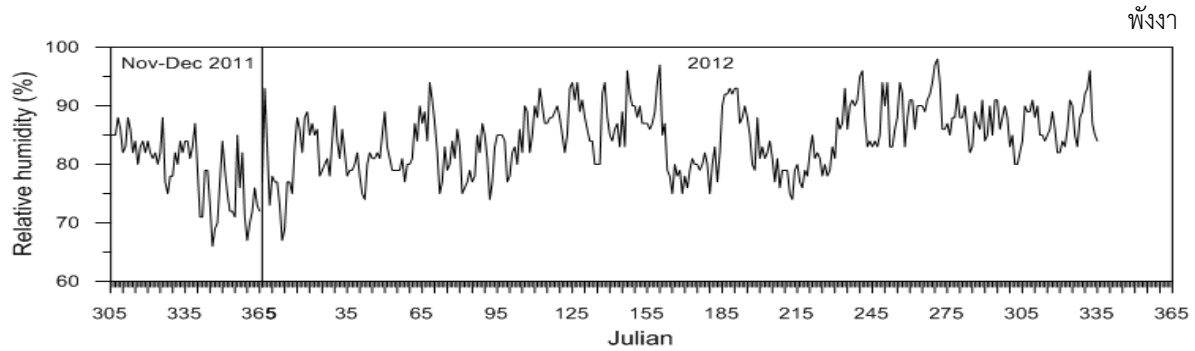


สงขลา



รูปที่ 4.46 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา

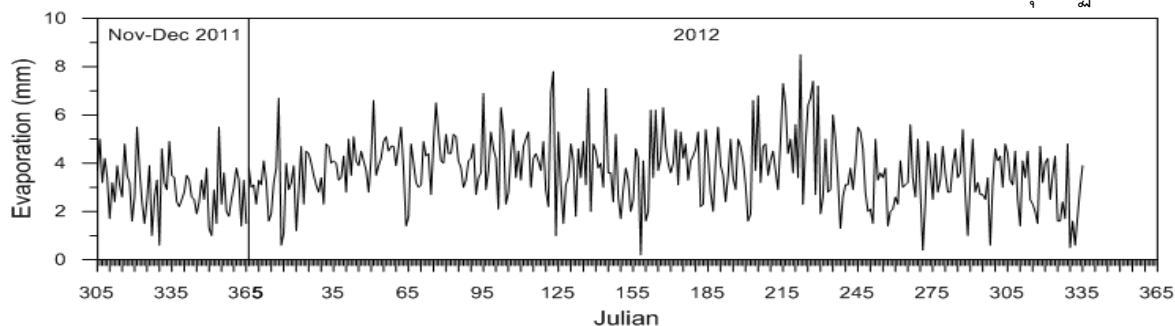
ความชื้นสัมพัทธ์ [Relative Humidity (%)] ภาคใต้ฝั่งอันดามัน



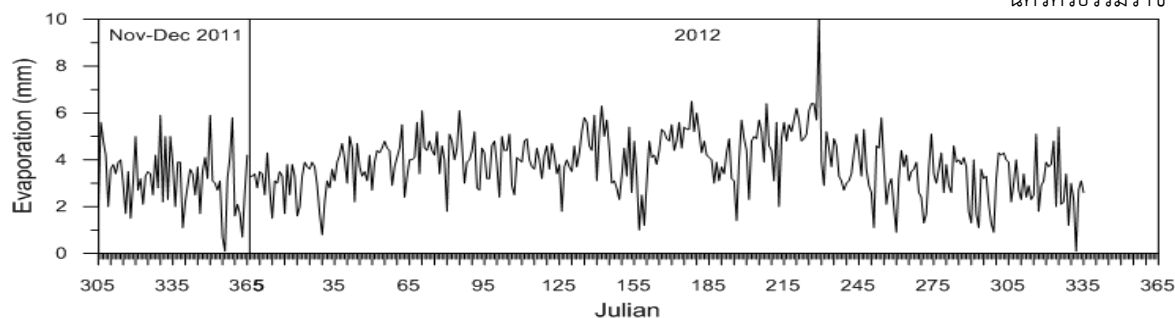
รูปที่ 4.47 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง

ค่าการคายระเหยน้ำ [Evaporation (mm)] ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย

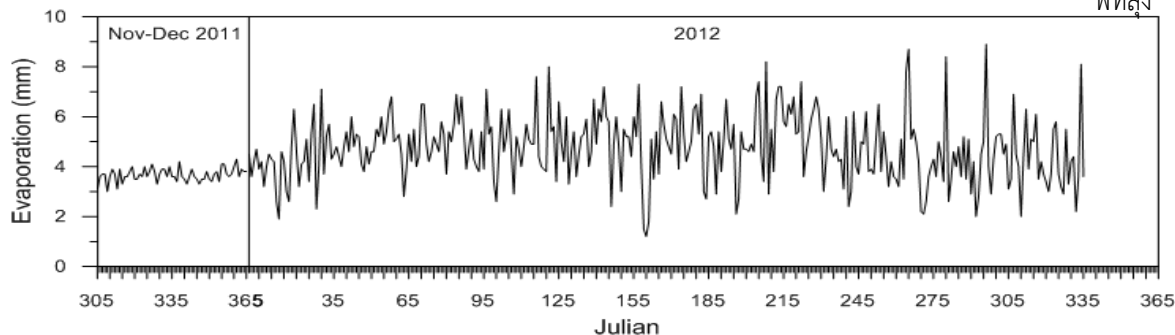
สุราษฎร์ธานี



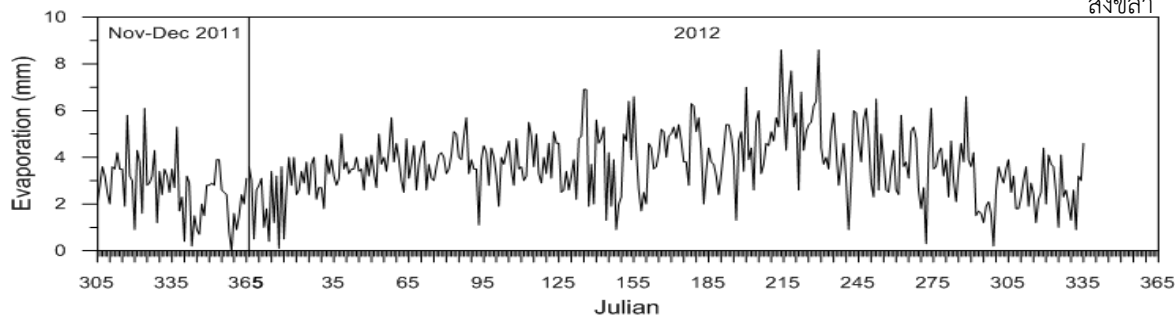
นครศรีธรรมราช



พัทลุง



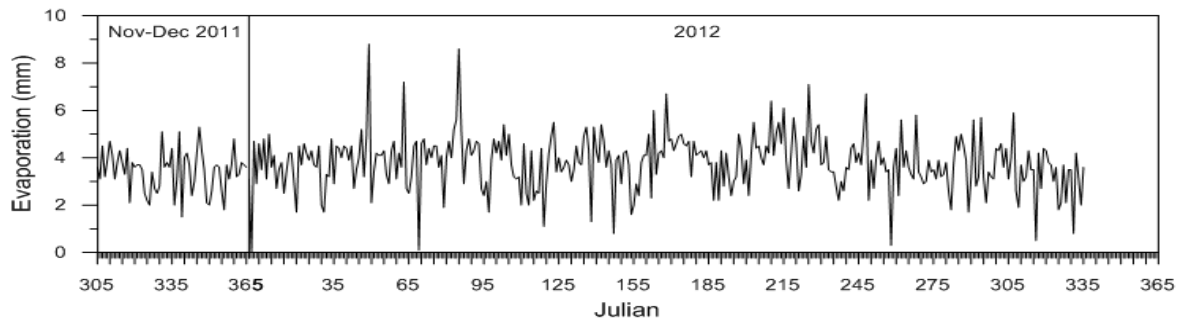
สงขลา



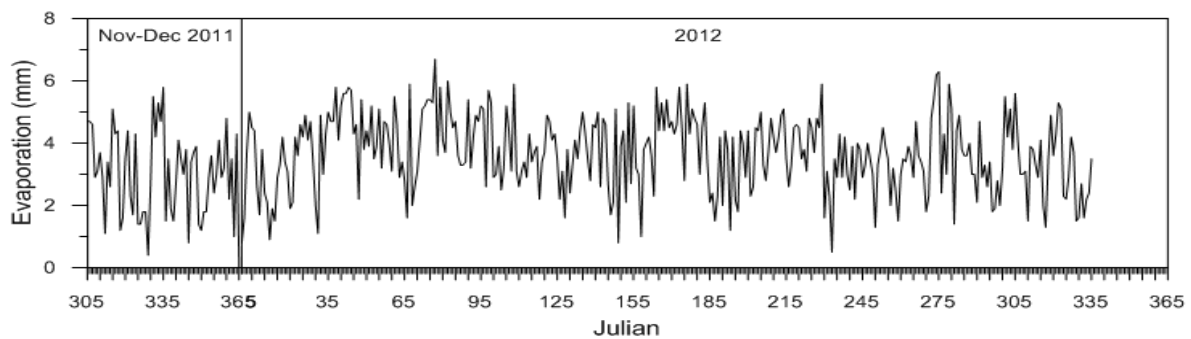
รูปที่ 4.48 การคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยในจังหวัด สุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา

ค่าการคายระเหยน้ำ [Evaporation (mm)] ภาคใต้ฝั่งอันดามัน

พังงา

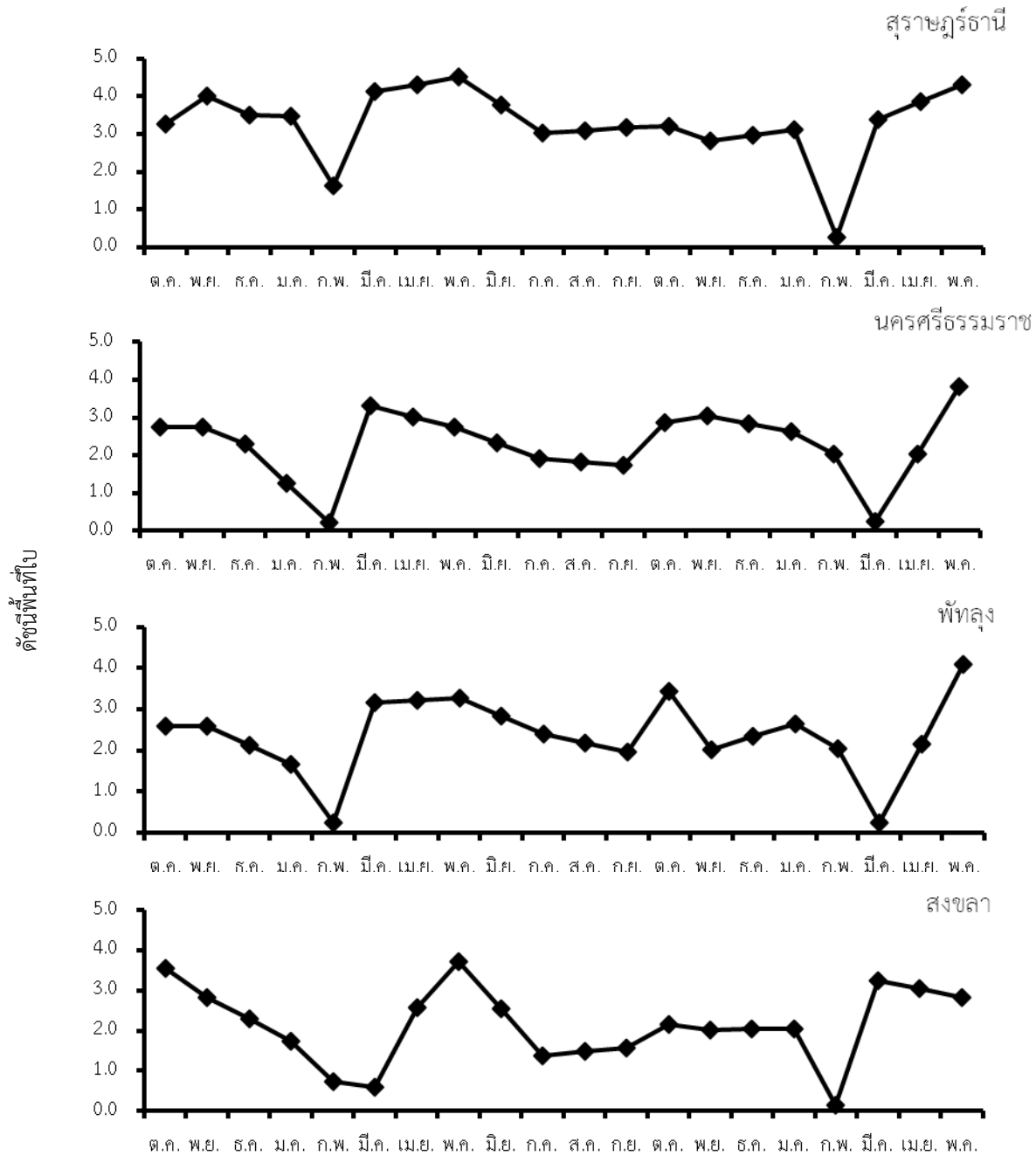


ตรัง



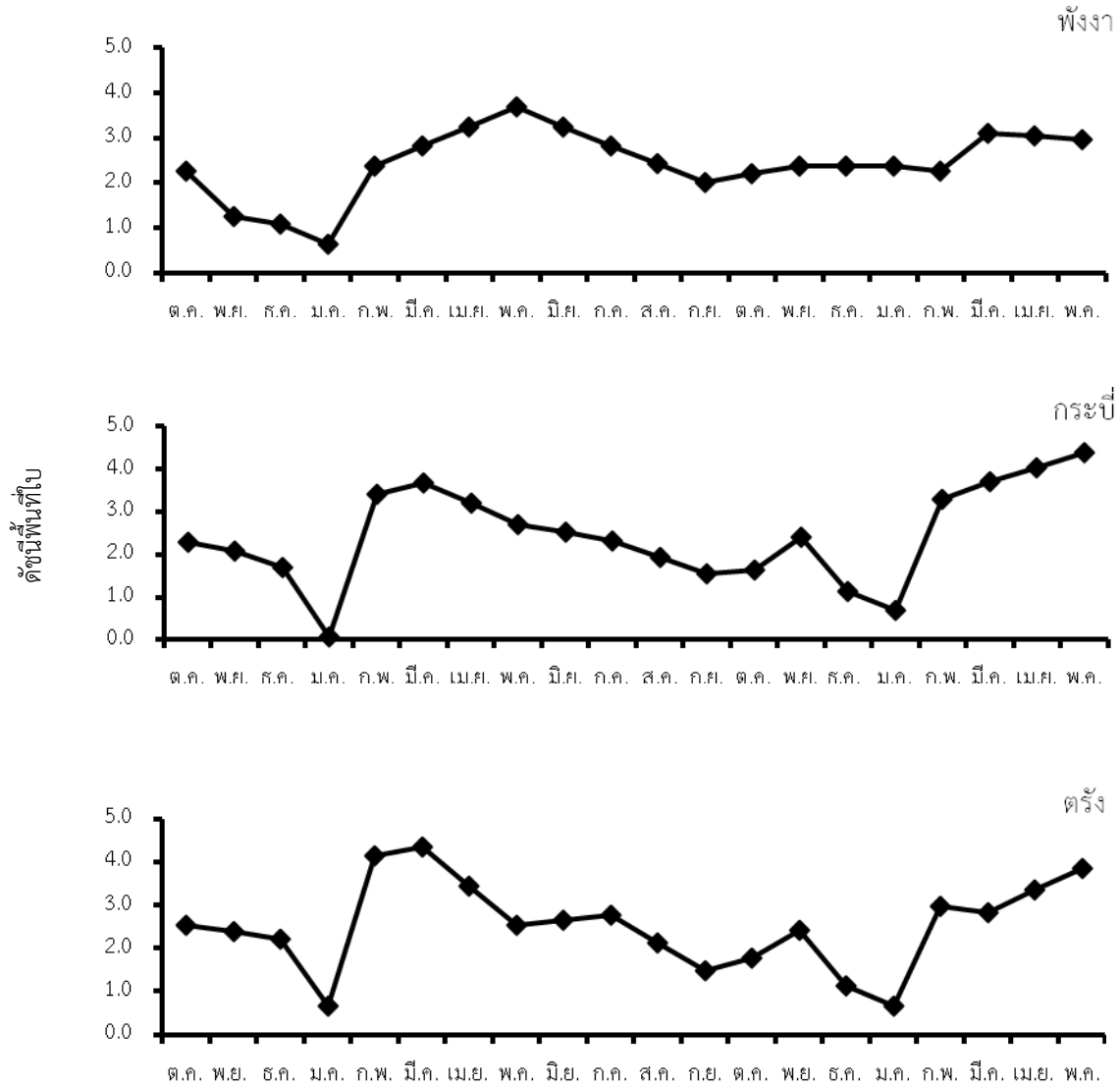
รูปที่ 4.49 การคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) ช่วงปลายปี 2554 และในปี 2555 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา และตรัง

ดัชนีพื้นที่ใบในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย



รูปที่ 4.50 ^{ได้แก่} การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา

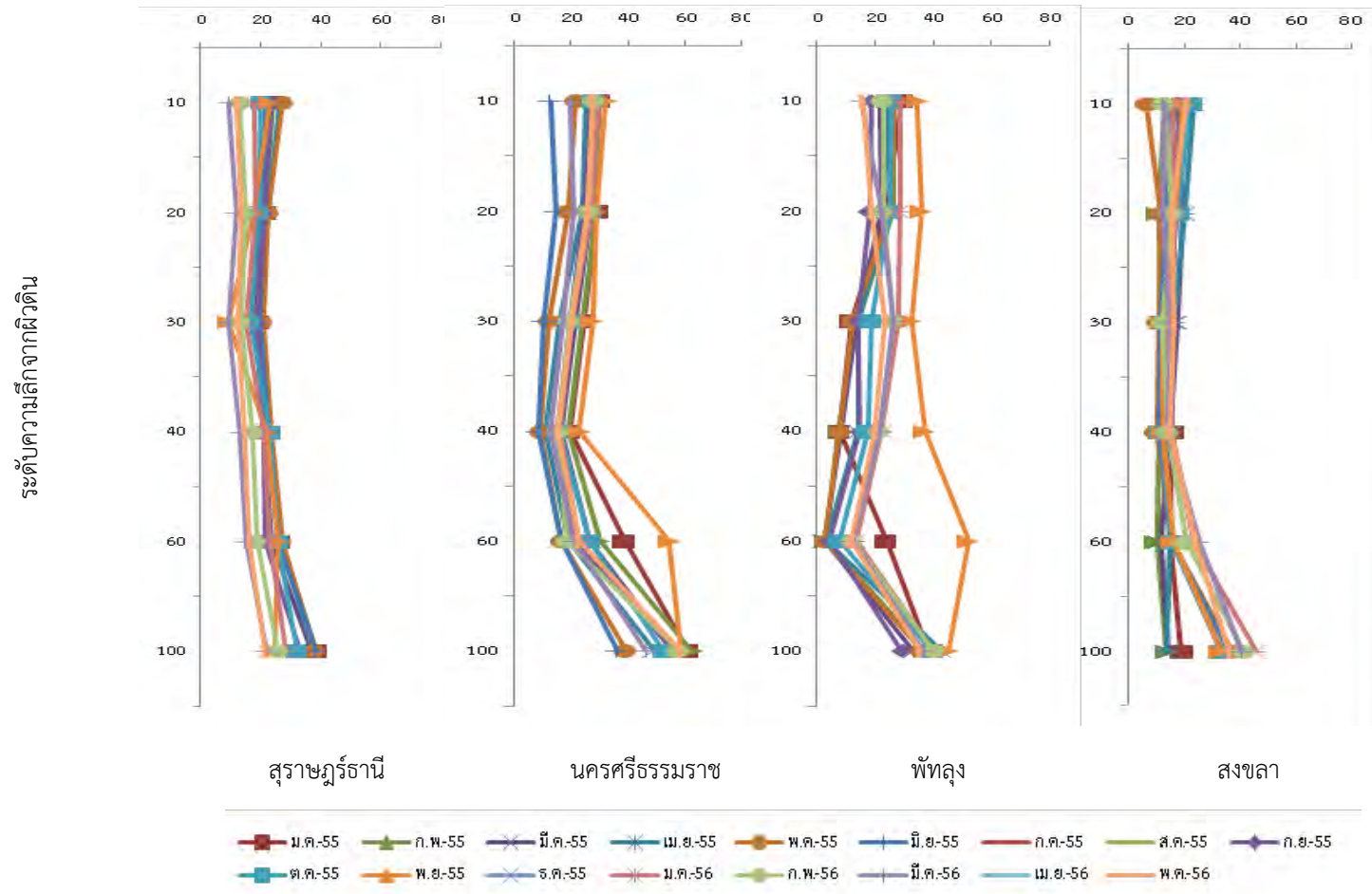
ดัชนีพื้นที่ใบในภาคใต้ฝั่งอันดามัน



เดือน

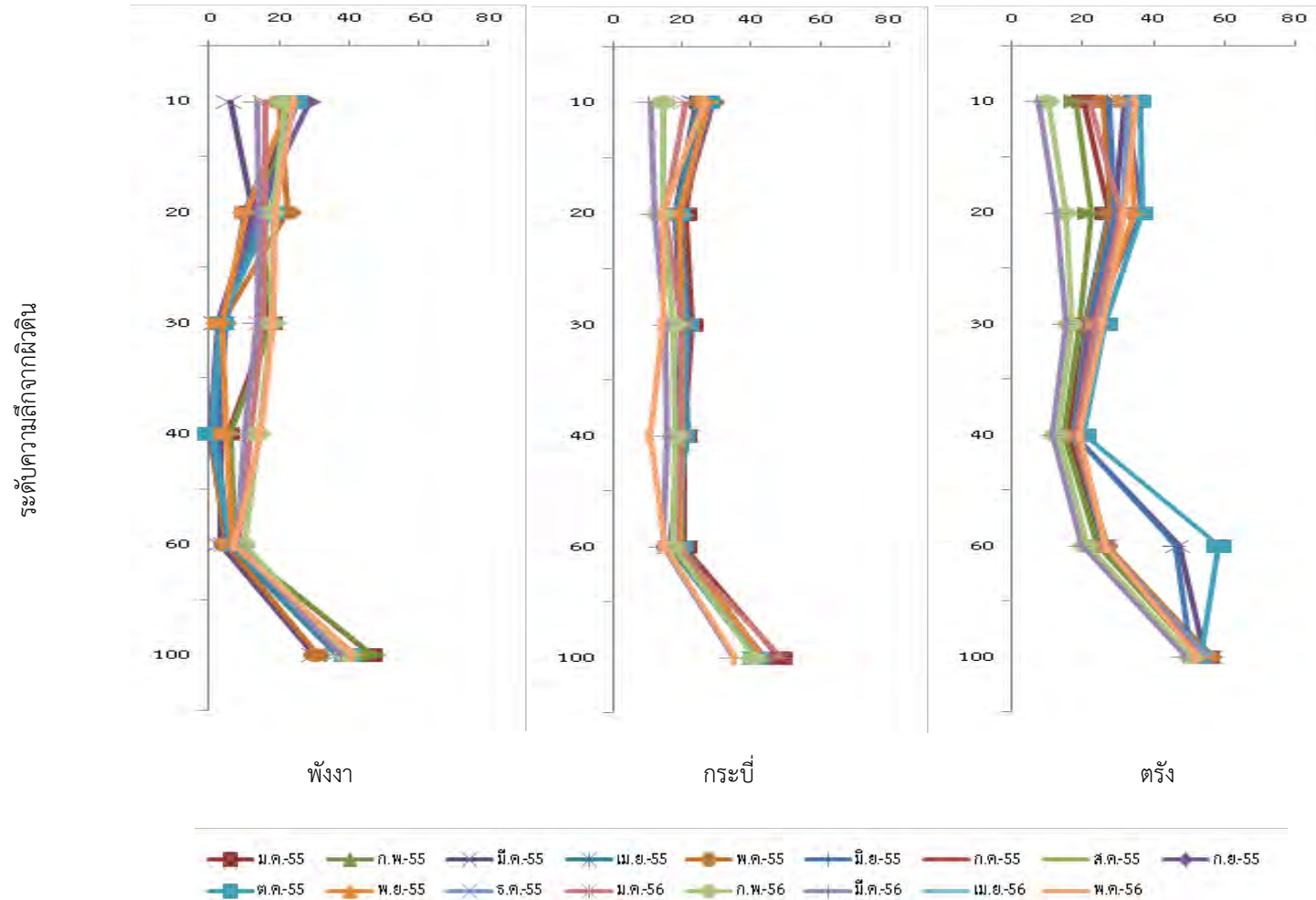
รูปที่ 4.51 การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

