

รายงานฉบับสมบูรณ์



โครงการ การศึกษากลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาคส่วนเกษตรต่อสภาวะรุนแรงโดยระบบ
ประกันภัยพืชผล : กรณีศึกษาระบบเพาะปลูกข้าว

The Study of Agricultural Risk Management Mechanism for Preparation toward
Extreme Weather Conditions using Crop Insurance: The Case Study of Thailand's
Rice Cultivation

โดย
ดร.ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์
ดร.โสภรค์มี จันทรัตน์
ดร.ปรีสาร รักวาทิน
ดร.ธนสิน ถนอมพงษ์พันธ์

กรกฎาคม 2557

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษากลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงของภาคส่วนเกษตรต่อสภาวะรุนแรงโดยระบบประกันภัยพืชผล
: กรณีศึกษาระบบเพาะปลูกข้าว

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร.ณัฐพงษ์ พัฒนพงษ์.	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ดร.โสภณรัตน์ จันทรัตน์	Crawford School of Economics and Government, The Australian National University
3. ดร.ปรีสาร รักวาทีน	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
4. ดร.ธนสิน ถนอมพงษ์พันธ์	สำนักการจัดการ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ชุดโครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สนับสนุน โดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานเป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

บทคัดย่อ	1
Abstract	2
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	3
Executive Summary.....	5
บทที่ 1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลเพื่อประเมินความเสียหาย	7
1.1 ที่มา.....	7
1.2 วิเคราะห์.....	8
1.2.1 การรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ภาพถ่ายดาวเทียม MODIS และ Radarsat 1-2	8
1.2.2 การเตรียมข้อมูลก่อนประมวลผล (Pre-processing)	9
1.2.3 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อแสดงพื้นที่ประสบอุทกภัย จากภาพถ่ายดาวเทียม Radarsat ...	11
1.2.4 ดัชนี Vegetation Condition Index (VCI), Vegetation -Temperature Condition Index (VTI), และ Standardized Vegetation Index (SVI).....	13
1.2.5 การแบ่งขีดเริ่มปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าวด้วย Extended Kalman Filter (EKF)	15
1.3 ผลการวิเคราะห์.....	18
1.3.1 ค่าดัชนี VCI VTI และ SVI.....	18
1.3.2 ผลลัพธ์การแบ่งขีดเริ่มปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าว	20
1.3.3 การประยุกต์ใช้วิธีการแบ่งช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกและวันเริ่มต้นเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้วิธีการ Extended Kalman Filter(EKF) ในพื้นที่จังหวัดบริเวณ 6 จังหวัดในภาคอีสาน.....	23
1.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลและข้อมูลสภาพอากาศ กับข้อมูลความเสียหายของการปลูกข้าวที่เกิดขึ้นจากภัยแล้งและอุทกภัย	28
1.4 อภิปราย	34
บทที่ 2 สมการแสดงความเสียหาย (Lost Function).....	36

2.1	บทนำ.....	36
2.2	การจัดสร้างสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) โดยใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล (remote sensing).....	36
2.3	แนวทางการกำหนดเงื่อนไขและการคำนวณราคาของประกันภัยพืชผลโดยใช้หลักการของคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial Fair Price).....	39
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของผลผลิตข้าวในพื้นที่เพาะปลูกภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้.....	41
2.5	อภิปรายผล	43
บทที่ 3	การกระจายความเสี่ยง	45
3.1	ที่มา.....	45
3.2	การวิเคราะห์ตลาดข้าวในประเทศไทยและตลาดโลก รวมถึงคุณลักษณะของกลไกราคา.....	45
3.3	การศึกษากลไกการค้นพบราคา (Price Discovery) ของประเทศไทย เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา.....	55
3.3.1	การวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง Error Correction Model (ECM).....	56
3.3.2	การคำนวณน้ำหนักของอิทธิพลของการส่งผ่านราคาตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition	59
3.3.3	การวิเคราะห์การส่งผ่านการเปลี่ยนแปลงราคาโดยใช้ Impulse Response Function	60
3.4	อภิปรายผล	63
3.4.1	ผลการวิเคราะห์ตลาดข้าวในประเทศไทยและตลาดโลก รวมถึงคุณลักษณะของกลไกราคา	63
3.4.2	ผลจากการศึกษากลไกการค้นพบราคา (Price Discovery) ของประเทศไทย เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา ..	64
บทที่ 4	แบบจำลองการบริหารความเสี่ยงกับตลาดการเงินโลก	65
4.1	ที่มาและความสำคัญ	65
4.2	การวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้หลักการปกป้องความเสี่ยงตามแนวทาง Optimal Hedging	66
4.3	แนวทางการบริหารความเสี่ยงด้วยวิธีการกระจายความเสี่ยง (Diversification)	66
4.4	ผลการศึกษาการวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้หลักการปกป้องความเสี่ยงตามแนวทาง Optimal Hedging.....	67