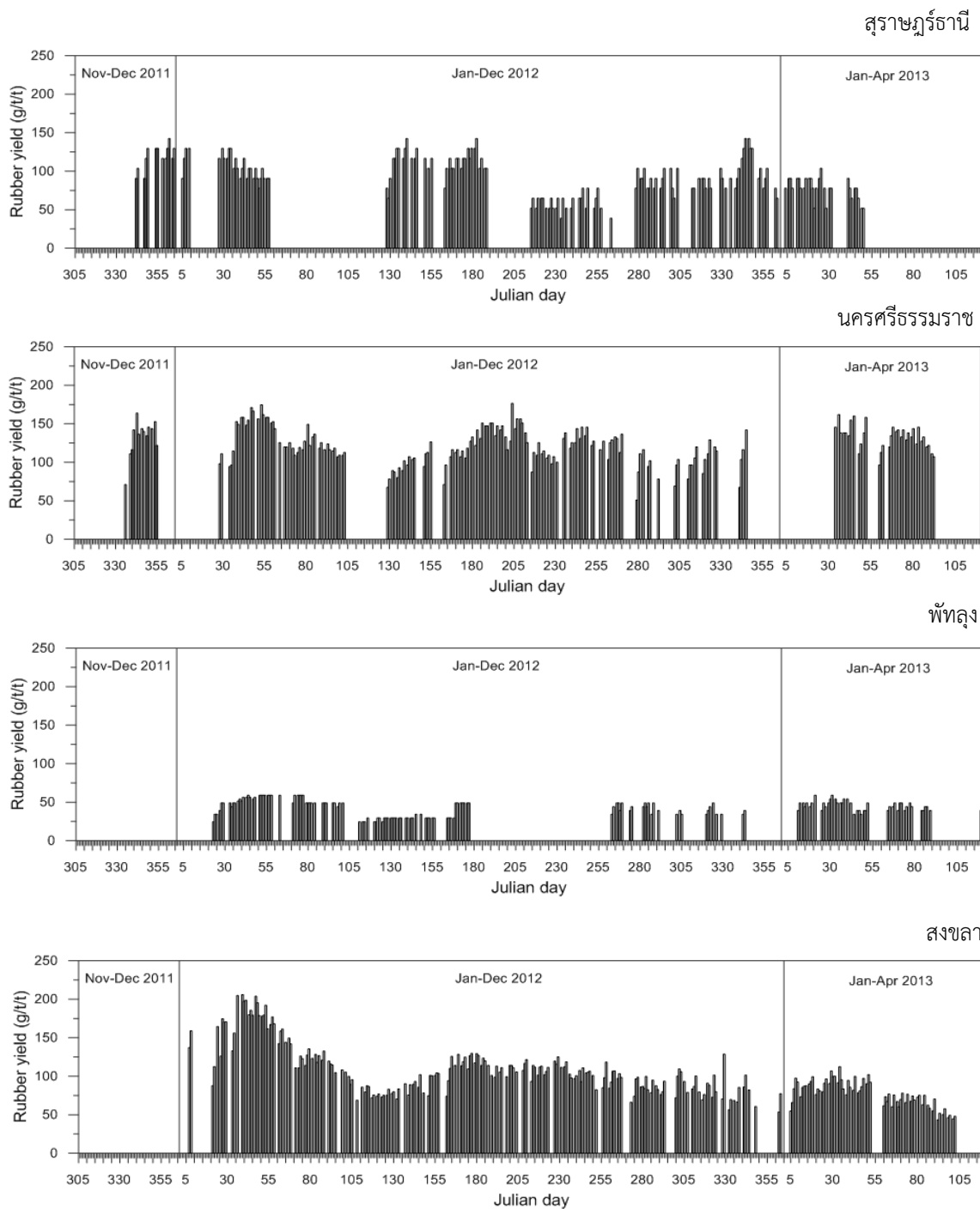


รูปที่ 4.52 ความชื้นในดิน (เซนติเมตร) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2556 ในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย

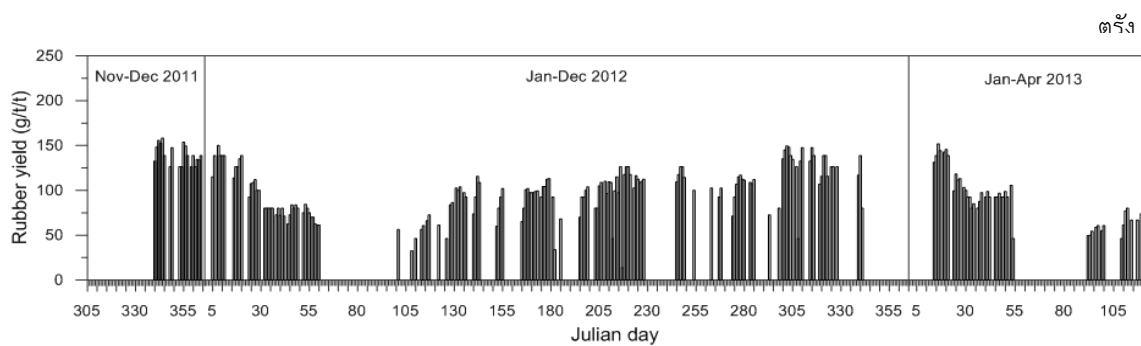
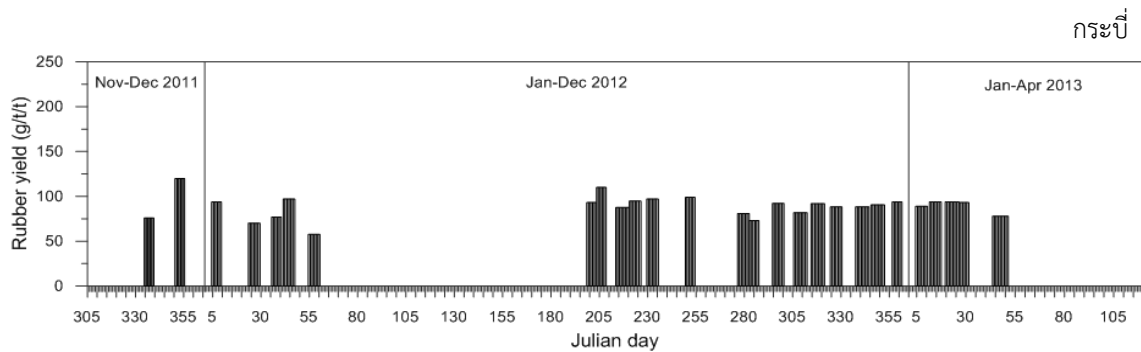
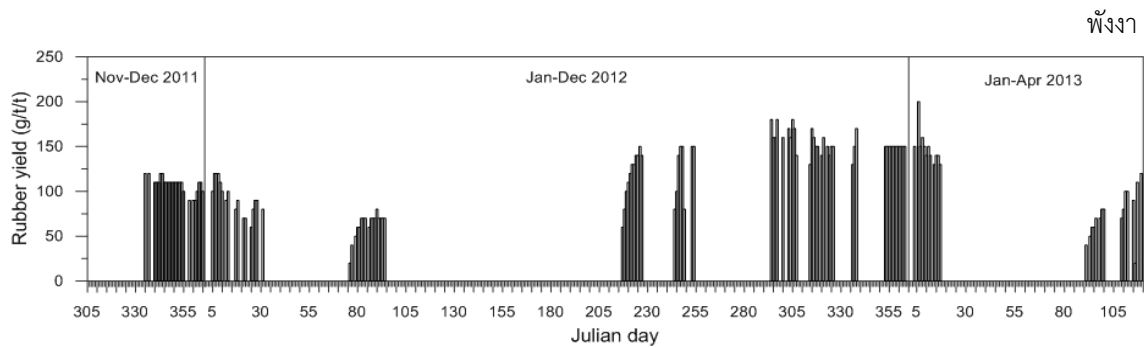
เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน



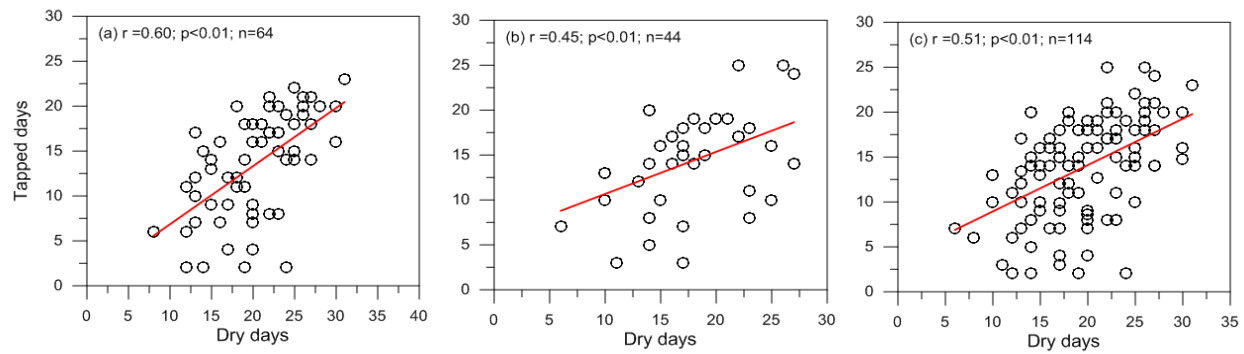
รูปที่ 4.53 ความชื้นในดิน (เซนติเมตร) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ในภาคใต้ฝั่งอันดามัน



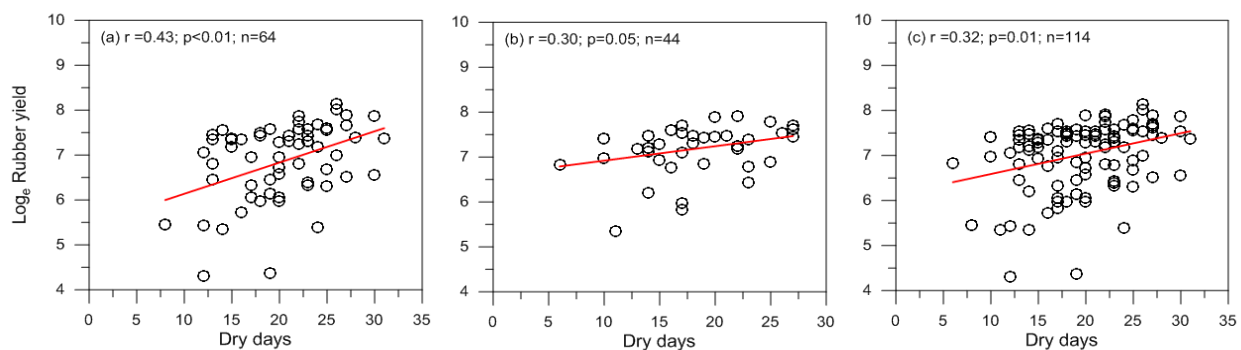
รูปที่ 4.54 ผลผลิตยางพารา (กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด) ประเมินจากน้ำยางสดช่วงปลายปี 2554, ปี 2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา



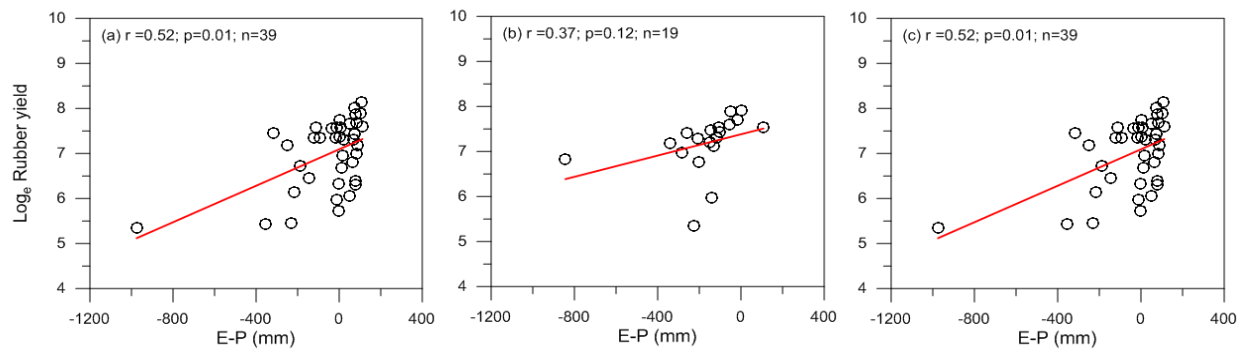
รูปที่ 4.55 ผลผลิตยางพารา (กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต) ประเมินจากน้ำยางสด ช่วงปลายปี 2554 ปี2555 และต้นปี 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพ้งา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง



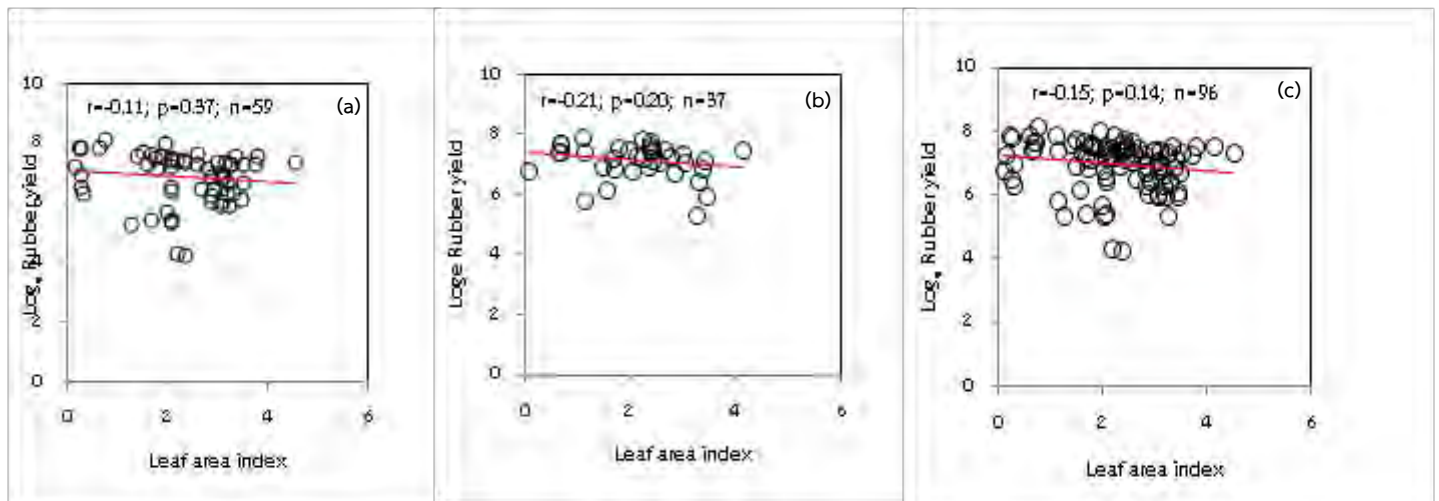
รูปที่ 4.56 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันกรีดได้และวันที่ไม่มีฝนตกของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจำนวนวันที่ไม่มีฝนตกของภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันที่กรีดได้และวันที่ไม่มีฝนตกกรรมระหว่างภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน



รูปที่ 4.57 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและจำนวนวันที่ฝนไม่ตกของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน



รูปที่ 4.58 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและ ค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (b)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ภาคใต้ฝั่งอันดามัน และ (c) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและค่า E-P ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน

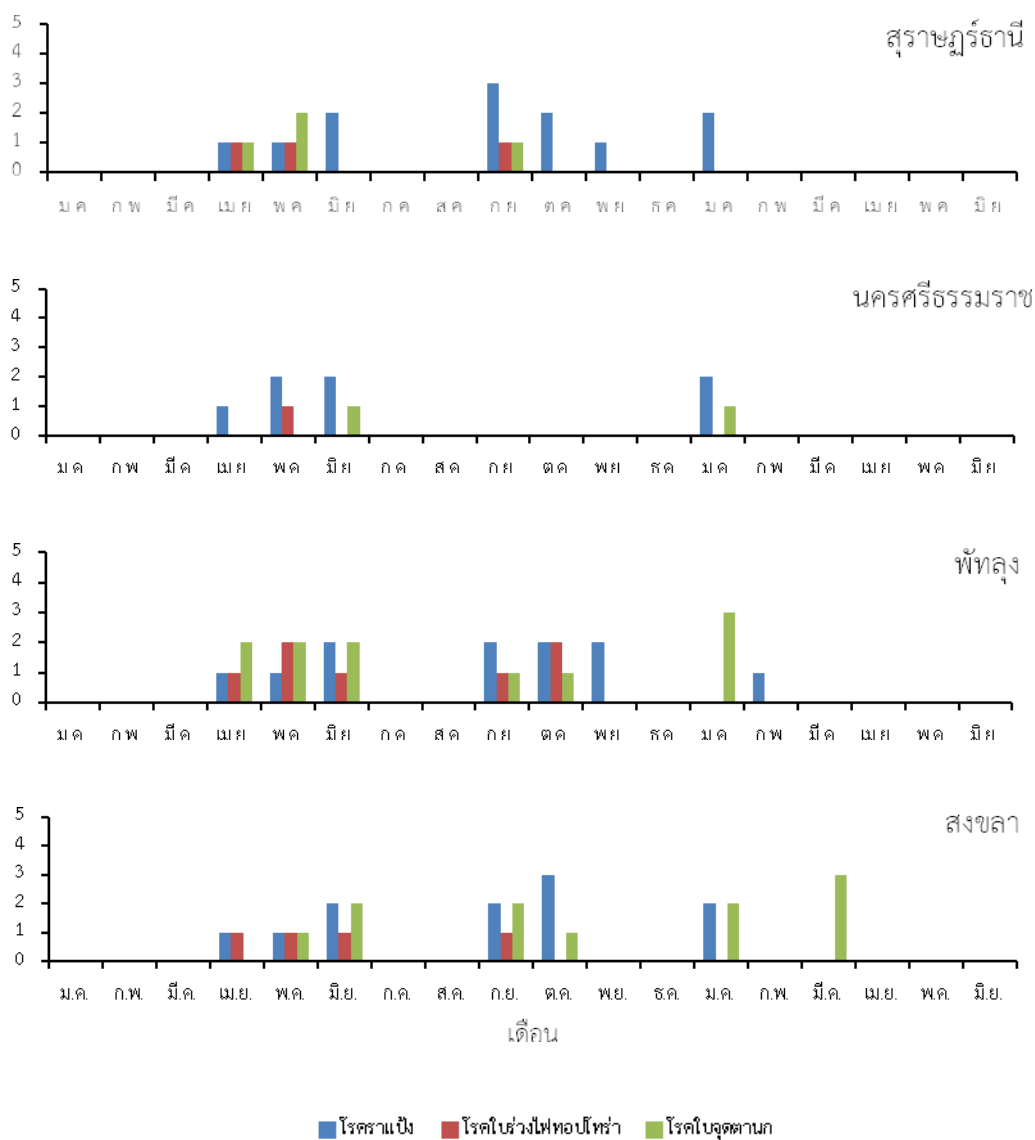


รูปที่ 4.59 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Leaf area index กับ Log_e Rubber yield ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (a) ภาคใต้ฝั่งอันดามัน (b) และรวมภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยกับฝั่งอันดามัน (c)

ตารางที่ 4.13 จำนวนวันกรีต และผลผลิตในช่วงปีกรีต (พฤษภาคม 2555 – เมษายน 2556) ในพื้นที่ศึกษาใน 7 จังหวัด

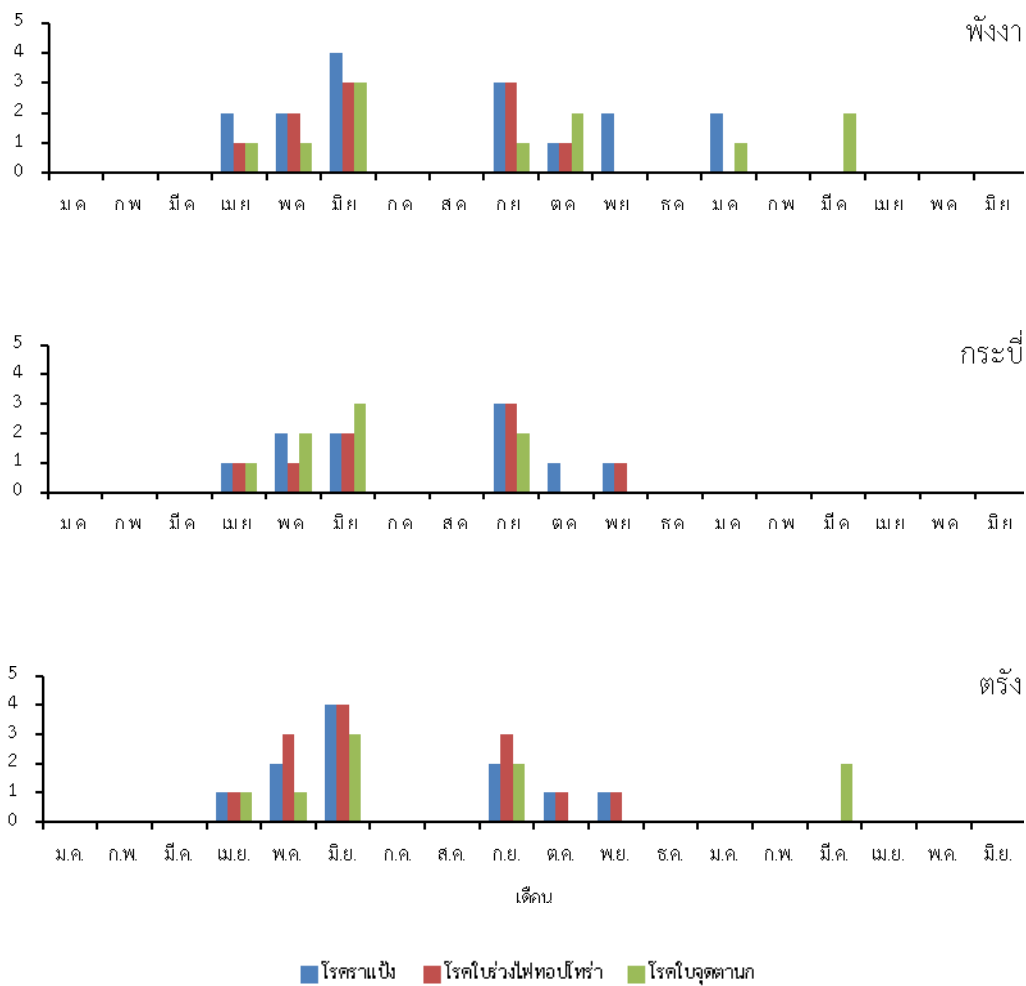
จังหวัด	พฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556	
	จำนวนวันกรีต	ผลผลิต (กก. /ไร่/ปี)
สุราษฎร์ธานี	135	83.27
นครศรีธรรมราช	141	424.01
พัทลุง	106	107.82
สงขลา	207	469.06
พังงา	86	78.17
กระบี่	122	244.83
ตรัง	155	388.85

การเกิดโรคในยางพาราของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย



รูปที่ 4.60 การเกิดโรคราแป้ง โรคไฟทอปโทรา และโรคใบจุดตานก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 ของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา

การเกิดโรคในยางพาราของภาคใต้ฝั่งอันดามัน

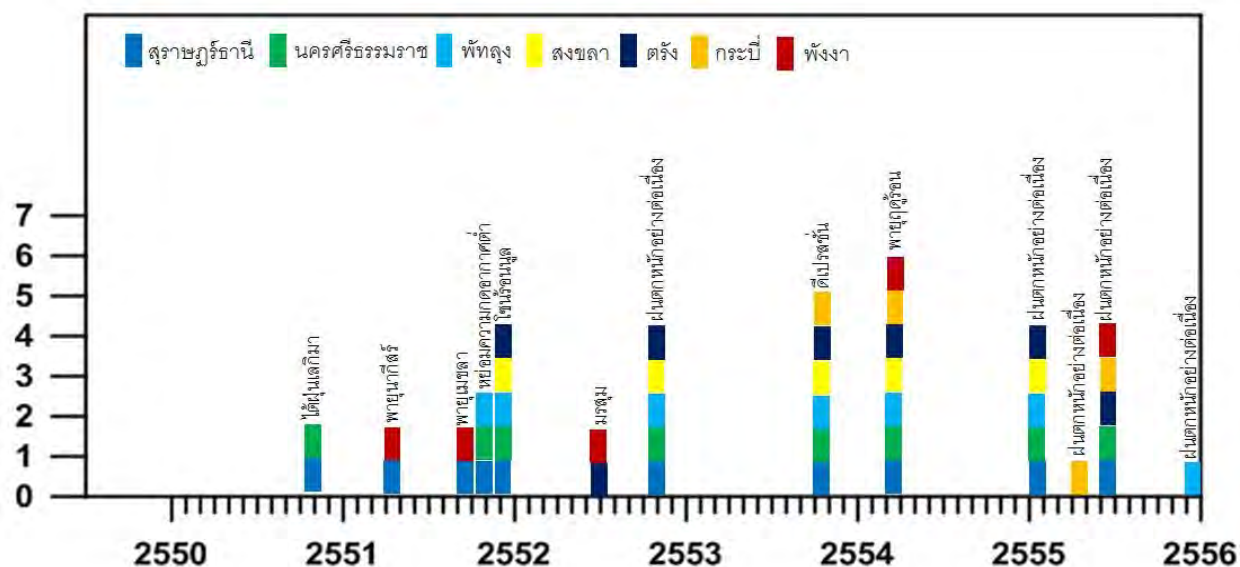


รูปที่ 4.61 การเกิดโรคราแป้ง โรคไฟทอปโทรา และโรคใบจุดตานก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 ของภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง

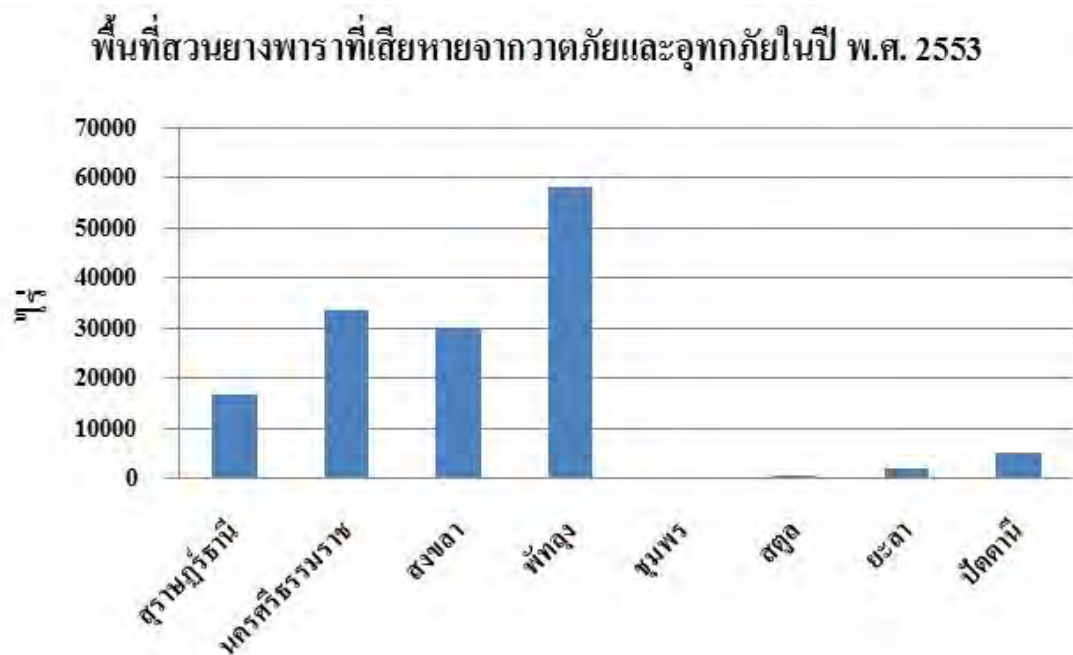
4.3 ผลกระทบและความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้

4.3.1 เหตุการณ์วาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้ (7 จังหวัด)

ภัยพิบัติทางลมฟ้าอากาศ รวมถึงอุทกภัยทั้งที่เกิดจากพายุโซนร้อน ดีเปรสชัน หย่อมความกดอากาศต่ำ และเหตุการณ์ฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลกระทบและสร้างความเสียหายต่อพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ภาคใต้ หลักฐานจากสถิติข้อมูลที่ได้บันทึกโดยหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องภัยพิบัติทางธรรมชาติ ระบุถึง เหตุการณ์อุทกภัยในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสวนยางพารามากถึง 8.3 ล้านไร่ หรือ 45% ของพื้นที่ปลูกยางทั้งหมดของประเทศ มีความถี่และความรุนแรงเพิ่มขึ้นในช่วง 5-6 ปีที่ผ่านมา (รูปที่ 4.62) จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า จ.สุราษฎร์ธานี เป็นจังหวัดที่เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติสูงสุด 10 เหตุการณ์ในรอบ 7 ปี รองลงมา คือ จ.นครศรีธรรมราช 8 เหตุการณ์ จ.พัทลุงและตรัง 7 เหตุการณ์ จ.พังงา และสงขลา 5 เหตุการณ์ โดยที่ จ.กระบี่ เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติน้อยที่สุด 4 เหตุการณ์ เหตุการณ์วาตภัยและอุทกภัยเฉพาะที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 ได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่สวนยางพาราใน 9 จังหวัด ประกอบด้วยนครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง สงขลา ชุมพร ปัตตานี ยะลาและสตูล รวมพื้นที่ประมาณ 145,988 ไร่ (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2553) ส่งผลให้มีการโค่นล้มของต้นยางพาราเป็นพื้นที่บริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง โดยพื้นที่ในจังหวัดพัทลุง ได้รับความเสียหายสูงสุด ประมาณ 10% ของพื้นที่ปลูกยางทั้งหมดของจังหวัด (รูปที่ 4.63)



รูปที่ 4.62 พื้นที่ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติน้อยระหว่างปี พ.ศ. 2550-2556 ใน 7 จังหวัดภาคใต้

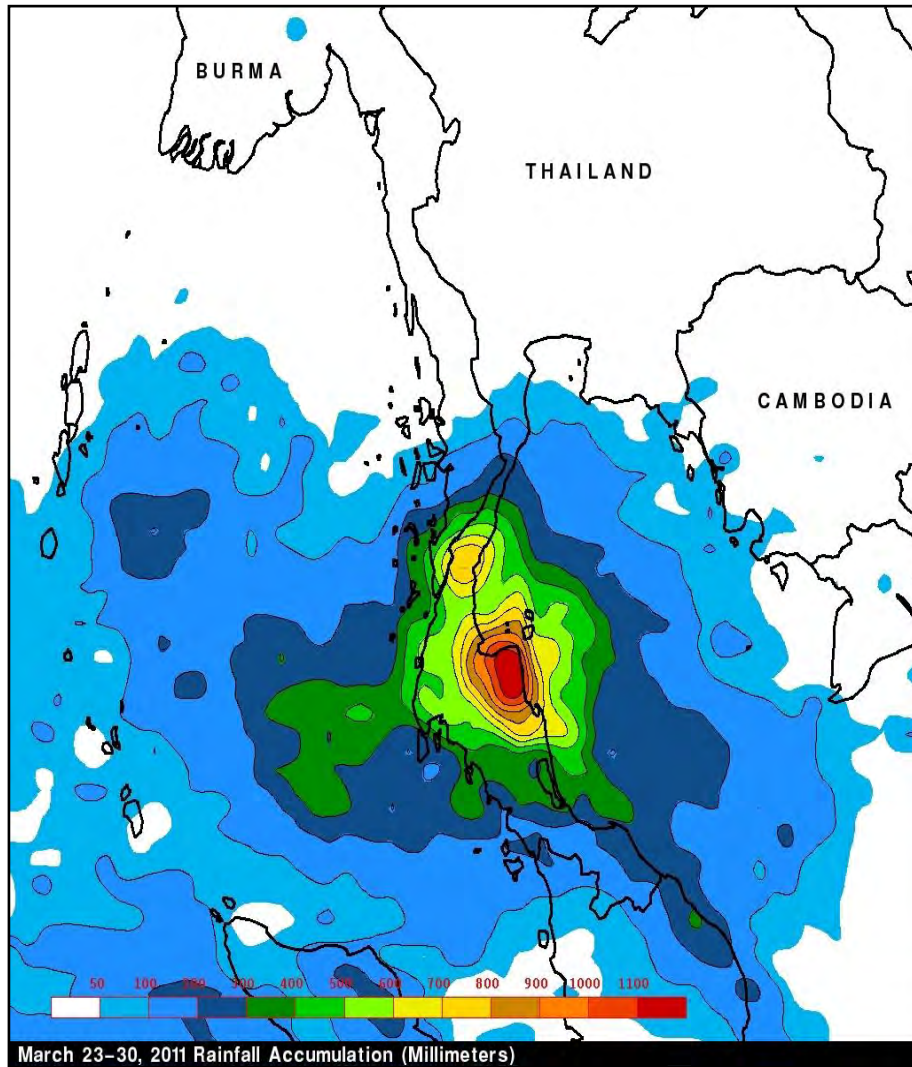


รูปที่ 4.63 พื้นที่สวนยางพาราที่เสียหายจากवादภัยและอุทกภัยในปี พ.ศ. 2553

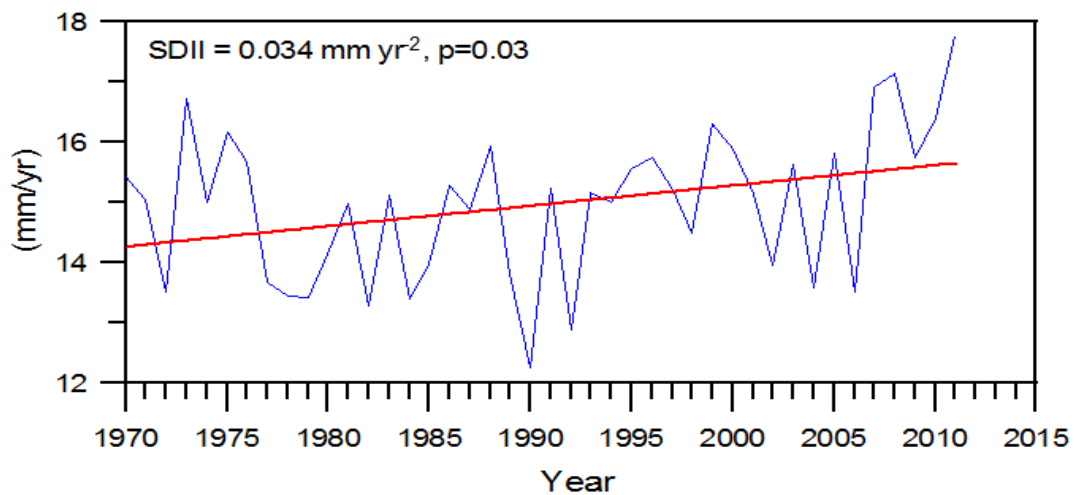
ถัดจากนั้นเพียงหนึ่งปี ได้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ผิดปกติที่ฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูร้อน ซึ่งปริมาณฝนสะสมเพียงแค่ 8 วัน (23-30 มีนาคม 2554) มีค่าสูงมากกว่า 600 มิลลิเมตรครอบคลุมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และบางส่วนของจังหวัดกระบี่และพัทลุง (รูปที่ 4.64) โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2554) ได้สรุปรายงานสถานการณ์อุทกภัยทางภาคใต้ในช่วงเดือนมีนาคม 2554 ว่าได้สร้างความเสียหายใน 10 จังหวัดภาคใต้ (นครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี ตรัง ชุมพร สงขลา กระบี่ พังงา สตูลและนราธิวาส) ครอบคลุมพื้นที่ 100 อำเภอ 646 ตำบล 4,229 หมู่บ้าน ราษฎรเดือดร้อน 581,085ครัวเรือน ผู้ประสบภัย 2,009,134 คน พื้นที่ด้านการเกษตรเสียหายประมาณ 1,049,634 ไร่ ทั้งนี้ ความเสียหายในภาพรวมของสวนยางพาราที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยและดินถล่มที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์เมื่อเดือนมีนาคม 2554 ในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ (พังงา กระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุงและสงขลา) มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 417,707,939 บาท ยางพาราเสียหายมาต่ำกว่า 1,146,013 ต้น

แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์อุทกภัยในภาคใต้ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความรุนแรงของฝน ซึ่งผลการศึกษา พบว่าบางดัชนีของสภาวะความรุนแรงของฝน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างนัยสำคัญ ที่บ่งชี้ถึงลักษณะด้านต่าง ๆ ของสภาวะความรุนแรงของฝนมีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ปริมาณฝนรวมรายปีในภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 18 มิลลิเมตรต่อทศวรรษ ในรอบ 42 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2513-2554) ในขณะที่จำนวนวันฝนตกมรายปี มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอัตรา 2.9 วันต่อทศวรรษ การเปลี่ยนแปลงที่ตรงกันข้ามดังกล่าว ส่งผลให้ความแรงของฝนเฉลี่ยรายวันในภาคใต้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอัตรา 0.34 มิลลิเมตรต่อวันต่อทศวรรษ (รูปที่ 4.65) โดยการเปลี่ยนแปลงความแรงของฝน เกิดขึ้นควบคู่กับการเพิ่มขึ้น

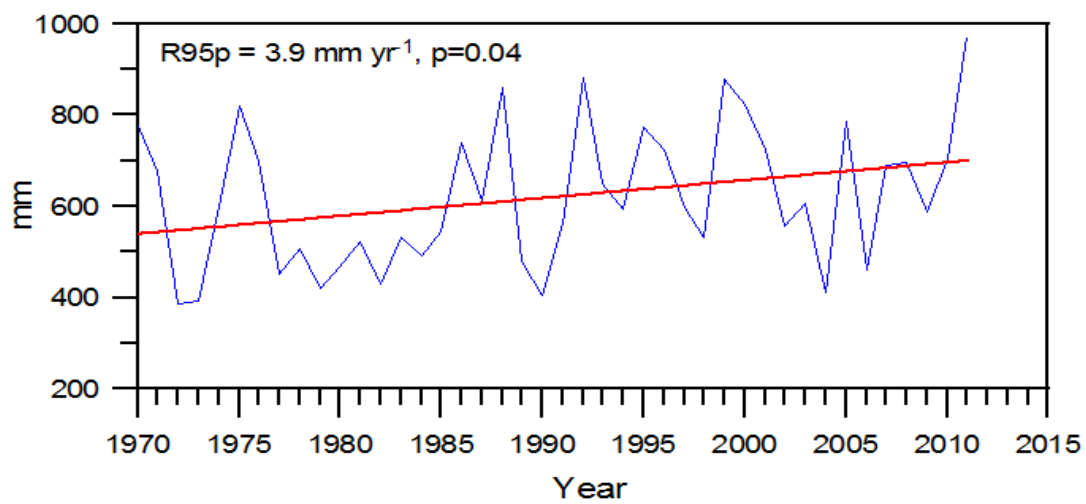
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากเหตุการณ์ฝนตกหนักซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้น 3.9 มิลลิเมตรต่อปี (รูปที่ 4.66) และการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของดัชนีระยะเวลาฝนตกอย่างต่อเนื่อง โดยสรุปแล้ว สภาวะความรุนแรงของฝนในภาคใต้ มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกลดลง แต่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักและความแรงของฝนกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่บ่งชี้ถึงความถี่และความแรงของเหตุการณ์อุทกภัยในภาคใต้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจของการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความรุนแรงของฝนที่อาจส่งผลกระทบต่อการตอบสนองที่ผิดปกติของยางพารา คือ ปริมาณฝนในเดือนมีนาคมซึ่งปกตินับว่าเป็นฤดูแล้งในภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่มากกว่า 99% ในอัตรา 3.2 มิลลิเมตรต่อปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2513-2554 (รูปที่ 4.67) โดยปริมาณฝนในเดือนมีนาคมของปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดูร้อน เพิ่มขึ้นประมาณ 730 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง ปี พ.ศ. 2513-2554 หรือในระดับปริมาณฝน ที่เกิดขึ้นหนึ่งครั้งในรอบ 1000 ปี (1000 year return period)



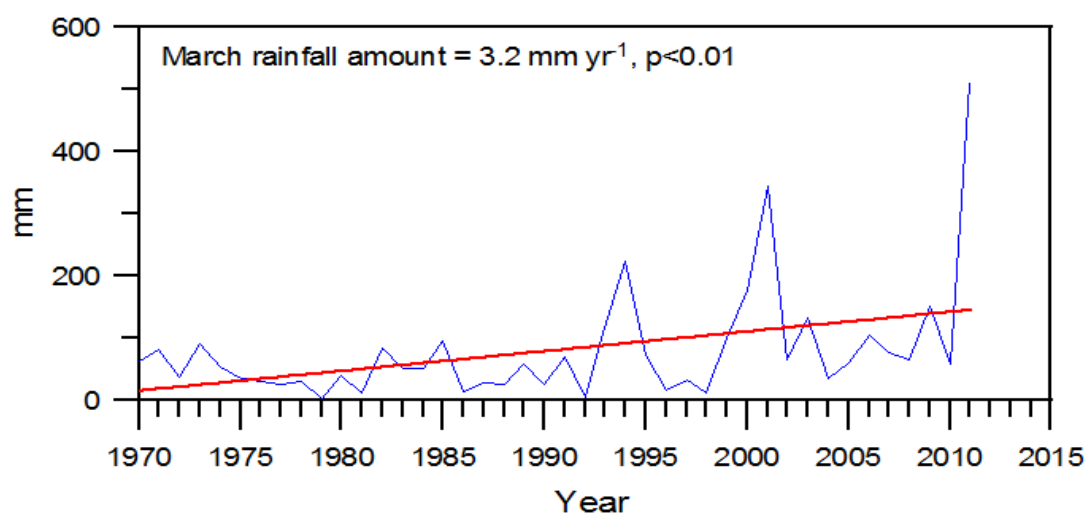
รูปที่ 4.64 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงปริมาณฝนสะสมในบริเวณพื้นที่ภาคใต้ ในช่วง 23-30 มีนาคม 2554



รูปที่ 4.65 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความแรงของฝน (Simple Daily Intensity Index; SDII) ในภาคใต้



รูปที่ 4.66 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีปริมาณฝนที่เกิดจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก (R95p) ในภาคใต้



รูปที่ 4.67 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมในเดือนมีนาคม ในพื้นที่ภาคใต้

4.3.2 ความเสียหายของสวนยางพาราในพื้นที่จังหวัดพัทลุงจากเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยใน ปี พ.ศ. 2553-2554

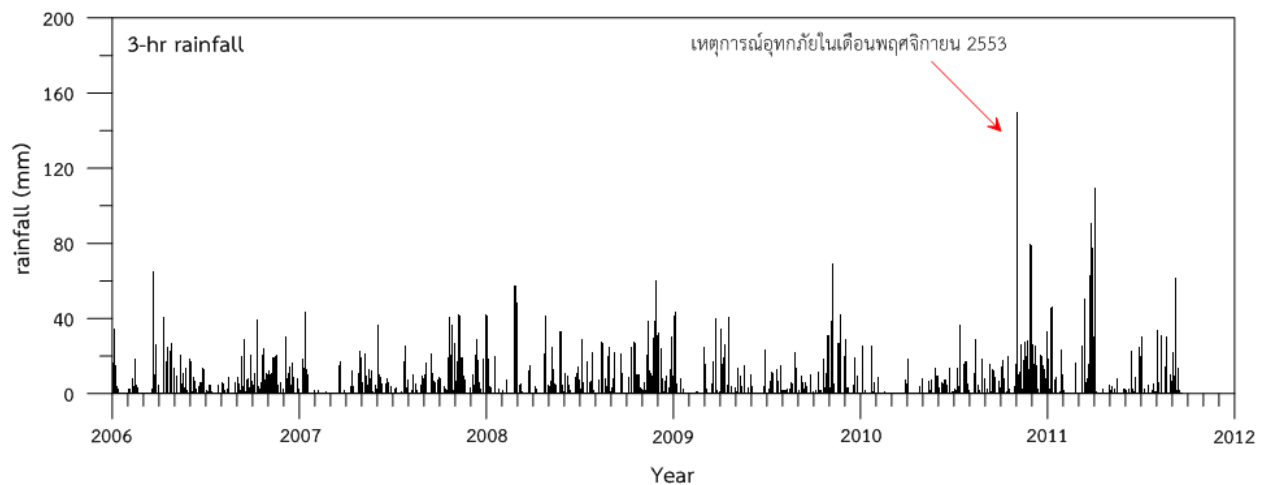
จังหวัดพัทลุง ได้ถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่นำร่องในจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหาย ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดพัทลุง เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างชายฝั่งด้านอ่าวไทยและอันดามัน รวมถึงมีความถี่สูงขึ้นต่อการได้รับผลกระทบจากอุทกภัย วาตภัย ดินโคลนถล่ม ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราเป็นข้อมูลรายบุคคล ที่รวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง จ.พัทลุง เป็นข้อมูลในช่วงที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 และปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2554

สำหรับเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 พบว่า ปัจจัยหลักทางภูมิอากาศที่มีส่วนทำให้เกิดเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 มีสภาวะรุนแรงกว่าปกติ คือ ปริมาณฝนและความเร็วลม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนและความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง พบว่า ช่วงที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณฝนและความเร็วลมสูงสุดในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2006-2012 โดยปริมาณฝนและความเร็วลมในช่วงเวลา 22.00 น. ของวันที่ 1 พฤศจิกายน ถึงเวลา 04.00 น. ของวันที่ 2 พฤศจิกายน มีค่า 149.6 mm และ 30 khot ตามลำดับ (รูปที่ 4.68 และ 4.69) และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและความเร็วลมราย 3 ชั่วโมงในรูปของ Z-score ปรากฏว่า ปริมาณฝนและความเร็วลมในช่วง 22.00 น. วันที่ 1 พฤศจิกายน ถึงเวลา 04.00 น. วันที่ 2 พฤศจิกายน 2553 หรือช่วงระยะเวลาเพียงแค่ 6 ชั่วโมง มีค่าผิดปกติจากสภาพปกติอย่างมีนัยสำคัญ (Z-score ของฝน=37.6 และ z-score ของความเร็วลม=10.6) กล่าวคือ มีปริมาณฝนตกหนักร่วมกับเกิดความเร็วลมรุนแรงอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาไม่นาน (รูปที่ 4.70) ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าว มีลักษณะ ‘Short-lived extreme weather’ ที่สามารถส่งผลกระทบอย่างรุนแรงและสร้างความเสียหายได้อย่างรวดเร็วและเป็นบริเวณกว้าง ในบริบทของความอ่อนแอ (vulnerability) และความยืดหยุ่นของระบบนิเวศน์ (Ecosystem resilience) รูปที่ 4.70 ยังสื่อให้เห็นระดับความรุนแรงของฝนและความเร็วลมซึ่งเป็นปัจจัยร่วมที่กำหนดฟังก์ชันของ Hazard ของเหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 มีค่าสูงผิดปกติเกินกว่า Ecosystem resilience หรือ Threshold ของระบบนิเวศน์ที่จะสามารถรองรับแรงกดดันจากปัจจัยคุกคามภายนอกได้ นอกจากนี้ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ได้เกิดเหตุการณ์ผิดปกติที่ฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูร้อน ซึ่งปริมาณฝนสะสมเพียงแค่ 8 วัน (23-30 มีนาคม 2554) มีค่าสูงมากกว่า 600 มิลลิเมตร ครอบคลุมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และบางส่วนของจังหวัดกระบี่และพัทลุง (รูปที่ 4.64)

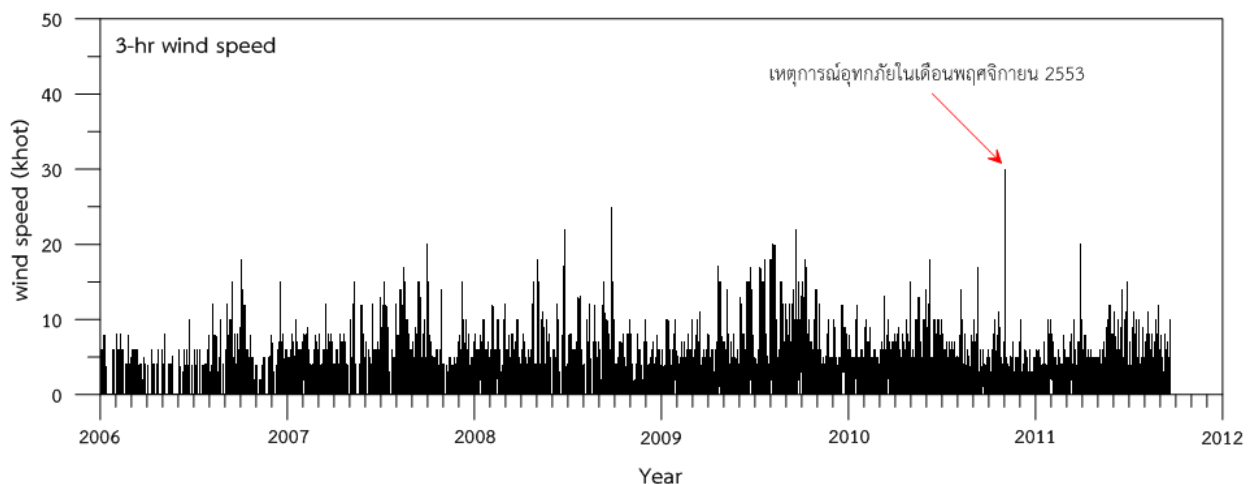
ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราที่ได้รับรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง จ.พัทลุง ได้ผ่านการทดสอบคุณภาพ โดยข้อมูลมีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ดี ดังจะเห็นได้จากข้อมูลจำนวนต้นยางพาราเสียหายและข้อมูลจำนวนเงินชดเชย มีความสอดคล้องกันในระดับสูง ซึ่งความสัมพันธ์ของทั้งสองข้อมูลมีค่าเท่ากับ $= 0.89$ (รูปที่ 4.71)

จากการศึกษา พบว่า ในพื้นที่ 11 อำเภอของ จ.พัทลุง มี 511 หมู่บ้าน 62 ตำบล ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ปี พ.ศ.2553-2554 ทั้งนี้ จำนวนหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบคิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดใน จ.พัทลุง และเมื่อพิจารณาสัดส่วนหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบกับจำนวนหมู่บ้านในแต่ละอำเภอ พบว่า อ.ป่าพะยอม และ อ.บางแก้ว เป็นอำเภอที่มีพื้นที่สวนยางพาราได้รับผลกระทบครบทุกหมู่บ้าน (34 และ 28 หมู่บ้านตามลำดับ) พื้นที่

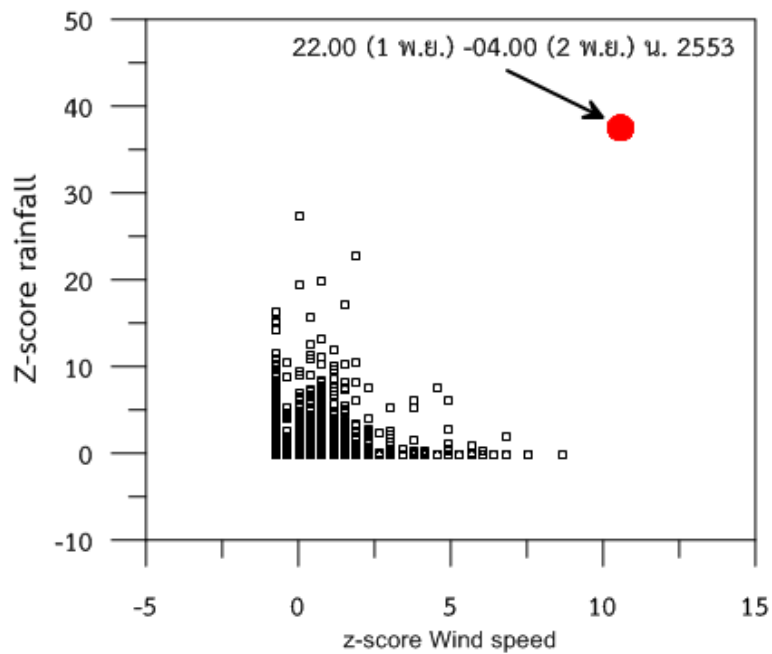
อ.ควนขนุน ได้รับผลกระทบ 113 หมู่บ้าน จาก 116 หมู่บ้าน หรือคิดเป็นร้อยละ 97 ของพื้นที่ ในขณะที่ อ.ตะโหนด เป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนจำนวนหมู่บ้านได้รับผลกระทบน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 56 ของพื้นที่ (ตารางที่ 4.14) นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเดือนพฤศจิกายน ปี 2553 และปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี 2554 ส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราได้รับผลกระทบทั้งสิ้น 14,242 คน โดยที่ อ.ควนขนุน เป็นพื้นที่ที่มีเกษตรกรชาวสวนยางพาราได้รับผลกระทบมากที่สุดจำนวน 5,933 คน รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 2,985 คน และ อ.เมือง 1,325 คน ซึ่งจำนวนเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่ได้รับผลกระทบใน 3 อำเภอดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 72 ของจำนวนเกษตรกรประสพภัยทั้งหมด โดยที่ อ.ตะโหนด อ.กงหรา และ อ.ศรีนครินทร์ เป็นพื้นที่ที่มีจำนวนเกษตรกรได้รับผลกระทบน้อยที่สุด 287 คน (รวม 3 อำเภอ) หรือคิดเป็นร้อยละ 3 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด



รูปที่ 4.68 ปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดผิวพื้น ณ จังหวัดพัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ.2006-2012



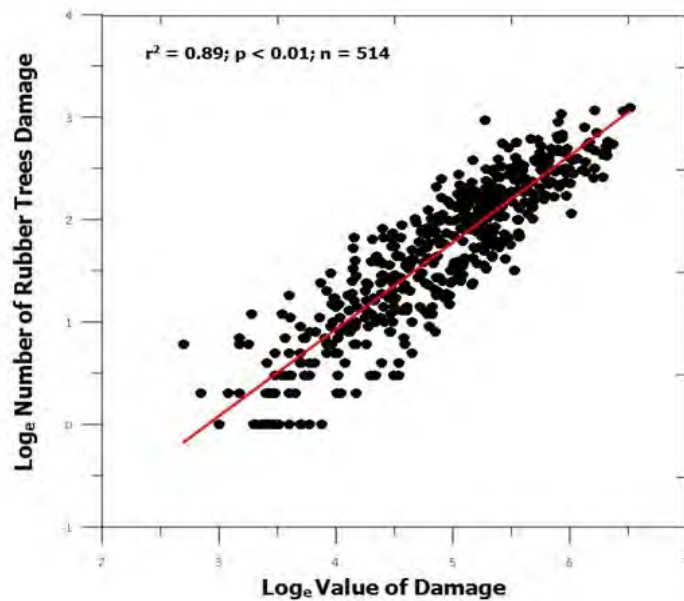
รูปที่ 4.69 ความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดผิวพื้น ณ จังหวัดพัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ.2006-2012



รูปที่ 4.70 ค่า Z-score ปริมาณฝนและความเร็วลมราย 3 ชั่วโมง จ.พัทลุง ในช่วงระหว่างปี ค.ศ.2006-2012

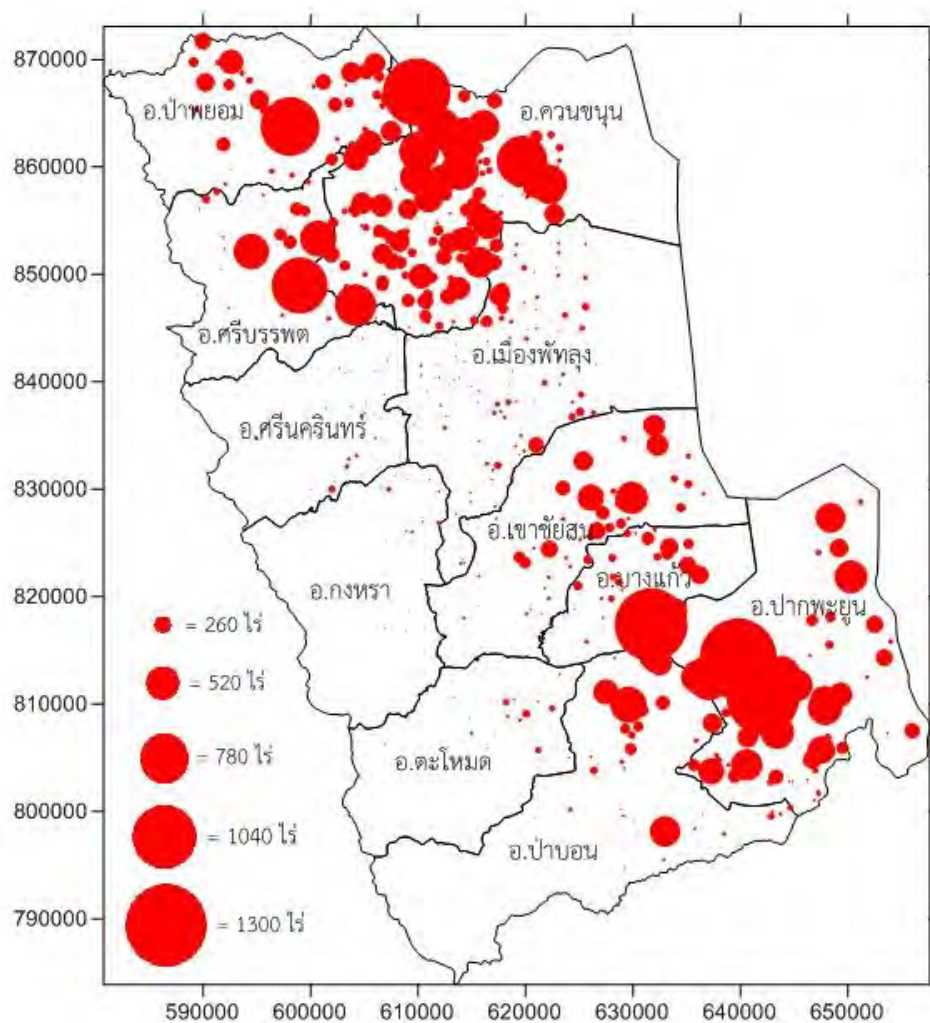
ตารางที่ 4.14 จำนวนหมู่บ้านและเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ปี พ.ศ.2553-2554 จ.พัทลุง

อำเภอ	หมู่บ้าน (บ้าน)	หมู่บ้านได้รับผลกระทบ (บ้าน)	เกษตรกรได้รับผลกระทบ (คน)
1. กงหรา	26	22	100
2. เขาชัยสน	53	42	800
3. ควนขนุน	116	113	5,933
4. ตะโหมด	32	18	74
5. บางแก้ว	28	28	573
6. ปากพะยูน	60	57	2,985
7. ป่าบอน	45	36	997
8. ป่าพะยอม	34	34	823
9. เมือง	138	108	1,325
10. ศรีนครินทร์	37	27	113
11. ศรีบรรพต	29	26	519



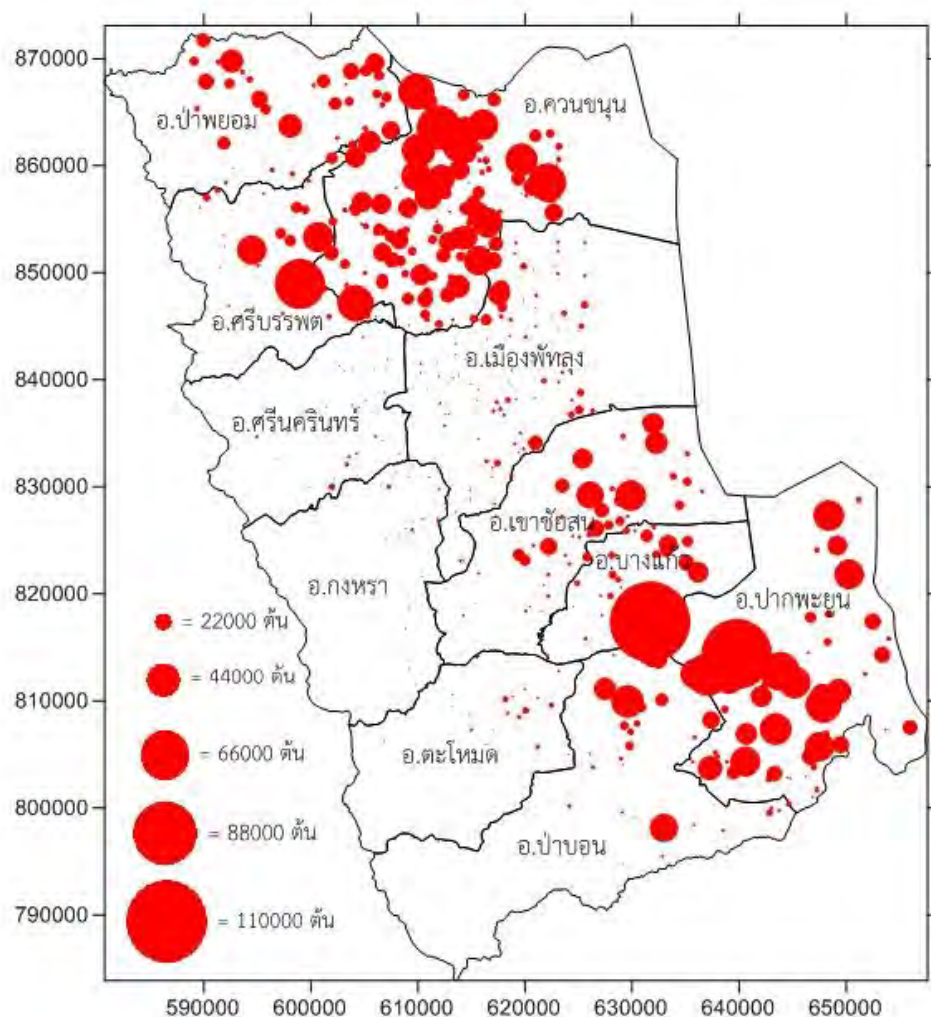
รูปที่ 4.71 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นยางพาราเสียหายกับจำนวนเงินชดเชย จ.พัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่สวนยางพาราเสียหายในพื้นที่ จ.พัทลุง (รูปที่ 4.72) พบว่า มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหาย 67,819 ไร่ โดยที่ อ.ควนขนุน มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหายมากที่สุด 24,533 ไร่ รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 14,626 ไร่ พื้นที่สวนยางพาราเสียหายใน 2 อำเภอดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 58 ของจำนวนพื้นที่สวนยางพาราเสียหายทั้งหมด ในขณะที่ อ.กงหรา อ.ตะโหมด และ อ.ศรีนครินทร์ มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรวม 1,211 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของพื้นที่เสียหายทั้งหมด นอกจากนี้พื้นที่ อ.เขาชัยสน (4,979 ไร่) อ.บางแก้ว (4,024 ไร่) อ.ป่าบอน (4,601 ไร่) อ.ป่าพะยอม (6,054 ไร่) อ.เมือง (3,996 ไร่) และ อ.ศรีบรรพต (3,795 ไร่) โดยพื้นที่ 6 อำเภอ ได้รับความเสียหายทั้งสิ้น 27,449 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนพื้นที่สวนยางพาราเสียหายทั้งหมด



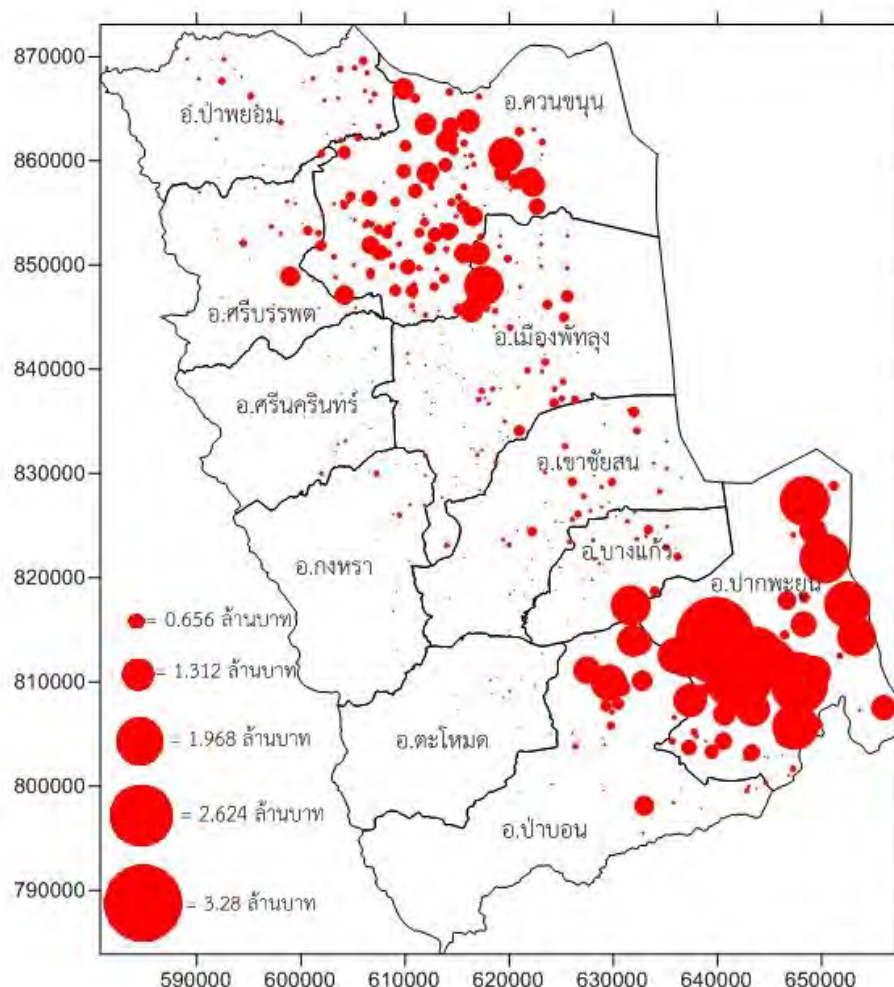
รูปที่ 4.72 พื้นที่สวนยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554

การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนต้นยางพาราเสียหายในพื้นที่ จ.พัทลุง (รูปที่ 4.73) พบว่า มีจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งสิ้น 5,213,259 ต้น โดยที่ อ.ควนขนุน มีจำนวนต้นยางพาราเสียหายมากที่สุดจำนวน 1,878,626 ต้น รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 1,123,880 ต้น โดยจำนวนต้นยางพาราเสียหายของ 2 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 58 ของจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งหมด นอกจากนี้พื้นที่ อ.เขาชัยสน (419,598 ต้น) อ.บางแก้ว (342,900 ต้น) อ.ป่าบอน (321,814 ต้น) อ.ป่าพยอม (417,756 ต้น) อ.เมือง (331,882 ต้น) และ อ.ศรีบรรพต (281,554 ต้น) โดยพื้นที่ 6 อำเภอ มีต้นยางพาราได้รับความเสียหายทั้งสิ้น 2,115,504 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 41 ของจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งหมด ในขณะที่ อ.กงหรา อ.ตะโหมด และ อ.ศรีนครินทร์ มีต้นยางพาราเสียหายรวม 95,245 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งหมด



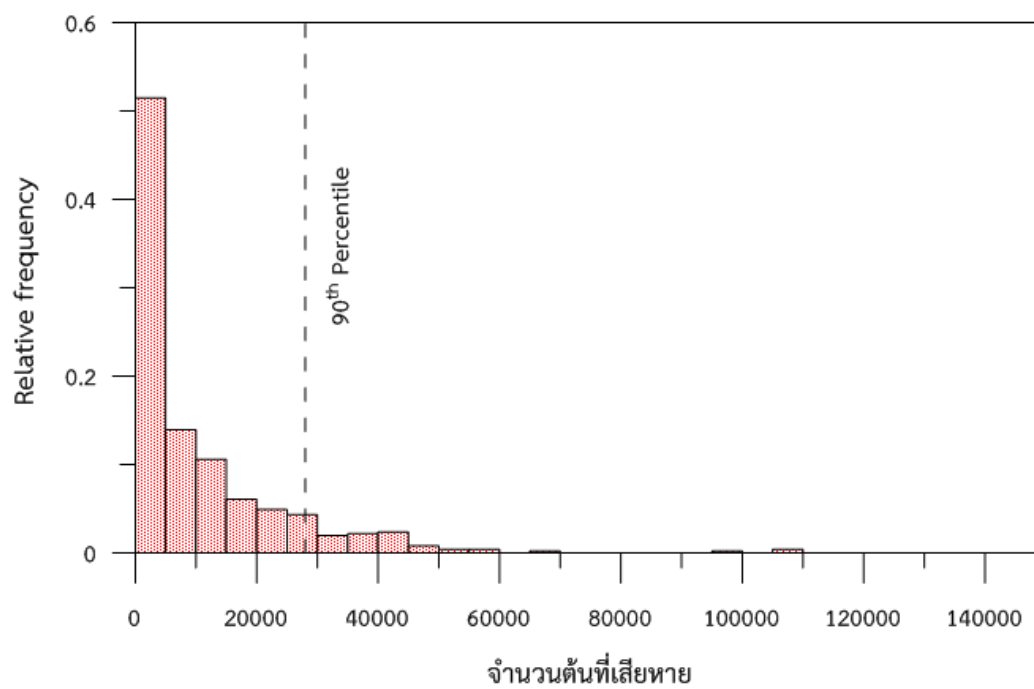
รูปที่ 4.73 จำนวนต๋นยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554

ผลการวิเคราะห์จำนวนเงินชดเชยสวนยางพาราในจังหวัดพัทลุงช่วงเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 และปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2554 พบว่า มีมูลค่าเงินชดเชยรวม 131 ล้านบาท โดยมีอำเภอที่ได้รับเงินชดเชยมากกว่า 10 ล้านบาท 4 อำเภอ คือ อ.ปากพะยูน ได้รับเงินชดเชยสูงสุดที่ 49,450,728 บาท รองลงมา คือ อ.ควนขนุน 37,945,470 บาท อ.เมือง 13,976,634 บาท และ อ.ป่าบอน 12,769,050 บาท คิดเป็นร้อยละ 87 ของมูลค่าเงินชดเชยรวม ในขณะที่ อ.กงหรา อ.เขาชัยสน อ.ตะโหมด อ.บางแก้ว อ.ป่าพะยอม อ.ศรีนครินทร์ และ อ.ศรีบรรพต มีมูลค่าจำนวนเงินชดเชยรวมกัน 17,708,782 บาท (รูปที่ 4.74)

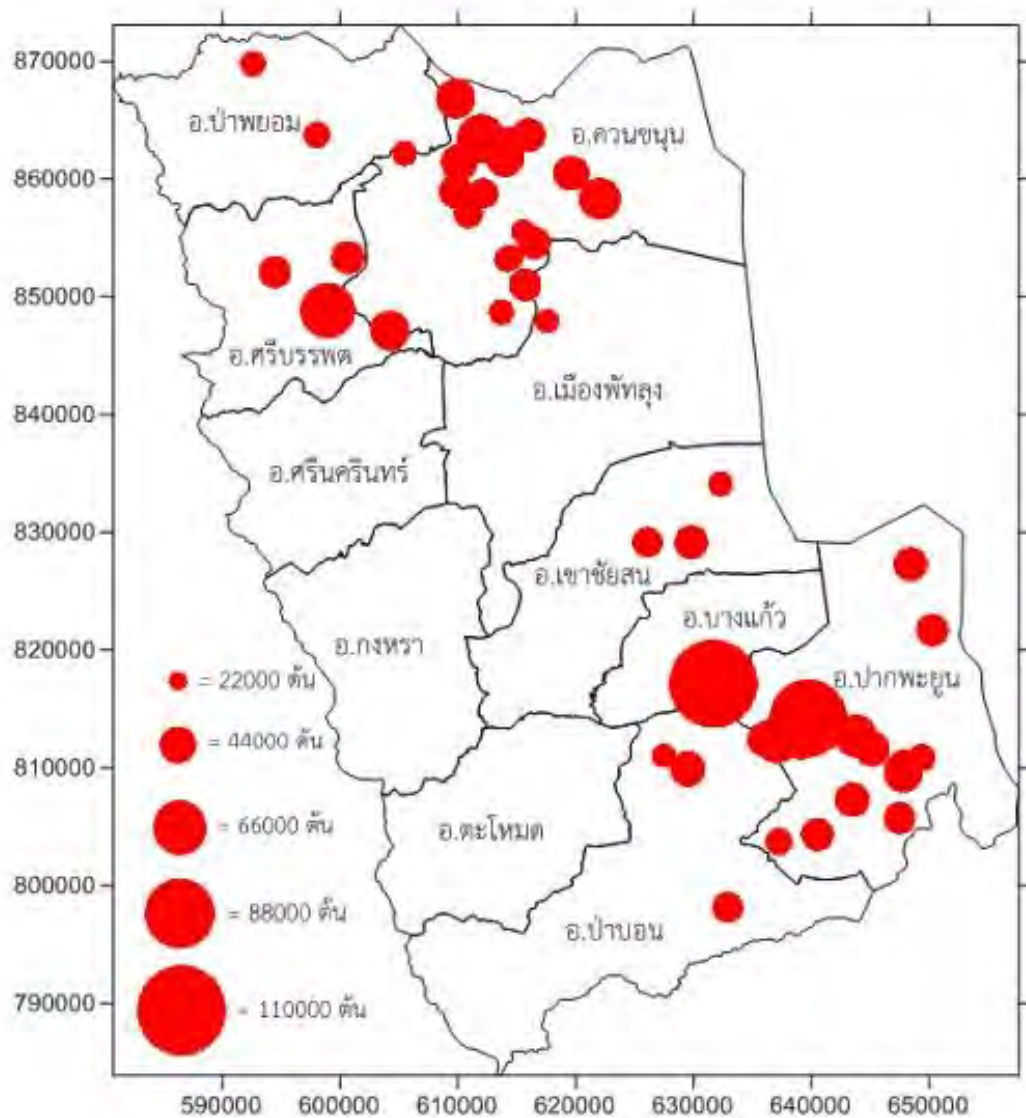


รูปที่ 4.74 มูลค่าเงินชดเชยสวนยางพาราเสียหายจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554

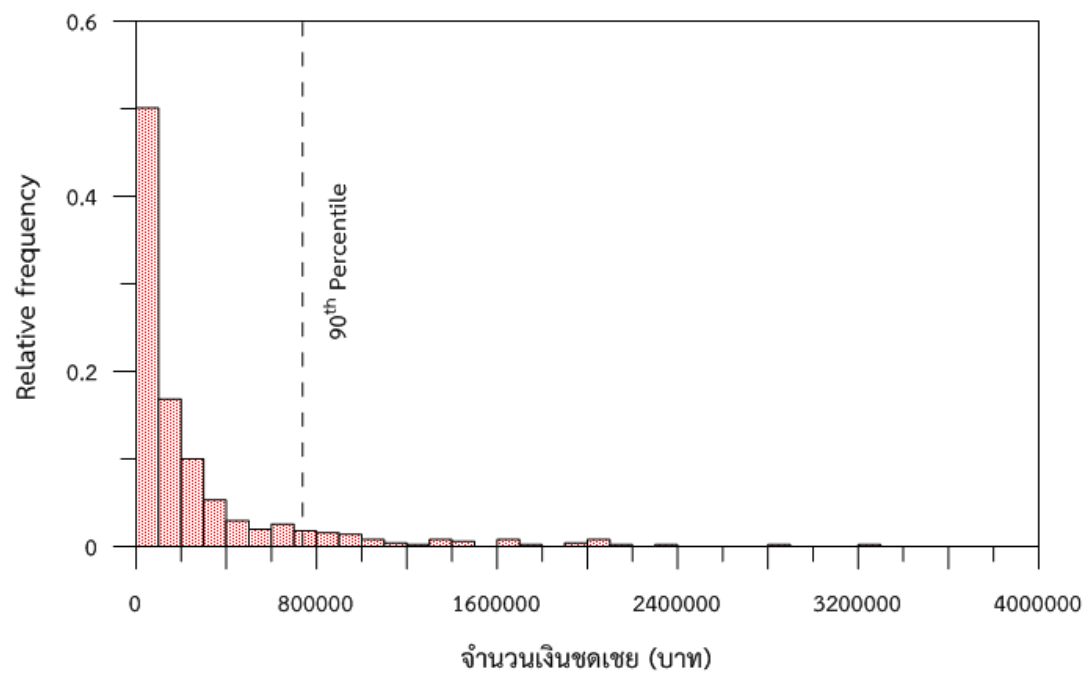
เมื่อพิจารณาถึงจำนวนต้นยางพาราเสียหายรายหมู่บ้านในระดับ 90th Percentile หรือมีจำนวนต้นยางพาราเสียหายมากกว่า 28,021 ต้นต่อหมู่บ้าน มีทั้งสิ้น 51 หมู่บ้าน 24 ตำบล 8 อำเภอ (รูปที่ 4.75) โดยพบที่ อ.ควนขนุน 22 หมู่บ้าน เสียหาย 856,322 ต้น อ.ปากพะยูน 16 หมู่บ้าน เสียหาย 700,324 ต้น อ.ศรีบรรพต 3 หมู่บ้าน เสียหาย 146,212 ต้น อ.ป่าบอน 3 หมู่บ้าน เสียหาย 109,218 ต้น อ.เขาชัยสน 3 หมู่บ้าน เสียหาย 105,805 ต้น อ.บางแก้ว 1 หมู่บ้าน เสียหาย 109,286 ต้น อ.ป่าพะยอม 2 หมู่บ้าน เสียหาย 61,143 ต้น และ อ.เมือง 1 หมู่บ้าน เสียหาย 28,449 ต้น (รูปที่ 4.76) นอกจากนี้ เมื่อทำการวิเคราะห์จำนวนเงินชดเชยรายหมู่บ้านในระดับ Percentile 90 หรือมีจำนวนเงินชดเชยมากกว่า 738,360 บาทต่อหมู่บ้าน มีทั้งสิ้น 51 หมู่บ้าน 20 ตำบล 6 อำเภอ (รูปที่ 4.77) พบที่ อ.ปากพะยูน 24 หมู่บ้าน เสียหาย 39,870,248 บาท อ.ควนขนุน 13 หมู่บ้าน 12,079,840 บาท อ.ป่าบอน 8 หมู่บ้าน 8,652,840 บาท อ.เมือง 4 หมู่บ้าน 4,313,888 บาท อ.บางแก้ว 1 หมู่บ้าน 1,632,870 บาท และ อ.ศรีบรรพต 1 หมู่บ้าน 789,490 บาท ตามลำดับ (รูปที่ 4.78)



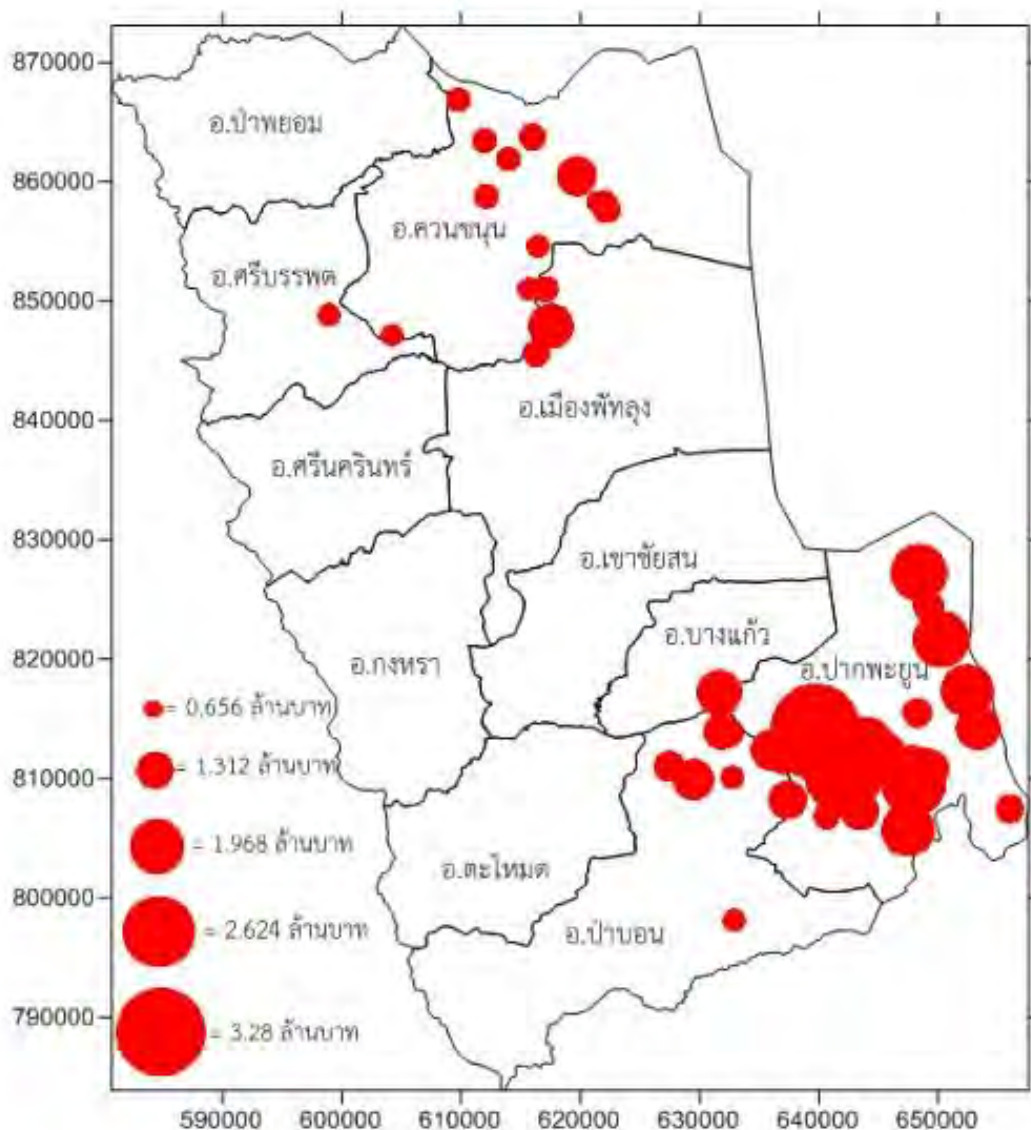
รูปที่ 4.75 จำนวนต้นยางพาราเสียหาย ระดับ 90th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554



รูปที่ 4.76 แผนที่จำนวนต๋นยงพอรลเลลยหย รลคับ 90th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554



รูปที่ 4.77 จำนวนเงินขดเชย ระดับ 90th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554



รูปที่ 4.78 แผนที่เงินชดเชยสวนยางพาราเสียหาย ระดับ 90th Percentile จังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ.2553-2554

สำนักงานคลังจังหวัดพัทลุง (2553) ได้จัดทำข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดพัทลุง โดยพบว่า จังหวัดพัทลุงมีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด Gross Provincial Product (GPP) ปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่ารวมทุกสาขา 37,328 ล้านบาท โดยในสาขาการเกษตรมีมูลค่า 14,664 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 39 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจำนวนเงินชดเชยในช่วงเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดพัทลุง ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า สัดส่วนของจำนวนเงินชดเชยคิดเป็นร้อยละ 0.4 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และคิดเป็นร้อยละ 0.9 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเงินชดเชยกับผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาการเกษตร

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล

5.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์กับผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศในอดีตถึงปัจจุบัน ด้วยเทคนิคต่างๆ ทางสถิติเชิงพหุ เพื่ออธิบายความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ภาคใต้ และความเชื่อมโยงกับโหมดภูมิอากาศที่สำคัญระดับภูมิภาค ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศดังกล่าวและผลผลิตยางพาราในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ที่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีประเด็นสำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้าในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคใต้ มีลักษณะแบบมีค่าสูงสุดหนึ่งครั้งต่อวัน (Diurnal cycle) ซึ่งมักเกิดในช่วงตอนเช้า โดยความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้า มีการเคลื่อนตัวจากฝั่งอ่าวไทยสู่ฝั่งอันดามัน ซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของภูมิอากาศในพื้นที่คาบสมุทรที่ถูกขับเคลื่อนจากพลวัตรความร้อนพื้นผิว แสงอาทิตย์ที่ส่องลงมา และการเย็นตัวของพื้นดินและมหาสมุทรจากคลื่นความร้อน ผสมกับพลวัตรตามธรรมชาติของการไหลเวียนมวลอากาศที่ปฏิสัมพันธ์กันในระดับ Meso-scale ในพื้นที่ชายฝั่งและพื้นที่บริเวณเทือกเขา ทั้งนี้ ภายใต้บริบทการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณก๊าซเรือนกระจก คาดว่าความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้า อาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการกรีดยางพาราในภาคใต้เพิ่มขึ้น เนื่องจากข้อเท็จจริงที่ว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกในปัจจุบันและอนาคต เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความแปรปรวนในรอบวันของหยาดน้ำฟ้า และกลไกที่กำหนดความแปรปรวนดังกล่าวในพื้นที่คาบสมุทร ตลอดจนสถานะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในคาบเวลาความถี่สูงในเขตร้อน มีความผันแปรมากขึ้น

2. ความแปรปรวนตามฤดูกาลของตัวแปรภูมิอากาศ (อุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม) ในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศมากกว่า 85% สามารถอธิบายได้ด้วย EOF โหมดที่ 1 และ 2 ทั้งนี้ ความแปรปรวนตามฤดูกาลของฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม มีรูปแบบเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนที่แตกต่างกันของสภาพภูมิอากาศระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทยต่อการผันแปรของระบบลมมรสุมในรอบปี ดังนั้น ความแปรปรวนตามฤดูกาลที่แตกต่างกันดังกล่าว ย่อมส่งผลกระทบต่อตอบสนองทางสรีรวิทยา การพัฒนาการในรอบปีของยางพาราตลอดจนกิจกรรมการกรีดยางพารา ที่แตกต่างกันระหว่างฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย

3. สำหรับความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลถึงระหว่างปีของอุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์ ในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้นั้น ผลการศึกษา พบว่า มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซและระบบลมมรสุมเอเชีย (มรสุมฤดูร้อนและมรสุมฤดูหนาว) จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า ปรากฏการณ์เอนโซ นับเป็นโหมดความผันแปรพื้นฐานของระบบภูมิอากาศระดับภูมิภาค ที่ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนระหว่างปีของตัวแปรภูมิอากาศในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ โดยระบบลมมรสุมเอเชีย เป็นอีกโหมดหนึ่งของความผันแปรตามฤดูกาลที่ช่วย Modulation ให้ความแปรปรวนระยะสั้นของลักษณะทางภูมิอากาศในพื้นที่ดังกล่าว มีความสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ปรากฏการณ์เอนโซและระบบลมมรสุมเอเชียน่าจะเป็นโหมดความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศในคาบเวลาตั้งแต่ฤดูกาลถึงหลายปี ที่ส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้

4. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีและระยะยาวในบริบทของสมดุลน้ำ ในรูปความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P) แสดงถึงแนวโน้มการสะสมของปริมาณฝนมากกว่าอัตราการระเหยของน้ำในช่วงปี ค.ศ. 1982-2011 โดยความแปรปรวนระหว่างปีของความแตกต่างระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝนทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีเอนโซ่ กล่าวคือ ความแตกต่างรายปีระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน มีค่าต่ำกว่าปกติหรือมีปริมาณฝนในสัดส่วนที่มากกว่าอัตราการระเหย ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña แต่กลับมีค่าตรงกันข้าม ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño

5. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ซึ่งเป็นความแปรปรวนในระดับ Second order moment พบว่า การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของ Variance ของปริมาณหยาดน้ำฟ้า มีลักษณะแบบ Bi-mode ซึ่งมีการผันแปรเชิงพื้นที่ที่ตรงกันข้ามระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งมีลักษณะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณหยาดน้ำฟ้าสะสมรายปี ทั้งนี้ ความแปรปรวนระหว่างปีของ Variance ของอุณหภูมิ ฝนและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ่ อย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศ

6. ผลการศึกษาที่สอดคล้องกันในข้อ 3, 4 และ 5 บ่งชี้ถึง ปรากฏการณ์เอนโซ่ ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ ทั้งในระดับ First และ Second order moment กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยและ Variance ของอุณหภูมิ เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño (La Niña) ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยและ Variance ของปริมาณฝนสะสมและความชื้นสัมพัทธ์ ลดลง (เพิ่มขึ้น) ในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño (La Niña)

7. การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของตัวแปรภูมิอากาศเมื่อพิจารณาตามรายสถานีในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้แล้ว พบรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่หลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละสถานี อย่างไรก็ตาม ลิมสกุลและคณะ (2556) วิเคราะห์ข้อมูลทุกสถานีในภาคใต้ทุกจังหวัด และพบว่าอุณหภูมิในภาพรวม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 1970-2009) โดยอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.76°C ในขณะที่ ปริมาณฝนรวมรายปีในภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 18 มิลลิเมตรต่อทศวรรษ แต่จำนวนวันฝนตกรวมรายปี มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอัตรา 2.9 วันต่อทศวรรษ

8. ดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนในบริเวณ 7 จังหวัดภาคใต้ มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สอดคล้องกันในพื้นที่บริเวณกว้าง โดยมีลักษณะทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงในอัตราที่ต่างกัน จากผลการวิเคราะห์ พบว่าดัชนีที่บ่งชี้ถึงปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก (R95p) มีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างตรงข้ามระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน สำหรับดัชนีที่แสดงถึงความแรงเฉลี่ยของฝน มีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับดัชนีปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก อัสมน ลิมสกุล และคณะ (2556) วิเคราะห์ข้อมูลทุกสถานีในภาคใต้ทุกจังหวัด และพบว่าสภาวะความรุนแรงของฝนในภาคใต้ มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกลดลง แต่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักและความแรงของฝนกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งชี้ถึงภาคใต้มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมฉับพลันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ อัสมน ลิมสกุล และคณะ (2556) ยังได้พบประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจของการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความรุนแรงของฝนในภาคใต้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการตอบสนองที่ผิดปกติของยางพารา คือ ปริมาณฝนในเดือนมีนาคมซึ่งปกตินับว่าเป็นฤดูแล้งในภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1970-2011 โดยปริมาณฝนในเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2011 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดู

ร้อน เพิ่มขึ้นประมาณ 730 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง ปี ค.ศ. 1970-2011 หรือในระดับปริมาณฝน ที่เกิดขึ้นหนึ่งครั้งในรอบ 1,000 ปี (1,000 year return period)

9. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราในรอบปีและตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปร (อุณหภูมิเฉลี่ย ฝน ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราการระเหยของน้ำ) ในแต่ละจังหวัด พบว่า ความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพารา ไม่มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับตัวแปรภูมิอากาศใดตัวแปรหนึ่ง แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 ซึ่งเป็นความแปรปรวนในรอบปีรวมของตัวแปรภูมิอากาศ 5 ตัวแปรที่สกัดด้วยเทคนิค EOF ผลการวิเคราะห์นี้ แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงซ้อนในลักษณะ Non-linear ที่ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราในรอบปีและตัวแปรภูมิอากาศ ควรพิจารณาในบริบทความแปรปรวนร่วมของหลายตัวแปรในระดับ Second order ที่มักซ่อนความสัมพันธ์อยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นในระดับ First order ของข้อมูลทั้งสองอนุกรม ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภูมิอากาศทั้ง 5 ตัวแปรดังกล่าว มีลักษณะตรงข้ามระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของระบบมรสุมเอเชียที่ส่งผลแตกต่างกันทั้งสองฝั่งดังปรากฏในรูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม นอกจากนี้ ความสัมพันธ์เชิงร่วมในรอบปีอย่างมีนัยสำคัญในระดับ Second order moment ยังปรากฏระหว่าง Time-varying amplitude ของ EOF โหมดที่ 2 ของ Variance ของตัวแปรภูมิอากาศหลายตัวแปรและอนุกรม Variance ของผลผลิตยางพารา ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกันดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่า ความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพาราในบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศทั้งในระดับ First order moment (ค่าเฉลี่ย) และ Second order moment (variance) ซึ่งความสัมพันธ์ มีลักษณะเชิงซ้อน โดยความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภูมิอากาศเป็นปัจจัยกำหนดระดับความสัมพันธ์ดังกล่าว

10. ความแปรปรวนตามฤดูกาลและระหว่างปีของผลผลิตยางพาราทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ในช่วงระยะเวลา ค.ศ. 2005-2010 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ่ กล่าวคือ ผลผลิตยางพาราในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มสูงกว่าปกติในช่วงเดือนที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ทั้งนี้ อาจเกิดจากปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ รวมทั้งความเร็วลม ที่ต่ำกว่าปกติในช่วงเหตุการณ์ El Niño ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อผลผลิตของยางพารา ประกอบกับจำนวนวันที่สามารถกรีดยางเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว ในขณะที่ ผลผลิตยางพาราในภาพรวมของ 7 จังหวัดภาคใต้ มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนที่เกิดเหตุการณ์ La Niña สืบเนื่องจากเกิดฝนตกชุกและความชื้นของอากาศเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อผลผลิตของยาง รวมทั้งส่งผลต่อจำนวนวันที่สามารถกรีดยางได้

11. ผลผลิตยางพารารวมรายปีในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ยังมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนในรูปจำนวนวันฝนตกรวมรายปี และดัชนีความแรงของฝนอย่างง่าย ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงถึงยางพารา มีผลผลิตที่สูงกว่าปกติในปีที่จำนวนวันฝนตกรวมรายปีน้อยกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนน้อยกว่าปกติ แต่ผลผลิตยางพารา กลับลดลงในปีที่มีวันฝนตกมากกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนเพิ่มขึ้น

5.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของยางพาราต่อความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลและรอบปี

จากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตยางพาราในภาคใต้ลดลง นำไปสู่การลดพื้นที่ของยางพาราลงได้ในอนาคต อันเนื่องจากการระบาดของโรคพืช เช่น โรครากขาว ที่ทำให้เกษตรกรต้องปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่น นอกจากนี้ปัจจัยอื่นคือ ปริมาณฝนที่ตกชุกภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้วันกรีดลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตของยางพาราลดลงไปด้วยสอดคล้องกับรายงานของ Satheesh and Jacob (2011) ซึ่งรายงานว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ผลผลิตของยางพาราลดลง 9-16 เปอร์เซ็นต์ Rao et. al. (1990) พบว่าอุณหภูมิสูง 35 องศาเซลเซียสมีผลทำให้ปากใบของยางพาราปิด และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบยางพาราลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตน้ำยางลดลง (Kositsup et. al., 2007) อิทธิพลของฝนที่ตกในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ใบอ่อนของยางพาราร่วงรวมถึงการเกิดโรคราแป้ง ในขณะที่อิทธิพลของฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้เกิดโรคไฟทอปทอรา และส่งผลต่อการร่วงของใบยางพาราเช่นกัน สำหรับค่าความชื้นในดินไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของยางพาราชัดเจน ยิ่งไปกว่านั้นแนวโน้มของสภาวะเศรษฐกิจลดลงที่ยังส่งถึงการพัฒนาของเศรษฐกิจโลกด้วย ทำให้กระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศผู้ผลิตที่ใช้ยางธรรมชาติ เช่น จีน ส่งผลให้ความต้องการยางธรรมชาติไม่สูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นปัญหาแรงงานของภาคใต้นับเป็นปัญหาใหญ่ในสภาวะปัจจุบัน เนื่องจากเกษตรกรชาวสวนยางอายุมากคือมีอายุอยู่ในช่วง 40-50 ปี ดังนั้นอนาคตจะขาดแรงงานคนกรีดยางรุนแรง นอกจากนี้ พัชร วิจิตรเดชะวงศ์ (2554) รายงานว่าแนวโน้มที่ในอนาคตภาคอีสานจะกลายเป็นแหล่งปลูกยางพาราที่มีการขยายตัวสูง เนื่องจากมีการขยายตัวมากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ปี 2544 - 2553) มีการขยายพื้นที่ปลูกถึงร้อยละ 24.2 ต่อปี เพราะมีแรงงานกรีดยางที่เป็นผู้มีประสบการณ์จากที่เคยไปรับจ้างกรีดยางจากภาคใต้ แล้วย้ายถิ่นฐานกลับมารับจ้างกรีดยางและปลูกยางในภาคอีสาน ดังนั้นถ้าปัญหาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในภาคใต้ยังคงรุนแรงต่อไป เกษตรกรจะหันไปปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น เนื่องจากกระแสความต้องการของพืชพลังงาน

5.3 ผลกระทบและความเสียหายจากวาตภัย อุทกภัยและดินโคลนถล่มในภาคใต้

การศึกษาความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภาคใต้ของประเทศไทยที่มีผลต่อการผลิตยางพารา ในส่วนการวิเคราะห์ผลกระทบและความเสียหายของยางพารา อันเนื่องมาจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศในรูปของวาตภัยและอุทกภัยในจังหวัดพัทลุง มีประเด็นสำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เหตุการณ์วาตภัยและอุทกภัยในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ มีความถี่และความรุนแรงเพิ่มขึ้นในช่วง 5-6 ปีที่ผ่านมา ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของสถานะความรุนแรงของฝนในภาคใต้ ที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกลดลง แต่ความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักและความแรงของฝนกลับเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ จ.สุราษฎร์ธานี เป็นจังหวัดที่เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติทางภูมิอากาศดังกล่าวสูงสุด 10 เหตุการณ์ในรอบ 7 ปี

2. การเปลี่ยนแปลงของสถานะความรุนแรงของฝน ที่อาจส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาและการพัฒนาการของยางพารา คือ ปริมาณฝนในเดือนมีนาคมซึ่งปกตินับว่าเป็นฤดูแล้งในภาคใต้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2513-2554 โดยปริมาณฝนในเดือนมีนาคมของปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดูร้อน เพิ่มขึ้นประมาณ 730 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง ปี พ.ศ. 2513-2554

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราที่ได้รับรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในจังหวัดพัทลุง พบว่า พื้นที่ 11 อำเภอของจังหวัดพัทลุง มี 511 หมู่บ้าน 62 ตำบล ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติใน ปี พ.ศ.2553-2554 ทั้งนี้ จำนวนหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบคิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด และเมื่อพิจารณาสัดส่วนหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบกับจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดในแต่ละอำเภอ พบว่า อ.ป่าพะยอม และ อ.บางแก้ว เป็นอำเภอที่มีพื้นที่สวนยางพาราได้รับผลกระทบครบทุกหมู่บ้าน นอกจากนี้ ยังพบว่ามีเกษตรกรชาวสวนยางพาราได้รับผลกระทบทั้งสิ้น 14,242 คน โดยที่ อ.ควนขนุน เป็นพื้นที่ที่มีเกษตรกรชาวสวนยางพาราได้รับผลกระทบมากที่สุดจำนวน 5,933 คน รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 2,985 คน

4. จังหวัดพัทลุง มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหาย 67,819 ไร่ โดยที่ อ.ควนขนุน มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหายมากที่สุด 24,533 ไร่ รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 14,626 ไร่ พื้นที่สวนยางพาราเสียหายใน 2 อำเภอดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 58 ของจำนวนพื้นที่สวนยางพาราเสียหายทั้งหมด ในขณะที่ อ.งขลา อ.ตะโหมด และ อ.ศรีนครินทร์ มีพื้นที่สวนยางพาราเสียหายรวม 1,211 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของพื้นที่เสียหายทั้งหมด และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนต้นยางพาราเสียหาย พบว่า มีจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งสิ้น 5,213,259 ต้น โดยที่ อ.ควนขนุน มีจำนวนต้นยางพาราเสียหายมากที่สุดจำนวน 1,878,626 ต้น รองลงมา คือ อ.ปากพะยูน 1,123,880 ต้น โดยจำนวนต้นยางพาราเสียหายของ 2 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 58 ของจำนวนต้นยางพาราเสียหายทั้งหมด นอกจากนี้ พบว่ามูลค่าเงินชดเชยให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราสูงถึง 131 ล้านบาท โดยมีอำเภอที่ได้รับเงินชดเชยมากกว่า 10 ล้านบาท 4 อำเภอ คือ อ.ปากพะยูน ได้รับเงินชดเชยสูงสุดที่ 49,450,728 บาท รองลงมา คือ อ.ควนขนุน 37,945,470 บาท อ.เมือง 13,976,634 บาท และ อ.ป่าบอน 12,769,050 บาท คิดเป็นร้อยละ 87 ของมูลค่าเงินชดเชยรวม ในขณะที่ อ.งขลา อ.เขาชัยสน อ.ตะโหมด อ.บางแก้ว อ.ป่าพะยอม อ.ศรีนครินทร์ และ อ.ศรีบรรพต มีมูลค่าจำนวนเงินชดเชยรวมกัน 17,708,782 บาท

5. ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด Gross Provincial Product (GPP) ปี พ.ศ. 2553 ของจังหวัดพัทลุง มีมูลค่ารวมทุกสาขา 37,328 ล้านบาท โดยในสาขาการเกษตรมีมูลค่า 14,664 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 39 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับจำนวนเงินชดเชยในช่วงเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดพัทลุง ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า สัดส่วนของจำนวนเงินชดเชยคิดเป็นร้อยละ 0.4 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และคิดเป็นร้อยละ 0.9 เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเงินชดเชยกับผลิตภัณฑ์มวลรวมสาขาการเกษตร

5.4 การปรับตัวของเกษตรกรต่อความแปรปรวนลมฟ้าอากาศ

ในประเด็นของการปรับตัวของเกษตรกรชาวสวนยางในภาคใต้ สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางในภาคใต้มีการปรับตัวมีดังต่อไปนี้

1. การใช้แก๊สเอทิลีนเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง พบว่า มีเกษตรกรชาวสวนยางหลายรายได้นำวิธีการกระตุ้นการเพิ่มผลผลิตน้ำยาง เนื่องจากฝนตกชุก วันกรีดย่น้อยลง โดยการอัดแก๊สเอทิลีน มีด้วยกันหลายวิธี ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มีการจำหน่าย เช่น ระบบ RRIMFLOW LET และDOUBLE TEX (ดังรูปที่ 5.1ก, 1ข และ 1ค) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2554 ซึ่งเป็นช่วงที่ราคายางสูงมากเป็นประวัติการณ์คือ มากกว่า 150 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้มีการใช้วิธีการดังกล่าวอย่างแพร่หลาย ซึ่งปกติวิธีการดังกล่าวแนะนำให้ใช้กับต้นยางพาราอายุมากกว่า 20 ปี หรือก่อนโค่น เพราะช่วยให้ผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า (Doungmusik and Sdoodee, 2012) แต่กลับพบว่ามีเกษตรกรบางรายนำไปประยุกต์ใช้กับยางพาราที่เริ่มเปิดกรีด ซึ่งส่งผลเสียต่อต้นยาง ที่จะทำให้เกิดอาการหน้าแห้ง (tapping panel dryness) (Sainoi and Sdoodee, 2012) ดังนั้นประเด็นการปรับตัวของเกษตรกรชาวสวนยางที่ประยุกต์วิธีดังกล่าว จำเป็นต้องมีการศึกษาหรือเจ้าหน้าที่กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง เข้าไปให้คำแนะนำถึงความเหมาะสมในการใช้ด้วย



รูปที่ 5.1 อุปกรณ์อัดแก๊สเอทิลีน (ก) RRIMFLOW (ข) LET (ค) DOUBLE TEX

2. การทำร่มที่ต้นยางเพื่อป้องกันฝน พบว่า มีเกษตรกรชาวสวนยางบางรายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฝั่งอันดามันที่เกษตรกรพยายามกรีดยางในช่วงที่มีฝนตก โดยการทำวัสดุกันฝนติดที่ต้นทั้งที่ทำด้วยตนเอง โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่าย โดยใช้โครงลวดและแผ่นพลาสติก (รูปที่ 5.2) หรือซื้ออุปกรณ์จากบริษัทที่จำหน่ายอุปกรณ์กันฝน ดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.2 อุปกรณ์กันฝนที่ใช้โครงลวดและแผ่นพลาสติก



รูปที่ 5.3 อุปกรณ์กันฝนจากบริษัทที่จำหน่าย

3. ประเด็นการป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับโรคพืช

3.1 เนื่องจากปัญหาโรคราแป้งที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อผลผลิตรุนแรง เนื่องจากมีฝนในช่วงฤดูร้อนที่เป็นตัวกระตุ้นให้โรคนี้มีความรุนแรง ทำให้ใบยางที่เพิ่งแตกออกมาใหม่ร่วง จนทำให้การพัฒนาของใบล่าช้า จนส่งต่อการเปิดกรีดล่าช้า ในประเด็นนี้ได้มีการศึกษาคือ แนวทางป้องกัน โดยการให้น้ำในช่วงต้นฤดูร้อน โดยการให้น้ำก่อนที่ใบจะร่วง ดังรายงานของ สุเมธ ลิ้มมณีธร และคณะ (2549) พบว่าการให้น้ำในช่วงก่อนใบเริ่มร่วงจะทำให้ใบร่วงเร็วกว่าปกติ และใบจะแตกใหม่ได้เร็วขึ้น เมื่อมีฝนตกในช่วงฤดูร้อนใบเหล่านี้ก็ขยายตัวแผ่เต็มที่เชื้อโรคไม่สามารถเข้าทำลาย ทำให้ใบชุดดังกล่าวสามารถเจริญเติบโตได้เร็ว และช่วยในการเปิดกรีดได้เร็วกว่าปกติด้วย ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ปล่อยให้ใบร่วงตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าโรคราแป้งได้ส่งผลกระทบต่อการผลิตของยางพาราด้วย เพราะทำให้ดอกร่วง ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ผลิตต้นกล้า

3.2 ปัญหาโรครากขาว ซึ่งเป็นโรคทางดินที่ดูเหมือนว่าจะเป็นปัญหาสำคัญ เพราะสามารถแพร่ระบาดได้เมื่อมีฝนตกชุก ทำความเสียหายแก่ยางพาราในหลายจังหวัดของภาคใต้ โดยพบว่าพันธุ์ยางที่เกิดโรคนี้มากที่สุดคือ RRIM 600 และ BPM 24 สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจมาก (อยู่ยง และเสมอใจ, 2554) ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาหาแนวทางป้องกัน โดยกรมวิชาการ Rodesuchit et. al. (2012) รายงานว่าได้แนะนำคือวิธีการป้องกันการเกิดโรครากขาวของยางพาราที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Rigidoporus microporus* (Fr.) Overeem ในยางปลูกใหม่ โดยการปลูกต้นยางชำอายุ 6 เดือนในดินปลูกที่ผสมปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และกำมะถัน มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรครากขาวของยางพาราปลูกใหม่ได้ 92 - 100 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่ปุ๋ยดังกล่าว แต่มีข้อควรระวังคือ ปุ๋ยยูเรีย และกำมะถัน ที่อัตราสูงมีความเสี่ยงต่อการเป็นพิษกับต้นยาง

3.3 เกษตรกรชาวสวนยางมีการกรีดยางที่ดีขึ้นหลังจากผ่านผลกระทบจากช่วงฝนหนัก ดังที่พบในจังหวัดสงขลา และนครศรีธรรมราช ดังเช่นในปี 2554 Makkeaw et. al. (2013) รายงานว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีของจังหวัดสงขลาสูงถึง 3,073.6 มิลลิเมตร ทำให้วันกรีดลดลงเหลือเพียง 87 วัน เมื่อฝนน้อยลงในปี 2555 เกษตรกรมีการกรีดยางต่างไปจากระบบกรีดที่ใช้เดิมคือ 1/3S 2d/3 หรือ 1/2S 2d/3 คือมีการกรีดยางต่อเนื่อง 4-5 วัน ซึ่งการการกระทำดังกล่าว อาจส่งผลเสียทำให้เกิดอาการหน้ายางแห้งตามมาได้

3.4 ในกรณีที่ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง มีฝนตกชุกมากขึ้น มีปริมาณน้ำฝน และวันฝนตกมากขึ้น ทำให้มีการระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปเทอร่า โรคเส้นดำ และโรคใบจุดนูน ดังนั้นในอนาคตพันธุ์ยางที่เกษตรกรในภาคใต้ปลูกส่วนใหญ่ คือ RRIM 600 จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยใช้พันธุ์ยางที่สถาบันวิจัยยางแนะนำ ได้แก่ พันธุ์ RRIT 251 RRIT 226 และ BPM 24 เป็นต้น (สถาบันวิจัยยาง, 2555)

5.5 ภาพรวมของผลกระทบและความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราในภาคใต้

ความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศทั้งความแปรปรวนในระยะสั้นและการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวและผลผลิตตลอดจนสรีรวิทยาของยางพาราในภาคใต้ รวมทั้งผลกระทบและความเสียหายของสวนยางพาราจากภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่เกิดจากสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปของวาตภัยและอุทกภัย อาจจะมีผลผลิตในภาพรวมจากผลการศึกษาและการวิเคราะห์ทั้ง 3 กิจกรรม ได้ดังนี้ คือ ปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศระดับภูมิภาคทั้งเหตุการณ์ที่เกิดจากความแปรปรวนทางธรรมชาติของระบบภูมิอากาศโลก เช่น ปรากฏการณ์เอนโซ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของตัวแปรภูมิอากาศ (อุณหภูมิ ฝน ความชื้น การระเหยของน้ำและความเร็วและทิศทางของลม) และเหตุการณ์สภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ ซึ่งปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศระดับภูมิภาคดังกล่าว ส่งผลต่อเนื่องก่อให้เกิดความผิดปกติของลักษณะภูมิอากาศในภาคใต้ผ่านความเชื่อมโยงระยะไกล โดยความผิดปกติของภูมิอากาศในภาคใต้ มีลักษณะที่ตรงกันข้ามระหว่างเฟสของปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศที่มีค่าเป็นบวกและลบ ทั้งนี้ ความผิดปกติในรอบปีของตัวแปรภูมิอากาศหลายๆ ตัวแปรที่มีแหล่งกำเนิดเดียวกันจากปรากฏการณ์ทางภูมิอากาศระดับภูมิภาค เป็นกลไกหนึ่งซึ่งส่งผลต่อความแปรปรวนในรอบปีของผลผลิตยางพารา อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติของลักษณะภูมิอากาศและผลผลิตของยางพาราที่ปรากฏในคาบเวลาในรอบปีนั้น ไม่ได้เป็นความสัมพันธ์ที่ตรงไปตรงมาแต่เป็นความสัมพันธ์เชิงซ้อนและ Non-linear ซึ่งมักซ่อนอยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นที่เกิดจากปัจจัย Non-climate อื่นๆ โดยความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราและความผิดปกติของลักษณะภูมิอากาศ มีลักษณะตรงข้ามกันระหว่างฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการตอบสนองที่แตกต่างกันของยางพาราต่อความแปรปรวนในรอบปีของลักษณะภูมิอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบลมมรสุม (ระหว่างมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) ผลการศึกษา ยังแสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์เอนโซและดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดัชนีจำนวนวันฝนตกกรมรายปีและดัชนีความแรงของฝน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยกับความแปรปรวนระหว่างปีของผลผลิตยางพาราในภาพรวมของภาคใต้ โดยสรุปพบว่า ผลผลิตยางพารา มีแนวโน้มสูงกว่าปกติในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ทั้งนี้ อาจเกิดจากปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ รวมทั้งความเร็วลมที่ต่ำกว่าปกติในช่วงเหตุการณ์ El Niño ประกอบกับจำนวนวันที่สามารถกรีดยางได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากวันฝนตกและความแรงของฝนเกิดขึ้นน้อยกว่าปกติ ในขณะที่ ผลผลิตยางพารา มีแนวโน้มลดลงในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña สืบเนื่องจากเกิดฝนตกชุกและความชื้นของอากาศเพิ่มขึ้นในช่วงเหตุการณ์ดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูล Micro climate สรีรวิทยา รวมทั้งผลผลิตและคุณภาพของน้ำยางพารา ในระดับแปลงสวนยางนาร่องทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย ยังแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิอากาศและผลผลิตยางพาราบางประการที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลหัตถภูมิข้างต้น กล่าวคือ จำนวนวันกรีดและผลผลิตของยางพาราทั้งฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยกับจำนวนวันที่ไม่มีฝนตก ซึ่งแสดงว่า หากเดือนใดมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าปกติ ซึ่งมักจะตรงกับช่วงเหตุการณ์ La Niña หรือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรง จะทำให้วันกรีดและผลผลิตยางพาราในภาคใต้ลดลง นอกจากนี้ ผลผลิตยางพาราโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝั่งอ่าวไทย ยังมีความสัมพันธ์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความแปรปรวนของสมดุลน้ำในรูปของความแตกต่างระหว่างอัตราการระเหยและปริมาณน้ำฝน (Evaporation-Precipitation; E-P) โดยผลผลิตของยางพารา มีแนวโน้มสูงขึ้น

ในเดือนที่ค่า E-P มีค่าเป็นบวก หรือช่วงที่มีปริมาณฝนเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราการระเหยของน้ำซึ่งมักตรงกับเฟสแห้งแล้ง (เหตุการณ์ El Niño) ของปรากฏการณ์เอนโซ หรือช่วงที่ลมมรสุมเอเชียอ่อนกำลังลง ข้อมูลความชื้นของดินตามแนวความลึกที่ระดับ 0-100 เซนติเมตรซึ่งเป็นดัชนีพื้นฐานที่แสดงสถานะ Hydro-meteorological ของสวนยางพารา ยังสะท้อนให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝั่งอ่าวไทย สืบเนื่องจากเหตุการณ์ฝนตกหนักและน้ำท่วมขังที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น โดยผลการศึกษาในแปลงสวนยางนาร่องนี้ สอดคล้องกับข้อมูลหัตถ์ภูมิที่บ่งชี้ถึง E-P ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีแนวโน้มลดลงซึ่งแสดงถึงแนวโน้มการสะสมของปริมาณฝนมากกว่าอัตราการระเหยของน้ำในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา ความแปรปรวนของลักษณะภูมิอากาศทั้งที่ปรากฏในรูปของ E-P ฝนที่ตกชุกและฝนที่ตกในช่วงฤดูร้อน รวมทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมขัง ยังส่งผลกระทบต่อทางอ้อมแบบสะสมต่อลักษณะบางประการที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาและการพัฒนาในรอบปีของยางพารา ซึ่งผลกระทบทางสรีรวิทยาของต้นยางพาราที่พบในแปลงสวนยางนาร่อง ประกอบด้วย (1) การผลัดใบของยางพาราที่ผิดปกติ เนื่องจากเกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักในช่วงฤดูร้อนและความแปรปรวนที่ผิดปกติของความชื้นอากาศและอัตราการระเหยของน้ำ ส่งผลให้มีโรคระบาดทางใบ เช่น โรคราแป้ง (Powdery mildew) ระบาดบนใบอ่อนที่แตกออกใหม่หลังจากการผลัดใบ ทำให้ใบยางร่วงซ้ำอีกครั้ง โดยผลการสำรวจการเกิดโรคทางใบในแปลงสวนยางนาร่อง พบการระบาดของโรคราแป้ง โรคใบร่วงและโรคใบจุดตาดกในฝั่งอันดามันทุกช่วงฤดูกาล (2) คุณภาพน้ำยางในรูปค่าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำลง และ (3) ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของต้นยางพาราลดลง

นอกจากนี้ ภัยพิบัติทางลมฟ้าอากาศเนื่องจากพายุและฝนหนัก ซึ่งเป็นสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศที่เป็นผลพวงจากความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังส่งผลกระทบต่อยางพาราโดยตรงส่งผลทำให้เกิดการโค่นล้มของต้นยางและน้ำท่วมขัง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราในจังหวัดพัทลุง พบว่า เหตุการณ์อุทกภัยและวาตภัยที่เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2553 ซึ่งมีลักษณะ ‘Short-lived extreme weather’ เพียงเหตุการณ์เดียว สร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่สวนยางพาราเป็นบริเวณกว้างมากกว่า 60,000 ไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายในรูปมูลค่าเงินชดเชยให้กับเกษตรกรชาวสวนยางพาราสูงมากกว่า 100 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 0.4 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด

5.6 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคตและการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย

จากข้อมูลและผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออย่างพาราในภาคใต้ในหลายมิติ โดยกระทบดังกล่าว เมื่อปฏิสัมพันธ์กับปัจจัย Non-climate อื่นๆ ย่อมส่งผลให้ยางพารามีความอ่อนแอสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณก๊าซเรือนกระจกและอุณหภูมิโลก อย่างไรก็ตาม ยังมีหลายประเด็นที่การศึกษารุ่นนี้ ไม่สามารถสร้างความเข้าใจได้อย่างความชัดเจน เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลยางพาราที่มีระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น ประกอบกับความเชื่อมโยงระหว่างภูมิอากาศและยางพารา เป็น Physical-biological linkage ที่มีลักษณะเชิงซ้อน และ Non-linear ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคสถิติเชิงพหุชั้นสูงในการวิเคราะห์เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงดังกล่าว ดังนั้น การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. การศึกษาในลักษณะ Process study ในเชิงพื้นที่ และการติดตั้ง Tower เพื่อตรวจวัดและบันทึกข้อมูลภูมิอากาศและสรีรวิทยาของยางพารา พร้อมทั้งข้อมูลสิ่งแวดล้อมของสวนยาง ได้อย่างละเอียดและต่อเนื่อง
2. การวิเคราะห์ฐานข้อมูลตรวจวัดและการคาดการณ์ผลกระทบในอนาคตด้วยการประยุกต์ใช้ Scenario-based climate projection และ Crop rubber modelling
3. การจัดทำฐานข้อมูลผลผลิตยางพาราและข้อมูลสรีรวิทยาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้มีคุณภาพสูงและมีระยะเวลายาวนานขึ้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความชัดเจนเพิ่มขึ้นและมีความเชื่อมั่นทางวิชาการ
4. ศึกษาแนวทางและมาตรการเพื่อตั้งรับและปรับตัวต่อผลกระทบและความเสียหายในบริบทการบูรณาการข้อมูลวิทยาศาสตร์และภูมิปัญญาท้องถิ่น
5. ขยายผลการศึกษาวิจัยให้ครอบคลุมถึงพื้นที่อื่นๆ ของประเทศที่มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและครอบคลุมทั้งประเทศที่จะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายในการวางแผน
6. การพัฒนาสมการความเสียหายในรูป Loss function จากฐานข้อมูลความเสียหายของสวนยางพาราของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง
7. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและการระบาดของโรคยางพารา
8. ความแปรปรวนอากาศ ส่งผลกระทบต่อโรคทั้งทางต้นและรากของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในภาคใต้นิยมปลูก ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นในอนาคตการนำพันธุ์ต้านทานโรคมาทดสอบ เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว
9. การไม่ติดเมล็ดของยางพาราในภาคใต้ เนื่องจากความแปรปรวนของภูมิอากาศ หรือเมล็ดพันธุ์ไม่สมบูรณ์ ส่งผลเสียต่อการผลิตต้นกล้ายางพารา (Duang-iat et al., 2013) ทั้งนี้เป็นเพราะฝนที่เกิดในช่วงฤดูร้อน ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคราแป้ง ทำให้ดอกร่วง จึงมีการนำเมล็ดพันธุ์ RRIM 600 จากภาคอีสานมาทำเป็นต้นกล้าที่จะติดตามเขียว ซึ่งพบว่าเมล็ดพันธุ์ RRIM 600 ให้ต้นกล้าที่ไม่แข็งแรง ดังนั้นจากสภาวะการดังกล่าว จึงจำเป็นที่จะต้องมีการรวบรวมยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมในพื้นที่ เพื่อผลิตเป็นต้นต่อ
10. จากสภาวะที่ฝนตกชุกในช่วงปี 2554 แสดงให้เห็นว่าจำเป็นต้องมีการจัดการสวนยางพารา เพื่อแก้ปัญหาวัณกริดที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลผลิตลดลง ดังนั้นควรมีการรับและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร ใน

การใช้ฮอร์โมน ethylene การอัดแก๊สเอทิลีน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรีด และการจัดการแรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการติดตั้งร่มกันฝน เพื่อให้สามารถกรีดยางในวันฝนตกได้ เพื่อเพิ่มวันกรีด

11. ศูนย์วิจัยยางพารา ควรมีนโยบายเกี่ยวกับข้อมูลภูมิอากาศ และผลผลิตน้ำยางอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินผลในระยะยาว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาโมเดล และพยากรณ์ผลกระทบทางภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตยางพาราได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ ผลการศึกษาวิจัยนี้ มีนัยเชิงนโยบายอย่างน้อยในฐานะองค์ความรู้ใหม่ที่จะช่วยสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางและธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการรับรู้และความตระหนักรู้ต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อยางพาราซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ อันจะนำไปสู่การริเริ่มกำหนดแนวทางและมาตรการเพื่อตั้งรับและปรับตัวทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการในพื้นที่ นอกจากนี้ ผลการวิจัย ยังเป็นข้อมูลทางวิชาการ ที่ใช้ประกอบการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ และประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายในการบริหารจัดการภาคเกษตรกรรมสวนยางพารา ในบริบทการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

บรรณานุกรม

- Aguilar, E., Peterson, T. C., Ramírez Obando, P., Frutos, R., Retana, J. A., Solera, M., Soley, J., González García, I., Araujo, R. M., Rosa Santos, A., Valle, V. E., Brunet, M., Aguilar, L., Álvarez, L. A., Bautista, M., Castañón, C., Herrera, L., Ruano, E., Sinay, J. J., Sánchez, E., Hernández Oviedo, G. I., Obed, F., Salgado, J. E., Vázquez, J. L., Baca, M., Gutiérrez, M., Centella, C., Espinosa, J., Martínez, D., Olmedo, B., Ojeda Espinoza, C. E., Núñez, R., Haylock, M., Benavides, H. and Mayorga, R. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research*, 110, D23107. doi: 10.1029/2005JD006119.
- Alexander, L. V., Zhang, X. Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., and New, M., Zhai, P., Rusticucci, M. and Vazquez-Aguirre, J. L. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109. doi: 10.1029/2005JD006290.
- Allen, L. H., Baker, J. T. and Boote, K. J. 1996. The CO₂ fertilization effect: higher carbohydrate production and retention as biomass and seed yield. In: *Global Climate Change and Agricultural Production. Direct and Indirect Effect of Changing Hydrological and Plant Physiological Process.* (eds. F. Bazzaz and W. Sombroek) Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Asaeda, T., Hai, D. N., Manatunge, J., Williams, D. and Roberts, J. 2005. Latitudinal characteristics of below-and above-ground biomass of *Typha*: A modelling approach. *Annals of Botany* 96: 299-312.

- Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Jurković, A., Orlik, A., Potzmann, R., Schöner, W., Ungersböck, M., Brunetti, M., Nanni, T., Maugeri, M., Begert, M., Brazdil, R., Bochnicer, O., Cegnar, T., Gajić-čapka, M., Zaninović, K., Majstorvić, Ž., Szalai, S., Szentmrey, T. and Mercall, L. 2005. A new instrumental precipitation dataset for the greater alpine region for the period 1800-2002. *International Journal of Climatology* 25: 139-166. doi: 10.1002/joc.1135.
- Bellotti, A. and van Schoonhoven A. 1978. Mite and insect pests of cassava. *Annual Review of Entomology* 23: 39-67.
- Bridhikitti, A. 2012. Connections of ENSO/IOD and aerosols with Thai rainfall anomalies and associated implications for local rainfall forecasts. *International Journal of Climatology* 33: 2836-2845. doi: 10.1002/joc.3630.
- Chen, T.-C., Huang, W.-R. and Yoon, J.-H. 2004. Interannual variation of the East Asian cold surge activity. *Journal of Climate* 17: 401-413.
- Chokngamwong, R. and Chiu, L. 2008. Thailand daily rainfall and comparison with TRMM products. *Journal of Hydrometeorology* 9: 256-266. doi: 10.1175/2007JHM876.1.
- Clermont-Dauphin, C., Suwannang N., Grunberger O., Hammecker C. and Maeght J. L. 2010. Yield of rice under water and soil salinity risks in farmers' fields in northeast Thailand. *Field Crops Research* 118: 289-296. doi: 10.1016/j.fcr.2010.06.009.
- D'Arrigo, R., Jacoby, G., Wilson, R. and Panagiotopoulos, F. 2005. A reconstructed Siberian High index since A.D. 1599 from Eurasian and North American tree rings. *Geophysical Research Letters*. 32, L05705. doi: 10.1029/2004GL022271.
- Dai, A., Lin, X. and Hsu, K.-L. 2007. The frequency, intensity, and diurnal cycle of precipitation in surface and satellite observations over low- and mid-latitudes. *Climate Dynamics* 29: 727-744. doi: 10.1007/s00382-007-0260-y.

- Diaz, H. F., Hoerling, M. P. and Eischeid, J. K. 2001. ENSO variability, teleconnections and climate change. *International Journal of Climatology* 21: 1845–1862. doi: 10.1002/joc.631.
- Doungmusik, A. and Sdoodee, S. 2012. Enhancing the latex productivity of *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 using ethylene stimulation. *Journal of Agricultural Technology* 6: 2033-2042.
- Downton, J. and Slatyer, R. O. 1972. Temperature dependence of photosynthesis in cotton. *Plant Physiology* 50: 518-522.
- Duang-iat, W., Wongvarodom, V., Santipracha, W. and Sdoodee, S. 2013. Physiological quality and desiccation sensitivity of rubber (*Hevea brasiliensis*) seeds during fruit maturation. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 47: 818-827.
- Eischeid, J. K., Baker, C. B., Karl, T. R. and Diaz, H. F. 1995. The quality control of long-term climatological data using objective data analysis. *Journal of Applied Meteorology* 34: 2787-2795.
- Ekanayake, I. J., De Data S. K. and Steponkus P. L. 1989. Spikelet sterility and flowering response of rice to water stress at anthesis. *Annual of Botany (London)* 63: 257-264.
- Feng, S., Hu. Q. and Qian, W. 2004. Quality control of daily metrological data in China, 1951-2000: A new dataset. *International Journal of Climatology* 24: 853-870. doi: 10.1002/joc.1047.
- Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Micro-Latex Diagnosis. Chachoengsao Rubber Research Center. Standard Analysis Procedure. RRIT-DOA November 1999.

- Goto, A., Sasahara, H., Shigemune, A. and Miura, K. 2008. Estimation of Cool tolerance at the Booting and flowering stages in rice varieties. *Japanese Journal of Crop Science* 77: 167-173.
- Hannachi, A., Jolliffe, I. T. and Stephenson, D. B. 2007. Empirical orthogonal functions and related techniques in atmospheric science: A review. *International Journal of Climatology* 27: 1119-1152.
- Horie, T., Nakagawa, H., Genteno, H. G. S. and Kropff, M. J., 1995. The Rice Crop Simulation Model SIMRIW and Its Resting. Modeling the impact of climate change on rice production in Asia. R. B. Matthews, Kropff M. J., Bachelet D. and van Laar H. H. Wallington, CAB International.
- Hubbard, K. G. 2001. Multiple station quality control procedures. In proceedings of Automated weather stations for applications in agriculture and water resource management: current use and future perspectives, Hubbard, K. G. and Sivakumar, M. V. K. (eds.), Lincoln, Nebraska, USA, 6-10 March 2000, 133-136.
- Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Nelkin, E. J. and Wolff, D. B. 2007. The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multi-year, combined sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology* 8: 38-55. doi: 10.1175/JHM560.1.
- IGES (Institute for Global Environmental Strategies). 2006. Asian aspirations for climate regime beyond 2012. IGES, Japan. 115 pp.
- Jintrawet, A., Laohasiriwong, S. and Lairuengroeng, C. 2000. Predicting the effect of planting dates on sugarcane in Thailand using CANEGRO. International workshop on CANEGRO model, SASEX, Mount Edgecombe, Durban, South Africa.

- Jintrawet, A. and Pramanee P. 2005. Simulating the Impact of Climate Change Scenarios on Sugarcane Production Systems in Thailand. TSSCT, Bangkok, Thailand.
- Jolliffe, I. T., 2002. Principal Component Analysis, 2nd edition. Springer-Verlag New York, Inc., USA. 478 pp.
- Juneng, L. and Tangang, F. T. 2005. Evolution of ENSO-related rainfall anomalies in Southeast Asia region and its relationship with atmosphere-ocean variations. *Climate Dynamics* 25: 337-350. doi: 10.1007/s00382-005-0031-6.
- Justus, J. R. and Fletcher, S. R. 2006. Global climate change *In*: CRS issue brief for congress. Congressional Research Service. The Library of Congress.
- Kikuchi, K. and Wang, B. 2008. Diurnal precipitation regimes in the global tropics. *Journal of Climate* 21: 2680-2696. doi: 10.1175/2007JCLI2051.1.
- Kim, O.-Y., Wang, B. and Shin, S.-H. 2013. How do weather characteristics change in a warming climate?. *Climate Dynamics*. 41: 326 1-3281. doi: 10.1007/s00382-013-1795-8.
- Knox, J. W., Matthews, R. B. and Wassmann, R. 2000. Using a Crop/Soil Simulation Model and GIS techniques to Assess Methane Emission from Rice Fields in Asia. III. Databases. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 58: 179-199.
- Kositsup, B., Kasemsap, P., Thaler, P. and Ameglio, T. 2007. Effect of temperature constraints on photosynthesis of rubber (*Hevea brasiliensis*). *In*: Natural Rubber Industry: R&D Achievements and Challenges. International Rubber Research and Development Board (IRRDB) International Rubber Conference 2007, Siem Reap, Cambodia, pp. 161-166.
- Limjirakan, S., Limsakul, A. and Sriburi, T. 2010. Trends in temperature and rainfall extremes in Bangkok Metropolitan area. *Journal of Environmental Research* 32: 31-48.

Limjirakan, S. 2012. Observed trends in surface air temperatures and their extremes in Thailand from 1970 to 2009. *Journal of Meteorological Society of Japan* 90: 647-662.

doi: 10.2151/jmsj.2012-505.

Limjirakan, S. and Limsakul, A. 2012b. Trends in Thailand pan evaporation from 1970 to 2007. *Atmospheric Research* 108: 122-127. doi: 10.1016/j.atmosres.2012.01.010.

Limsakul, A., Limjirakan, S. and Suthamanuswong, B. 2007. Spatio-temporal changes in total annual rainfall and the annual number of rainy days in Thailand. *Journal of Environmental Research* 29: 1-21.

Limsakul, A. and Goes, J. I. 2008. Empirical evidence for interannual and longer period variability in Thailand surface air temperature. *Atmospheric Research* 87: 89-102.

Limsakul, A., Limjirakan, S. and Sriburi, T. 2010b. Observed changes in daily rainfall extremes along Thailand's coastal zone. *Journal of Environmental Research* 32: 49-68.

Limsakul, A., Limjirakan, S., Sriburi, T. and Suthamanuswong, B. 2010a. Trends in temperature and its extremes in Thailand. Accepted to publish in *Thai Environmental Engineering Journal*.

Limsakul, A. 2013. Observed changes in mean and extreme precipitation in Thailand from 1955 to 2011. Manuscript submitted to *International Journal of Climatology*.

Long, W. H. and Hensley S. D. .1972 Insect pests of sugar cane. *Annual Review of Entomology* 176-149 :17.

Luo, Q., Bellotti, W., Williams, M. and Bryan, B. 2005. Potential impact change on wheat yield in South Australia. *Agricultural and Forest Meteorology* 132: 273-285.

- Madden, R. A. and Julian, P. R. 1972. Description of global-scale circulation in the tropics with a 40-50 day period. *Journal of the Atmospheric Sciences* 29: 1109-1123.
- Madden, R. A. and Julian, P. R. 1994. Observations of the 40-50 day tropical oscillation: A review. *Monthly Weather Review* 112: 814-837.
- Makkaew, K. Sdoodee, S. and Limsakul, A. 2013. Observed impact of climate variability on rubber (*Hevea brasiliensis*) productivity in Songkhla Province, Southern Thailand. *Journal of Agricultural Technology* 9: 499-507.
- Masutomi, Y., Takahashi K., Harasawa H. and Matsuoka Y. 2009. Impact assessment of climate change on rice production in Asia in comprehensive consideration of process/parameter uncertainty in general circulation models. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 131: 281-291. doi:10.1016/j.agee.2009.02.004.
- Matthews, R.B., Kropff M.J., Horie T. and Bachelet D. 1997. Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluating for adaptation. *Agricultural Systems* 54: 399-425.
- Meehl, G. A., Karl, T., Easterling, D. R., Changnon, S., Pielke, R. A., Changnon, D., Evans, J., Groisman, P. Y., Knutson, T. R., Kunkel, K. E., Mearns, L. O., Parmesan, C., Pulwarty, R., Root, T., Sylves, R. T., Whetton, P. and Zwiers, F. 2000. An introduction to trends in extreme weather and climate events: observations, socio-economic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections. *Bulletin of the American Meteorological Society* 81: 413-416.
- MOL. 2008. Thailand labour statistic. Ministry of Labour. [Online] Available: www.mol.go.th (accessed on August 4, 2010).

- Moraes, V.H.F., Alvim, P. de T. and Kozlowski, T. 1977. Rubber. *In: Ecophysiology of Tropical Crop*. Academic Press, New York, pp. 3150331.
- Nandris, D., Pellegrin, F. and Chrestin, H. 2004. No evidence of polymorphism for rubber tree bark necrosis and early symptoms for its discrimination from TPD, IRD Centre, Montpellier.
- NASA. 2010. README.TRMM_3B42_daily.pdf. Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, National Aeronautics and Space Administration. [Online] Available: http://mirador.gsfc.nasa.gov/collections/TRMM_3B42_daily__006.shtml. (accessed on August 9, 2010)
- Panagiotopoulos, F., Shahgedanova, M., Hannachi, A. W. and Stephenson, D. B. 2005. Observed trends and teleconnections of the Siberian High: A recently declining center of action. *Journal of Climate* 18: 1411-1422
- Peterson, T. C. 1994. Report of the International Workshop on quality control of monthly climate data. NCDC Global Climate Laboratory Monograph, 28 pp.
- Peterson, T. C. and Vose, R. S. 1997. An overview of the global historical climatology network temperature database. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 2837-2849.
- Peterson, T. C., Vose, R., Schmoyer, R. and Razuvaev, V. 1998. Global historical climatology network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *International Journal of Climatology* 18: 1169-1179.
- Peterson, T. C. 2005. Climate change indices. *World Meteorological Organization Bulletin* 54: 83-86.
- Pinnschmidt, H. O., Batchelor W. D. and Teng P. S. 1995. Simulation of multiple species pest damage in rice using CERES-rise. *Agricultural System* 48: 193-222.

- Porter, J. R. and Semenov, M. A. 2005. Crop responses to climatic variation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 2021-2035.
- Pratummintra, S., van Ranst, E., Verplancke, H., Shamshuddin, J., Zauyah, S. and Yew, F. K. 2002. The maximum production potential model for rubber in East Thailand. *Malaysian Society of Soil Science* 664: 413-427.
- Preisendorfer, R. W. 1988. *Principal component analysis in meteorology and oceanography*. Elsevier, New York, USA. 419 pp.
- Pribadi, A., Wongwises, P., Humphries, U., Limsakul, A. and Wangwongchai, A. 2012. Diurnal rainfall variation over three rainfall regions within Indonesia based on ten years of TRMM data. *Journal of Sustainable Energy & Environment* 3: 81-86.
- Rao, G. G., Rao, P. S., Rajagopal, R., Devakumar, A. S., Vijayakumar, K. R. and Sethuraj, M. R. 1990. Influence of soil, plant and meteorological factors on water relations and yield *Hevea brasiliensis*. *International Journal of Biometeorology* 34: 175-180.
- Riches, P. J. and Gooding, B. G. E. 1952. Studies in the physiology of latex I. Latex flow on tapping theoretical considerations. *New Phytologist* 51: 1-10.
- Rodesuchit, A., Suchatgul, S., Klaewklong, B. and Damnoi, S. 2012. Efficacy of fertilizers to control white root disease of rubber caused by *Rigidoporus microporus* at the early planting stage. *Rubber Thai Journal* 1: 62-72.
- Roy, S. S. and Balling, R. C. 2007. Diurnal variations in summer season precipitation in India. *International Journal of Climatology* 27: 969-976.
- RRI. 2008. Thailand rubber statistic. Thailand Rubber Research Institute, Department of agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative 37: 5-13.

- Saengruksowong, C., Dansagoonpan, S. and Thammarat, C. 1983. Rubber planting in the North Eastern and Northern regions of Thailand. Paper presented at the International Rubber Research Development Board Symposium, Beijing, China, 12-14 May 1983.
- Saji, N. H., Goswami, B. N., Vinayachandran, P. N. and Yamagata, T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363.
- Sainoi, T. and Sdoodee, S. 2012. The impact of ethylene gas application on young-tapping rubber trees. *Journal of Agricultural Technology* 4: 1497-1507.
- Satheesh, P. R. and Jacob, J. 2011. Impact of climate warming on natural rubber productivity in different agro-climatic regions of India. *Natural Rubber Research* 24: 1-9.
- Savary, S., Castilla N. P., Elazegui F. A. and Teng P. S. 2005. Multiple effects of agricultural change, labour shortage and water scarcity, on rice pest profiles in tropical Asia. *Field Crops Research* 91: 263-271.
- Sen, P. K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association* 63: 1379– 1389.
- Silpi, U., Chantuma, P., Kosaisawe, J., Thanisawanyangkura, S. and Gohet, E. 2004. Distribution pattern of latex sucrose and metabolic activity in response to tapping systems and ethrel stimulation in latex producing bark of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. IRRDB Annual Meeting, 7-8 September 2004, Kunming, China.
- Simmonds, N. W. 1989. Rubber breeding. *In: Rubber* (eds. C. C., Webster and W. J., Baulkwill) New York, Longman Scientific and Technical. pp. 85-124.
- Singhratana, N., Rajagopalan, B., Kumar, K. K. and Clark, M. 2005. Interannual and interdecadal variability of Thailand summer monsoon season. *Journal of Climate* 18: 1697-708.

- Somboonsuke. B., Shivakoti. G. P. and Demaine H. 2002. Rubberbased farming systems in Thailand: Problems, potential, solutions and constrains. *Journal of Rural Development*. 21: 85-113.
- Sopharat, J., Sdoodee, S., Tanavud, C., Gay, F. and Thaler, P. 2014. A simple water balance model of rubber tree plantations under different evaporative demand regimes. *Advanced Materials Research* 844: 20-23.
- Srinives, P. 1995. Cassava production in Thailand. *Technology Transfer for Major Food Crops Production-Technology Transfer from Southeast Asian Countries to Sub-Saharan African Countries*, ILTA, Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture.
- Teo, C.-K., Koh, T.-Y., Lo, J.C.-F. and Bhatt, C. 2011. Principal component analysis of observed and modeled diurnal rainfall in the maritime continent. *Journal of Climate* 24: 4662-4675.
- Thornley, J. H. M. 1996. Modelling water in crops and plant ecosystems. *Annals of Botany* 77: 261-275.
- TRA. 2010. Support for rubber-smallholders' life quality: TRA President View. [Online] Available: www.thainr.com/en/message_detail.php?MID=62 (accessed on August 9, 2010).
- Trenberth, K. E., Stepaniak, D. P., and Caron, J. M. 2000. The global monsoon as seen through the atmospheric divergent circulation. *Journal of Climate* 13: 3969-3993.
- TRMM. 2010a. Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). [Online] Available: <http://trmm.gsfc.nasa.gov/>. (accessed on August 15, 2010).
- TRMM. 2010b. 3B42 algorithm - TRMM Merged HQ/Infrared Precipitation. [Online] Available: <http://trmm.gsfc.nasa.gov/3b42.html>. (accessed on August 30, 2010).

- Vincent, L. A. and Gullett, D. W. 1999. Canadian historical and homogeneous temperature datasets for climate change analyses. *International Journal of Climatology* 19: 1375-1388.
- Vinnikov, K. Y. and Robock, A. 2002. Trends in moments of climate indices. *Geophysical Research Letters* 29: 1-4. doi: 10.1029/2001GL014025.
- Wang, B., Wu, R. and Lau K-M. 2001. Interannual variability of the Asian summer monsoon : Contrasts between the Indian and the Western North Pacific-East Asian Monsoons. *Journal of climate* 14: 4073-4090.
- Wang, B., Li, T., Ding, Y., Zhang, R. and Wang, H. 2005. East Asian –Western North Pacific Monsoon: A distinctive components of the Asian-Australia Monsoon System. In: *The Globalmonsoon system: Research and forecast* (Eds: Chang, C.-P., Wang, B. and Lau N.-C. G.). WMO/TD No. 266, World Meteorological Organization, Switzerland. 72-94 pp.
- Wang, X. L., Wen, Q. H. and Wu, Y. 2007. Penalized maximal t-test for detecting undocumented mean change in climate data series. *Journal of Applied Meteorological Climatology* 46: 916-931.
- Wang, X. L. 2008. Penalized maximal F-test for detecting undocumented mean-shifts without trend-change. *Journal of Atmospheric Oceanic Technology* 25: 368-384.
doi: 10.1175/2007/JTECHA982.1.
- Wang, B. and Ding, Q. 2008. Global monsoon: Dominant mode of annual variation in the tropics. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 44: 165-183.
- Wang, L., Chen, W., Zhou, W. and Huang, R. 2009. Interannual Variations of East Asian Trough Axis at 500 hPa and its Association with the East Asian Winter Monsoon Pathway. *Journal of Climate* 22: 600-614. doi: 10.1175/2008JCLI2295.1.

- Warit, J., Kroeze, C. and Rattanapan, S. 2010. Greenhouse gas emissions for rubber industry in Thailand. *Journal of Cleaner Production* 18: 403-411.
- Wassmann, R. 2009. Impacts of climate change on rice production and possible adaptation options. *In: AAAS annual meeting "Our Planet and its life: origins and futures" Symposium, Protecting our planet against food riots in the future. February 15, 2009.*
- Watson, G. A. 1989. Climate and soil. *In: Rubber* (eds. C. C., Webster and W. J., Baulkwill) pp. 125-164. New York, Longman Scientific and Technical.
- Wijngaard, J. B., Klein, A. M. G. and Können, G. P. 2003. Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *International Journal of Climatology* 23: 679-692.
- Wilks, D. S. 2006. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, 2nd edn. Academic Press: Amsterdam.
- Wolter, K. and Timlin, M. S., 1993. Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. *Proceeding the 17th Climate Diagnosis Workshop*, Oklahoma, USA, pp. 52-57.
- Wolter, K. and Timlin, M. S. 1998. Measuring the strength of ENSO-how does 1997/98 rank. *Weather* 53: 315-324.
- Wongwiwatchai, C., Paisancharoen K. and Kokram C. 2002. Soil Fertility Improvement through Manures and Cropping Systems and the Effect on Cassava Productivity in Thailand. [Online] Available: <http://betuco.be/manioc/Cassava%20%20soil%20fertility%20improvement%20Thailand.pdf>. (accessed on September 30, 2010).
- World Bank, 2008. *Climate resilient cities*. Washington, USA, 150 pp.

- World Bank. 2012. Thai Flood 2011 Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning. [Online] Available: www.worldbank.org/th. (accessed on September 30, 2010).
- Yavinchan, S., R., Exell, H. B. and Sukawat, D. 2011. Convective parameterization in a model for the prediction of heavy rain in southern Thailand. *Journal of Meteorological Society of Japan*. 89, 201–224.
- Yin, S., Chen, D. and Xie, Y. 2009. Diurnal variations of precipitation during the warm season over china. *International Journal of Climatology* 29: 1154-1170.
- Yusuf AA and HA Francisco. 2009. Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia, [Online] Available: <http://css.escwa.org.lb/sdpc/1338/d2-5b.pdf>. (accessed on October 20, 2010).
- Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., Hantosh, T. H., Albert, P., Semawi, M., Ali, M. K., Al-Shabibi, M. H. S., Al-Oulan, Z., Zafari, T., Khelet, I. A. D., Hamoud, S., Sagir, R., Demircan, M., Eken, M., Adiguzel, M. Alexander, L., Peterson, T. C. and Wallis, T. 2005. Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *J. Geophys. Res.*, 110, D22104, doi:10.1029/ 2005JD006181.
- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2553. สถิติสถานการณ์ภัยแล้งและอุทกภัยของประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2532-2553. ส่วนวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ ศูนย์อำนวยการและบรรเทาสาธารณภัย. [สืบค้นเมื่อเดือนธันวาคม 2553].
- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2554. สรุปสถานการณ์อุทกภัยภาคใต้ ครั้งที่ 1/2554 ระหว่างวันที่ 23 มีนาคม – 4 เมษายน 2554. เข้าถึงได้จาก <http://www.disaster.go.th>. (เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2555.)

กรมวิชาการเกษตร. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 33.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2533. คู่มือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เรื่อง ยางพารา. กรุงเทพฯ: กลุ่มยางพารา กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2556. พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยรายเดือน ในระหว่างปี พ.ศ. 2494-2555. ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. โครงการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ยางพารา ปี 2553. การสำรวจข้อมูลระยะไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกริก ปั่นเหง่งเพชร, วินัย ศรวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, สหสชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, ชีษณุชา บุตดาบุญ, กิ่งแก้ว คุณเขต, อิสระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพชร, แคทรียา เอกอุ้น และวิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพดของประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

คณะกรรมการนโยบายยางธรรมชาติ. 2553. ยุทธศาสตร์พัฒนายางพารา พ.ศ. 2552-2556. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จักรพงษ์ จิระแพทย์ .2556. การพัฒนาในรอบปีและการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในใบของมังคุดและลองกองที่จังหวัดนราธิวาส วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ . 5: 69-78.

จินตนา บางจัน และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2544. มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในภาคตะวันออก. นครปฐม: รายงานวิจัย สรีรวิทยาการผลิตยางพารา ปีงบประมาณ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจษฎา โสภารัตน์, สายันท์ สดุดี, เชวณ ยงเฉลิมชัย. 2551. การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายเทียม SPOT-5 เพื่อประเมิน ดัชนีพื้นที่ใบของยางพารากรณีศึกษา อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูล ระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ : 9 ฉบับที่ : 3 เลขหน้า : 35-46.

เจษฎา โสภารัตน์ สายันท์ สดุดี และเชวณ ยงเฉลิมชัย .2551. การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายเทียม SPOT-5 เพื่อ ประเมินดัชนีพื้นที่ใบของยางพารากรณีศึกษาอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา. วารสารสมาคมสำรวจ ข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย 9: 35-46.

ฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์. 2528. ปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง. งานวิจัยอุตสาหกรรมยางดิบ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

ทองเปลว กองจันทร์. 2555. สรุปบทเรียนมหาอุทกภัย 2554. เสวนาวิชาการ เรื่อง “สรุปบทเรียนมหาอุทกภัย 2554 จัดโดย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันพฤหัสบดีที่ 26 มกราคม 2555 เวลา 8.00-12.00 น. ณ ห้องประชุมชั้น 2 อาคารสถาบัน 3 จุฬาฯ.

ธณัฐ ภัทรสถาพรกุล. 2552. ความแปรปรวนของสภาพอากาศของประเทศไทยอันเนื่องมาจากความผิดปกติ ทางสมุทรศาสตร์. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ธณัฐ ภัทรสถาพรกุล และอัศมน ลิมสกุล. 2554. ปραฏการณด้านภูมิอากาศและความเชื่อมโยงต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับภูมิภาคในอนาคต. ใน: รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. คณะทำงานกลุ่มที่ 1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย [อัศมน ลิมสกุล, อำนาจ ชิดไธสง และกัณห์ริย์ บุญประกอบ (บรรณาธิการ)].

ธิดา สุทธิธรรม. 2544. ผลการขาดน้ำต่อการกระจายสารสังเคราะห์ด้วยแสงในต้นยางพารา. วิทยานิพนธ์วิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราโมทย์ ไม่กล้าด. 2555. มุมมองเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554 และยุทธศาสตร์การจัดการปัญหาอุทกภัยอย่าง ยั่งยืน. บทความ 10 มิถุนายน 2555.

- ปรีชา กาเพ็ชร และ เกริก ปั่นเหง่งเพ็ชร. 2555. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตอ้อย
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : พื้นที่ศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์. แก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ)
40 : 83-91.
- พรอุมา อุไรพันธ์. 2552. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อซีพีลักษณะของลองกองในจังหวัดสงขลา.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พวงผกา แก้วกลม, สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์ และสุรางค์รัตน์ พันแสง. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง ผลกระทบ
จากภาวะโลกร้อนต่อพืชเศรษฐกิจในจังหวัดเพชรบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- พัชรี วชิรเดววงศ์. 2554. ยางพารา: พืชเศรษฐกิจมาแรงของอีสาน. เข้าถึงได้จาก [http://www.bot.or.th/Thai/
EconomicConditions/Thai/Northeast/commodities/DocLib_CommodityArticle/RubberEsa
n%20_20-12-2011.pdf](http://www.bot.or.th/Thai/EconomicConditions/Thai/Northeast/commodities/DocLib_CommodityArticle/RubberEsa n%20_20-12-2011.pdf). (เข้าถึงเมื่อ 13 มิถุนายน 2556).
- พิศมัย จันทูมา. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกริด. การประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2544 ครั้งที่ 1
สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ วันที่ 20-22
กุมภาพันธ์ 2544, หน้า 78-89.
- ภิรมย์ อ่อนแสง. 2523. การศึกษาลักษณะภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด. ปรินูญานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยุวดี มานะเกษม. 2538. การเปลี่ยนแปลงของยอดอ่อนกับอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการออกดอกของ
มันคุด. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 2: 15-20.
- ระวี เจียรวิภา. 2550. แบบจำลองการผลิตพืชและการประยุกต์ใช้ในยางพารา. วารสารสงขลานครินทร์ (วทท.)
29: 685-695.
- วิภาพร ฉิมณรงค์. 2552. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศกับผลผลิตอ้อย: กรณีศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อย
โรงงานน้ำตาลมิตรภูเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศรปราชญ์ ธโนศวรยางค์กูร, พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และกฤษดา สังข์สิงห์. 2544. ลักษณะเรือนพุ่มกับการรับแสง กระบวนการสร้างและสลายสารประกอบคาร์บอนของยางพารา. นครปฐม: รายงานวิจัย สรีรวิทยาการผลิตยางพารา ปีงบประมาณ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร วรกุลดำรงชัย, นาฏสุดา ภูมิจำนงค์, เตือนใจ ดุลจินดาชบาพร, ชมภู จันท์, อีรุฒิ ชูตินันทกุล, อรวินทนี ชูศรี, มาลัยพร เชื้อบัณฑิต, วีรญา เต็มปิติกุล, หทัยรัตน์ การิเวทย์ และววรรณ เลาวกุล. 2554. รายงานผลการวิจัยการศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี โครงการพัฒนาและส่งเสริมความร่วมมือเครือข่ายนักวิจัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

สถาบันวิจัยยาง. 2544. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับยางพารา. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2546ก. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2546. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2546ข. พันธุ์ยางเนื้อไม้สูงปี 2545. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2551. อาการผิดปกติของยางพารา. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมเจตน์ ประทุมมินทร์, จำนงค์ คงศิลป์, van Ranst, E. และ Verplancke, H. 2545. การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองการผลิตจัดทำแผนที่ศักยภาพการผลิตยางพารา กรณีศึกษา: จังหวัดจันทบุรี. วารสารเทคโนโลยีอากาศและภูมิสารสนเทศ 1: 59-66.

สมเจตน์ ประทุมมินทร์, ประสาท เกศวพิทักษ์ และประพาส ร่มเย็น. 2546. แผนที่ศักยภาพการผลิตยางพาราเพื่อ
การขยายพื้นที่ปลูกยางปี พ.ศ. 2547-2549 ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ:
สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมชาย บุญประดับ, วินัย ศรวัต, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, ปรีชา กาเพชร, แคทลียา เอกอุ่น, วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล,
อิสระ พุทธสิมา และเกริก ปั่นเหง่งเพชร. 2553. ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศต่อการผลิตพืชไร่. รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศ ครั้งที่
1 ความเสี่ยงและโอกาสท้าทายในกลไกการจัดการสภาพภูมิอากาศโลก ณ ศูนย์ประชุมอิมแพ็ค เมืองทอง
ธานี จังหวัด นนทบุรี. 19-21 สิงหาคม 2553.

สมาคมยางพาราไทย. 2553. สถิติยางไทย. เข้าถึงได้จาก <http://www.thainr.com/th/index.php?detail=stat-thai#>. (เข้าถึงเมื่อ 12 กันยายน 2555).

สาธิต วงศ์อนันต์นนท์. 2554. มหาอุทกภัยไทย 2554 กับผลกระทบต่อเศรษฐกิจ. บทความสำนักวิชาการ
สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา ปีที่ 2 ฉบับที่ 01 พฤศจิกายน 2554 ISBN : 978-616-7163-27-7.

สายัณห์ สดุดี. 2549. อิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาในรอบปีของมังคุดใน
จังหวัดสงขลา. เอกสารประกอบการประชุม 33rd Congress on Science and Technology of
Thailand. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. 18-20 ตุลาคม 2549.

สายัณห์ สดุดี. 2550. อิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาในรอบปีของมังคุดใน
จังหวัดสงขลา. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33 วันที่ 18-20
ตุลาคม 2550 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช

สุทัศน์ ด้านสกุลผล. 2543. ลักษณะประจำพันธุ์ยาง (ตอน 2). วารสารยางพารา 20: 87-108.

สุเมธ ลิ้มมณีธร, สายัณห์ สดุดี และ อิบรอเฮม ยีดำ. 2549. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและ
ผลผลิตน้ำยางของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ช่วงฤดูแล้ง. วารสารสงขลานครินทร์ (วทท.) 3:
601-613.

แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล, อัศมน ลิ้มสกุล และทวิวงศ์ ศรีบุรี. 2553. การประเมินสถานะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การวิเคราะห์ความเสี่ยงและความล่อแหลมของพื้นที่วิกฤติ. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2553. ข่าว สกย. ข่าวที่ 76/2553 วันที่ 9 พฤศจิกายน 2553.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2554. การจัดการภัยพิบัติและการฟื้นฟูบูรณะหลังการเกิดภัย กรณีศึกษาไทยและต่างประเทศ. รายงานการศึกษาเบื้องต้น กรกฎาคม 2554.

สำนักงานคลังจังหวัดพัทลุง. 2553. สถิติผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดพัทลุงแบบ Bottom up ประจำปี พ.ศ. 2553. คณะทำงานจัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดพัทลุง.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2552. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2554. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.oae.go.th>. (เข้าถึงเมื่อ 13 มิถุนายน 2556).

สำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. 2555. ภาพเศรษฐกิจการเกษตรปี 2555 และแนวโน้มปี 2556 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสาวนีย์ ก่ออุฏธุรังสี. 2546. การผลิตยางธรรมชาติ. ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อยุทธ์ นิสสภา และเสมอใจ ชื่นจิตต์. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากโรครากขาวในยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรรคเดช ศรีบุตตะ และพัชรี แสนจันทร์. 2545. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกและแนวโน้มในอนาคต. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 12: 59-64.

อรรถชัย จินตะเวช และ คิม ซี เหงียน. 2545. การจำลองผลกระทบของสภาพบรรยากาศในอนาคตต่อการผลิตข้าว. รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ณ โรงแรมโฆษะ จ.ขอนแก่น.

อรอนงค์ บุญคล่อง. 2548. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตมังคุดในประเทศไทย. วิทยาศาสตร์คำนวณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัศมน ลิ้มสกุล, แสงจันทร์ ลิ้มจิรากาล, ธณัฐ ภัทรสถาพรกุล, นิตยา นักระนาด มิลน์และบุญชอบ สุทธิมนัสวงศ์. 2553. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝนช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย. รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศ ครั้งที่ 1 ความเสี่ยงและโอกาสท้าทายในกลไกการจัดการสภาพภูมิอากาศโลก ณ ศูนย์ประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี จังหวัด นนทบุรี. 19-21 สิงหาคม 2553.

อัศมน ลิ้มสกุล และแสงจันทร์ ลิ้มจิรากาล. 2554. ข้อมูลการตรวจวัดที่ผิวพื้นและในบรรยากาศ ใน: รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานการณ์ภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. คณะทำงานกลุ่มที่ 1 สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย [อัศมน ลิ้มสกุล, อำนาจ ชิดไธสง และกัณธิ์ บุญประกอบ (บรรณาธิการ)].

อัศมน ลิ้มสกุล, สายัณห์ สดุดี และวุฒิชัยแพ่งแก้ว. 2556. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวโน้มผลกระทบอย่างพาราในภาคใต้ของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.

อารมณ ไรจน์สุจิตรมสุเมธ พฤกษ์วรณ, วันเพ็ญ พฤกษ์วิวัฒน์, ชูชาติ สวนกุล, สุเทพ บุญสิงห์, ธนกร โทมณี และธีรชาติ วิจิตชลชัย. 2545. อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการระบาดของโรคยางพารา. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

อุษา ฮัมฟรี, อัศมน ลิ้มสกุล, อังกรุ หวังวงศ์ชัย, ธเนศ จิตต์สุภาพรรณ และปรุ้งจันทร์ วงศ์วิเศษ. 2555. วงจรรอบวันและการผันแปรความถี่สูงของฝนในประเทศไทยและความเชื่อมโยงกับมรสุมฤดูร้อน. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อำนาจ ชิดไธสง. 2553. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้วยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาคผนวก 1

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพารา

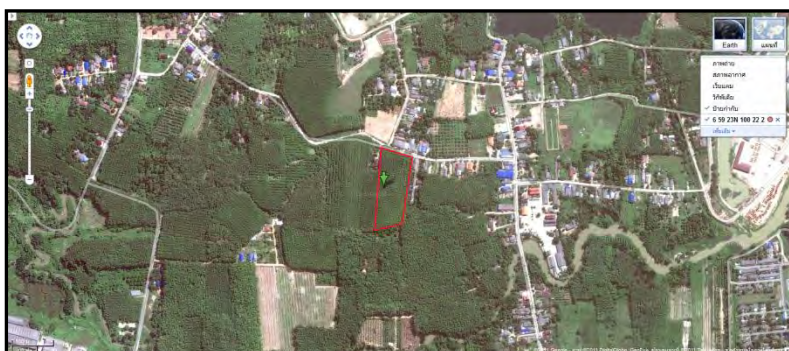
7 จังหวัด



ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

รหัสแปลงยางพารา	SK 1
ชื่อ-นามสกุล	นางณอม ธรรมโชติ
ที่ตั้ง	ม.5 ต.ควนลัง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
พิกัด	ละติจูด 6° 59' 23" N ลองจิจูด 100° 22' 22" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	13 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2541
ปีที่เปิดกรีด	พ.ศ. 2548
ขนาดพื้นที่ปลูก	8 ไร่
ระยะปลูก	7x3 เมตร
ระบบกรีด	S/3 3d/4
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	น้ำยางสด
ผลผลิต	75 กิโลกรัม / วันกรีด
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	32 เปอร์เซ็นต์
ช่วงการผลิตใบ	ต้นเดือนมีนาคม
ช่วงการเปิดกรีด	ต้นเดือนมิถุนายน
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	- มีการท่วมขังน้ำทุกปี

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดสงขลา



ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

รหัสแปลงยางพารา	PL 1
ชื่อ-นามสกุล (ลูกจ้างกรีต)	นายวรรณ นิมโอ
ที่ตั้ง	บ้านไสถ์ ต.ท่าแค อ.เมือง จ.พัทลุง
พิกัด	ละติจูด 7° 31' 51.1" N ลองจิจูด 100° 3' 28.4" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	13 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2541
ปีที่เปิดกรีต	พ.ศ. 2548
ขนาดพื้นที่ปลูก	3 ไร่
ระยะปลูก	7x3 เมตร
ระบบกรีต	S/3 3d/4
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	น้ำยางสด
ผลผลิต	15 กิโลกรัม / วันกรีต
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	30 เปอร์เซนต์
ช่วงการผลิตใบ	ต้นเดือนมีนาคม
ช่วงการเปิดกรีต	ต้นเดือนมิถุนายน
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	- มีการทรมของน้ำทุกปี

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดพัทลุง



ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง

รหัสแปลงยางพารา	NK 1
ชื่อ-นามสกุล	นายสุริยา ทองสุข
ที่ตั้ง	ม.4 ต.นาเรียง อ.พรหมคีรี จ.นครศรีธรรมราช
พิกัด	ละติจูด 8° 31' 16.2" N ลองจิจูด 99° 51' 34.0" E
พื้นที่ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	11 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2543
ปีที่เปิดกรีด	พ.ศ. 2551
ขนาดพื้นที่ปลูก	12 ไร่
ระยะปลูก	7.5x3 เมตร
ระบบกรีด	S/3 2d/3
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	น้ำยางสด
ผลผลิต	50 กิโลกรัม / วันกรีด
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	32 เปอร์เซ็นต์
ช่วงการผลิตใบ	ปลายเดือนมีนาคม
ช่วงการเปิดกรีด	ต้นเดือนมิถุนายน
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	- เป็นพื้นที่ป่ามาก่อน - มีการท่อมของน้ำทุกปี - มีการแตกของเมล็ดยางในเดือน พฤศจิกายน 2554



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดนครศรีธรรมราช



ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง

รหัสแปลงยางพารา	SR 4
ชื่อ-นามสกุล	นายวิโชติ ฤกษ์ดี
ที่ตั้ง	ม.3 ต.ท่าโรงช้าง อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี
พิกัด	ละติจูด 9° 2' 45.2" N ลองจิจูด 99° 9' 14.8" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	10 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2544
ปีที่เปิดกรีด	พ.ศ. 2553
ขนาดพื้นที่ปลูก	4 ไร่
ระยะปลูก	7×3 เมตร
ระบบกรีด	S/3 3d/4
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	ยางแผ่นดิบ
ผลผลิต	-
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	-
ช่วงการผลัดใบ	กลางเดือนกุมภาพันธ์
ช่วงการเปิดกรีด	กลางเดือนพฤษภาคม
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	ไม่มี
ข้อมูลอื่นๆ	- ในแปลงดังกล่าวมีการทดลอง เกี่ยวกับโรครากขาว



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

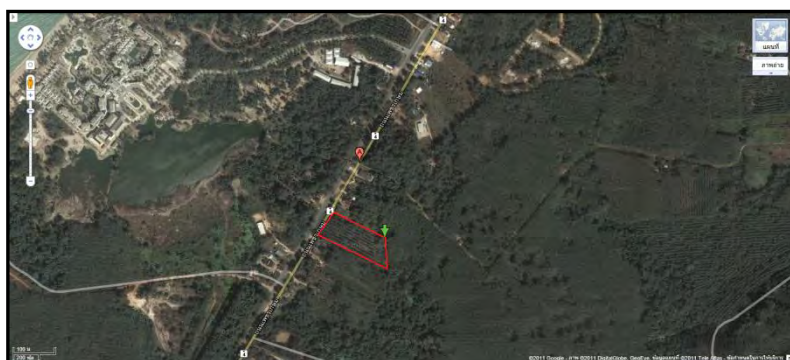
ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี



ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

รหัสแปลงยางพารา	PGN 2
ชื่อ-นามสกุล (เจ้าของแปลง)	นายบรรจง วงศ์คลัง
ที่ตั้ง	ม.1 ต.คึกคัก อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา
พิกัด	ละติจูด 8° 44' 24.6" N ลองจิจูด 98° 15' 31.8" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	12 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2542
ปีที่เปิดกรีด	พ.ศ. 2549
ขนาดพื้นที่ปลูก	7 ไร่
ระยะปลูก	7x3 เมตร
ระบบกรีด	S/3 5d/6
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	ยางแผ่นดิบ
ผลผลิต	13 แผ่น/วันกรีด
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	-
ช่วงการผลัดใบ	ปลายเดือนกุมภาพันธ์
ช่วงการเปิดกรีด	ต้นเดือนพฤษภาคม
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	- มีการปลูกพืชร่วมยาง ได้แก่ มังคุด และผักเหรียง - มีการติดเมล็ดยางน้อย ในปี 2553

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดพังงา

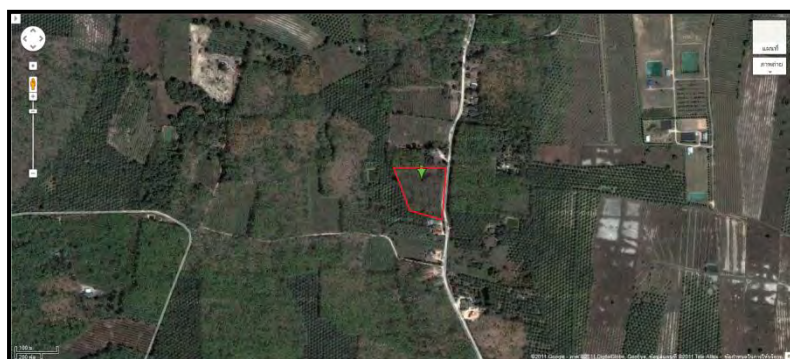


ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง

รหัสแปลงยางพารา	KB 7
ชื่อ-นามสกุล (ลูกจ้างกรีดยาง)	นายนิยม คงสุข
ที่ตั้ง	ม.1 ต.ห้วยยูง อ.เหนือคลอง จ.กระบี่
พิกัด	ละติจูด 8° 7' 37.8" N ลองจิจูด 98° 59' 42.6" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	10 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2544
ปีที่เปิดกรีดยาง	พ.ศ. 2554
ขนาดพื้นที่ปลูก	6 ไร่
ระยะปลูก	6×3 เมตร
ระบบกรีดยาง	S/3 4d/5
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	ยางก้อน
ผลผลิต	25 กิโลกรัม / วันกรีดยาง
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	-
ช่วงการผลิตใบ	ปลายเดือนกุมภาพันธ์
ช่วงการเปิดกรีดยาง	ต้นเดือนพฤษภาคม
โรคไฟทอปโทรา	มี
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรคราขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	-



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดกระบี่

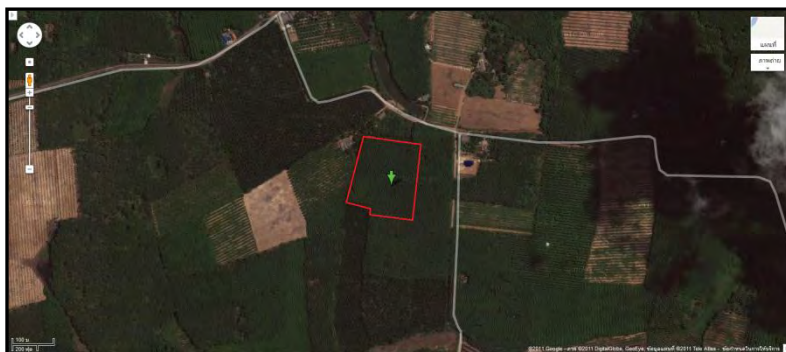


ก: ลักษณะแปลงยางพารา



ข: ลักษณะหน้ากรีดยาง

รหัสแปลงยางพารา	TR 7
ชื่อ-นามสกุล (ลูกจ้างกรีต)	นายเจษฎา คงอินทร์
ที่ตั้ง	ม.4 ต.โนนควน อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง
พิกัด	ละติจูด 7° 22' 29.8" N ลองจิจูด 99° 43' 27" E
พันธุ์ยางพารา	RRIM 600
อายุยาง	12 ปี
ปีที่ปลูก	พ.ศ. 2542
ปีที่เปิดกรีต	พ.ศ. 2548
ขนาดพื้นที่ปลูก	13 ไร่
ระยะปลูก	8×3 เมตร
ระบบกรีต	S/4 5d/6
รูปแบบการขายผลผลิตยาง	น้ำยางสด
ผลผลิต	85 กิโลกรัม / วันกรีต
เปอร์เซ็นต์น้ำยาง	32 เปอร์เซ็นต์
ช่วงการผลัดใบ	กลางเดือนกุมภาพันธ์
ช่วงการเปิดกรีต	ต้นเดือนพฤษภาคม
โรคไฟทอปโทรา	มี (ประมาณสิงหาคม-กันยายนของทุกปี)
โรคราแป้ง	ไม่มี
โรครากขาว	ไม่มี
อาการเปลือกแห้ง	มี
ข้อมูลอื่นๆ	- มีการติดเม็ดยางน้อย ในปี 2553



ค: ภาพถ่ายดาวเทียมของแปลงยางพารา

ข้อมูลรายละเอียดแปลงยางพาราในจังหวัดตรัง

ภาคผนวก 2

การนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่

1. เผยแพร่ในหนังสือสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวโน้มผลกระทบต่องานพาราในภาคใต้ของประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวโน้มผลกระทบต่องานพารา ในภาคใต้ของประเทศไทย

ดร.อัศมน ลิ้มสกุล¹ รศ.ดร.สายัณห์ สดุดี¹ และนายวุฒิชัย แพงแก้ว¹

¹ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

²ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

E-mail: atsamon@deqp.go.th

บทคัดย่อ

ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของภาคใต้ซึ่งการเจริญเติบโตและผลผลิต ขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศเป็นหลัก ผลการศึกษา พบว่า สภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในภาคใต้ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งระยะสั้นและระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญในรอบ 4 ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลและเชื่อมโยงกับความผันแปรของระบบภูมิอากาศในโหมดต่างๆ และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกจากปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก ผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศดังกล่าว ได้ส่งผลกระทบต่องานพาราในหลายมิติทั้งด้านสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะเวลาที่เปิดกรีด รวมไปถึงศักยภาพของผลผลิตที่อาจผันผวนและลดลงได้ ทั้งนี้ พบว่า ความแปรปรวนของผลผลิตยางพาราในรอบปีของภาคใต้ มีความสัมพันธ์เชิงร่วมกับตัวแปรภูมิอากาศหลายตัวแปร ในขณะที่ ความแปรปรวนระหว่างปีมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ

สภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปของภัยพิบัติซึ่งเป็นผลพวงที่สำคัญจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังส่งผลกระทบต่องานพาราโดยตรง คือ ทำให้เกิดการโคนล้มของต้นยางพาราและเกิดน้ำท่วมขังในหลายพื้นที่ ซึ่งมีความถี่ในการเกิดเพิ่มขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา นอกจากนี้ เหตุการณ์ทางภูมิอากาศทั้งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยและสภาวะความรุนแรง ได้ส่งผลกระทบทางอ้อมแบบสะสมต่อลักษณะบางประการที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของยางพารา ซึ่งตัวอย่างของผลกระทบที่เกิดขึ้น เช่น การผลัดใบของยางพาราที่ผิดปกติและเกิดโรคระบาดทางใบ คุณภาพน้ำยางในรูปปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำลง การระบาดของโรคทางดินรุนแรง ตลอดจนประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของต้นยางพาราลดลง จากหลักฐานการศึกษาวิจัยในเบื้องต้น ชี้ให้เห็นว่า ยางพารา เป็นพืชที่มีความอ่อนแอและได้รับผลกระทบสูงจากเหตุการณ์ทางภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ ดังนั้น การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในประเด็นที่สำคัญ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการต่อเนื่อง

2. ส่งบทความและได้รับเชิญให้เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัยในงาน “International Conference on Environmental Pollution, Restoration and Management” at Vietnam holding on March 6-8, 2013.

Climate change and its possible impact on rubber production in southern Thailand

Atsamon Limsakul¹, Sayan Sdoodee², Wutthichai Pangkaew¹

¹Environmental Research and Training Center, Technopolis, Klong5, Klong Luang,

Pathumthani, 12120 Thailand. Email: atsamon@deqp.go.th

²Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University,

Songkhla, 90112 Thailand. Email : sayan.s@psu.ac.th

Abstract

Rubber (*Hevea brasiliensis*) is an economically important crop of Thailand as currently being the world's largest natural rubber producer. Naturally, its phenological development and production are under the strong influence of ongoing climate change. Therefore, enhancing understanding of how regional climate variability and recent global warming affect rubber phenology and production is thus a critical challenge to seek for the effective measures in coping with their adverse impacts. In this study, trends in climate and any possible relations with rubber production is assessed in southern Thailand. The quality controlled meteorological records and the available rubber production data are analyzed. The results reveal that southern Thailand has experienced significant warming over the last four decades. Under this steady warming, rainfall amount and some extreme events exhibit the increased tendency with larger variance in the recent years. The indices representing rainfall intensity and heavy events in southern Thailand as a whole, for example, show significant increases by 0.034 mm yr^{-2} and 3.9 mm yr^{-1} , respectively. In addition, on annual/interannual timescales, climate variables in southern Thailand are closely linked to Asian Summer/Winter Monsoons and El Niño-Southern Oscillation (ENSO) events. Based on further analysis, there is evidence that the observed changes in local climate variables exert noticeable impacts on rubber production. During El Niño (La Niña) years, rubber production in southern Thailand tends to be higher (lower) than normal. Furthermore, increases in rainfall extreme events especially rainfall amount and severe floods which anomalously occurred during summer months seem to have substantial effects on many aspects on rubber phenology, growth and production. These preliminary findings suggest that both natural and anthropogenic climate change and their associated extreme events are an

important factor affecting rubber phenology and production, and their responses are likely complex and non-linear. Hence, detailed process study is needed to shed more light on such causal-effect linkages.

Keywords- Rubber, Southern Thailand, Climate change, Phenology and production

3. นำเสนอผลงานวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศกับผลผลิตยางพารา ในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 12 วันที่ 27-29 มีนาคม 2556 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออรัคิด จังหวัดขอนแก่น

**ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศกับผลผลิตยางพารา
ในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน**

**Relationship between climate variables and rubber production in the coastal areas of
the Gulf of Thailand and the Andaman Sea**

อัศมน ลิมสกุล^{1*} สายัณห์ สดุดี² และ วุฒิชัย แพงแก้ว^{1*}

Atsamon Limsakul¹ Sayan Sdoodee² and Wutthichai Paengkaew¹

^{1*} ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี ปทุมธานี 12120

³ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

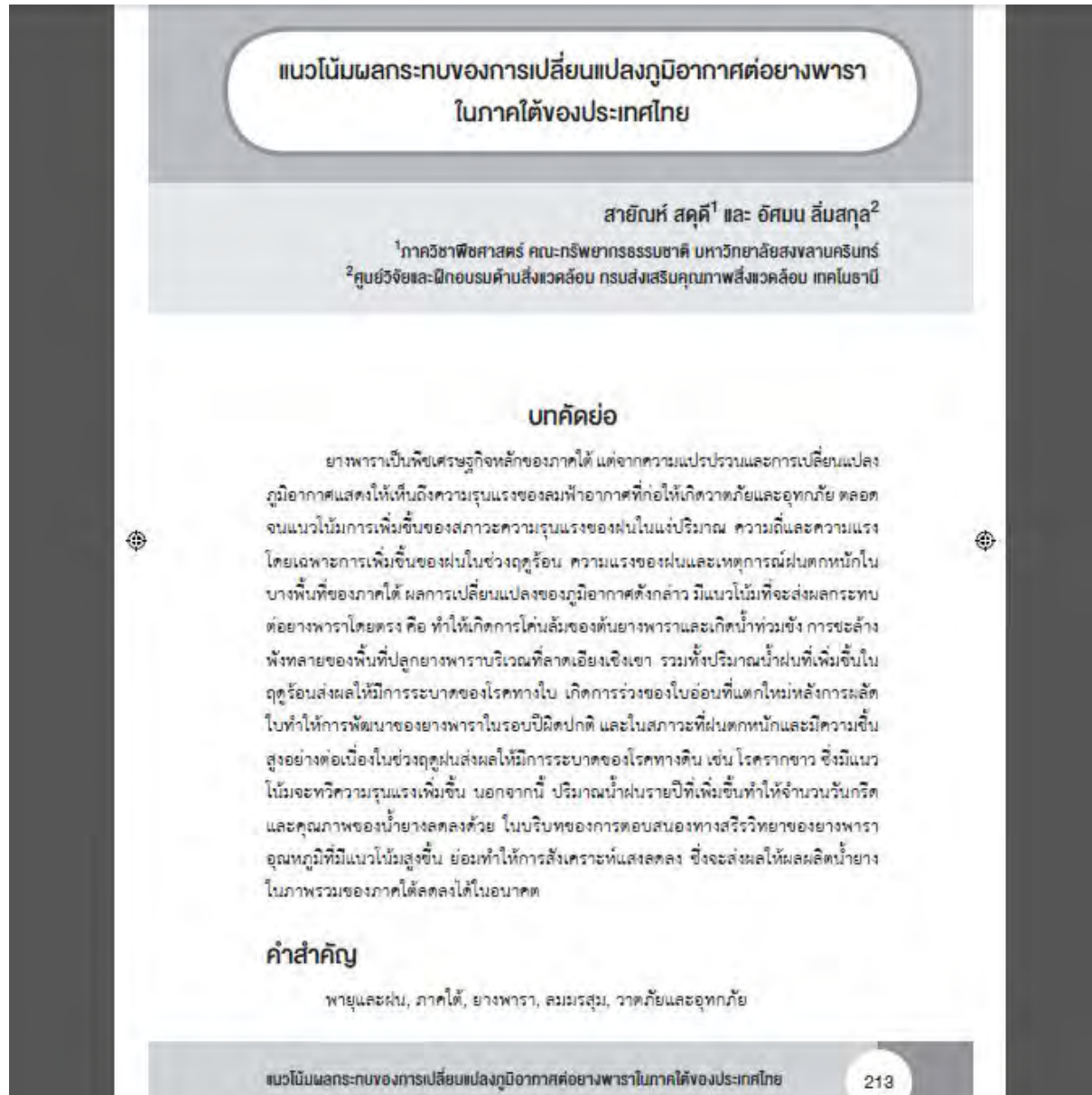
*โทรศัพท์ : 02-577-1138 , โทรสาร : 02-577-4198 , E-mail : atsamon@deqp.go.th

บทคัดย่อ

ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของภาคใต้ซึ่งการเจริญเติบโตและผลผลิต ขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศเป็นหลัก ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ย่อมส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยา การเจริญเติบโต รวมไปถึงผลผลิตที่อาจลดลงได้ การศึกษานี้ ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยางพาราของพื้นที่ภาคใต้และตัวแปรภูมิอากาศ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลผลิตยางพาราในรอบปีทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีความสัมพันธ์เชิงร่วมกับตัวแปรภูมิอากาศหลายตัวแปรซึ่งปรากฏในโหมดที่ 2 ของฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function; EOF) โดยผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงซ้อนในลักษณะ non-linear ระหว่างผลผลิตยางพาราในรอบปีและตัวแปรภูมิอากาศซึ่งมีความแปรปรวนในระดับ second order ที่มักซ่อนความสัมพันธ์อยู่ภายใต้ความแปรปรวนที่โดดเด่นในระดับ first order ในแง่ความแปรปรวนระหว่างฤดูกาลและระหว่างปี ผลผลิตยางพาราในภาคใต้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอนโซ ซึ่งผลผลิต มีแนวโน้มสูงกว่าปกติในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ El Niño ในขณะที่ ผลผลิต มีแนวโน้มลดลงในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ La Niña ผลการศึกษา ยังแสดงให้เห็นเพิ่มเติมว่าผลผลิตยางพาราในภาคใต้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศบางประการ โดยยางพารา มีผลผลิตที่สูงกว่าปกติในปีที่จำนวนวันฝนตกรวมรายปีน้อยกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนน้อยกว่าปกติ แต่กลับลดลง ในปีที่มีวันฝนตกมากกว่าปกติหรือปีที่มีความแรงของฝนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ การสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมถึงกลไกภายใต้ความสัมพันธ์ดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย ในการวางแผน หาแนวทางและมาตรการเพื่อจัดการแก้ไขและบรรเทาภัยที่ยังผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

คำสำคัญ: ตัวแปรภูมิอากาศ, ผลผลิตยางพารา, ฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์

4. นำเสนอในการมหกรรมวิชาการ สกว. การประชุมวิชาการ "การบูรณาการองค์ความรู้งานวิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ และสังคม กับนโยบายการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน" วันพฤหัสบดีที่ 21-22 มิถุนายน พ.ศ. 2555 ณ ห้องประชุม Phoenix 5 ฮอลล์ 7-8 อิมแพ็คเมืองทองธานี



5. ส่งบทความและได้รับเชิญให้เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัยในงาน The 4th International Conference Sustainable Future for Human Security Kyoto, 18-21 October 2013

Climate change and its possible impact on rubber production in southern Thailand

Atsamon Limsakul^a1, Sayan Sdoodee^b, Wutthichai Pangkaew^a

^aEnvironmental Research and Training Center, Technopolis, Klong5, Klong Luang,
Pathumthani, 12120 Thailand.

^bDepartment of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University,
Songkhla, 90112 Thailand.

1. Introduction

Rubber (*Hevea brasiliensis*) is an important crop in Thailand because of its production value, the revenues from export and the employment in this sector. About 6 million people are involved in rubber plantation, while about 0.6 million people work in rubber industries (Jawjit et al., 2010). Since 2003, Thailand has become the world's largest natural rubber producer, with production capacity of 3.1-3.2 million tons per year (RRI, 2008). Rubber is a perennial crop with life-span of 30-35 years, which its growth and latex yield depend largely on climate factors. There is evidence that distribution of rainfall, temperature, sunshine and humidity are the major climatic factors contributing to yield variability in different agroclimatic zones (Jacob et al., 1989). Rubber is commonly cultivated in the monsoonal zones where climate conditions strongly fluctuate on various time scales. Therefore, enhancing understanding of how climate variability and ongoing climate change affect rubber phenology and production is a critical challenge to seek for the effective measures in coping with their adverse impacts. In this study, climate variability and trends and their possible relations with rubber production are assessed in southern Thailand where most rubbers have been cultivated (70%).

* Corresponding author. Tel.: +66-2-577-1136-7; fax: +66-2-577-1138.
E-mail address: atsamon@deqp.go.th.

ภาคผนวก 3

สถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่ขาดหาย

สรุปสถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของอุณหภูมิเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง

หน่วย : องศาเซลเซียส

Station code	Station name	Period	Total data	% missing value	Maximum	Average	Minimum
552201	นครศรีธรรมราช	1981-2011	89,688	3.16	37.9	27.2	9.9
560301	พัทลุง สกษ.	2006-2011	16,704	0	36.5	27.6	20.3
568501	สงขลา	1981-2011	89,688	10.66	42.9	27.9	9.9
551201	สุราษฎร์ธานี	1981-1990	29,216	0	38.2	26.6	16.5
561201	ตะกั่วป่า	1981-2011	89,688	3.67	37.5	27.1	17.0
566201	เกาะลันตา	1982-2011	89,688	0	38.7	27.1	16.7
567201	ตรัง	1981-2011	89,688	10.66	42.9	27.9	9.9

สรุปสถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของฝนราย 3 ชั่วโมง

หน่วย : มิลลิเมตร

Station code	Station name	Period	Total data	% missing value	Maximum	Average	Minimum
552201	นครศรีธรรมราช	1981-2011	89,688	2.47	179.3	0.87	0
560301	พัทลุง สกษ.	2006-2011	16,704	0	149.6	0.78	0
568301	คอหงส์ สกษ.	2006-2011	16,704	0	130.0	0.78	0
568501	สงขลา	1981-2011	89,688	9.23	199.7	0.62	0
551201	สุราษฎร์ธานี	1981-1998, 2006-2011	67,096	2.55	159.4	0.58	0
561201	ตะกั่วป่า	1981-2011	89,688	10.04	159.9	1.31	0
566201	เกาะลันตา	1982-2011	89,688	1.53	191.5	0.75	0
567201	ตรัง	1981-2011	89,688	1.53	128.5	0.74	0

สรุปสถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของความเร็วมลาย 3 ชั่วโมง

หน่วย : นี้อต

Station code	Station name	Period	Total data	% missing value	Maximum	Average	Minimum
552201	นครศรีธรรมราช	1981-2011	89,752	6.55	66	1.43	0
560301	พัทลุง สกษ.	2006-2011	16,704	0	80	1.98	0
568501	สงขลา	1981-2011	89,752	0	60	2.92	0
551201	สุราษฎร์ธานี	1981-1998, 2006-2011	67,096	0.60	70	1.88	0
561201	ตะกั่วป่า	1981-2011	89,752	9.98	40	1.8	0
566201	เกาะลันตา	1982-2011	89,752	2.98	80	4.35	0
567201	ตรัง	1981-2011	89,752	0	90	2.23	0

สรุปสถิติเบื้องต้นและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปของความชื้นสัมพัทธ์ราย 3 ชั่วโมง

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

Station code	Station name	Period	Total data	% missing value	Maximum	Average	Minimum
552201	นครศรีธรรมราช	1981-2011	89,752	1.6	100	81.5	0
560301	พัทลุง สกษ.	2006-2011	16,704	0	100	82.4	40
568501	สงขลา	1981-2011	89,752	0.07	100	80.6	19
551201	สุราษฎร์ธานี	1981-1998, 2006-2011	67,096	0.37	100	81.5	22
561201	ตะกั่วป่า	1981-2011	86,585	1.67	100	83.5	30
566201	เกาะลันตา	1982-2011	86,832	2.6	100	80.4	27
567201	ตรัง	1981-2011	89,752	0.002	100	81.9	22