4.5	ผลการวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงด้วยวิธีการกระจายความเสี่ยง (Diversification).....	72
4.6	อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง		77

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ใน 3 ประเด็นหลักประกอบด้วย (1) การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลในการตรวจสอบความเสียหายของพื้นที่ปลูกข้าวในบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ (2) การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลร่วมกับข้อมูลสำมะโนครัวเรือนการเกษตรเพื่อการออกแบบประกันภัยพิบัติสำหรับการปลูกข้าวในสองบริเวณดังกล่าว และ (3) การกระจายความเสี่ยงของการรับประกันภัยโดยการใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดล่วงหน้าของสินค้าโภคภัณฑ์ในต่างประเทศ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม MODIS เพื่อสร้างดัชนีพืชพรรณซึ่งสามารถชี้บ่งการเจริญเติบโตและความเสียหายของการเพาะปลูกข้าวบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ และการเปลี่ยนแปลงของดัชนีดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความเสียหายของการปลูกข้าวทั้งสองบริเวณ รวมถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบประกันภัยพิบัติใช้ดัชนีพืชพรรณเป็นเครื่องชี้บ่งความเสียหาย นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าผู้รับประกันภัยสามารถบริหารความเสี่ยงของความผันผวนโดยการใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดล่วงหน้าของสินค้าโภคภัณฑ์ในต่างประเทศได้

Abstract

The research project explores the feasibility of 3 actions aimed at improving the risk management of rice cultivation in Thailand. First, the study shows that the vegetation index obtained from remote sensing data can identify the rice's crop cycles and also the area experiencing total loss in the central region and the southern belt of northeast zone in Thailand. Second, it is shown that the vegetation index can be used as the indicator in the crop insurance, identifying areas of crop losses and triggering payments to insured farmers. Third, it is found that crop insurers can diversify their risk through both domestic risk pooling (by insuring both zones of rice cultivation) and also internationally hedging through commodity futures markets

บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร

โครงการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะศึกษาแนวทางเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนของประเทศไทยในการบริหารความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการวิจัยจะเป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านต่างๆ ทั้งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลภูมิสารสนเทศเกี่ยวกับการเพาะปลูก ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งแสดงความเสียหายของข้าวที่เกิดจากสภาวะอากาศรุนแรง ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางเศรษฐกิจของครัวเรือน และข้อมูลตลาดโลกของข้าวและตลาดซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า เข้าร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ในหลายสาขาทั้งวิธีการทางภูมิสารสนเทศ และวิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน ซึ่งการบูรณาการข้อมูลและวิธีการเหล่านี้จะนำไปสู่ความเข้าใจขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายการผลิตรข้าวและแนวทางการบริหารความเสี่ยงซึ่งภาครัฐ รวมถึงแนวทางการพัฒนาในอนาคต โดยโครงการวิจัยได้จะมุ่งเน้นไปที่ 3 ประเด็นหลัก และได้ผลการวิจัยในแต่ละประเด็นดังนี้

- 1) การศึกษาแนวทางการประเมินความเสียหายของการผลิตรข้าวในพื้นที่สำคัญ 2 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ โดยการศึกษาและพัฒนาวิธีการประเมินความเสียหายที่เกิดจากสภาวะอากาศรุนแรงจากการใช้ข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) รวมถึงการความสัมพันธ์ของผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) กับข้อมูลความเสียหายที่ได้จากการรายงานผ่านกระบวนการของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งการวิจัยนี้ได้นำข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) ที่เป็นข้อมูลค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) มาใช้ในการสร้างดัชนีเพื่อแสดงสภาวะพืชได้แก่ ดัชนี Vegetation Condition Index (VCI) ดัชนี Vegetation-Temperature Condition Index (VTI) และดัชนี Standardized Vegetation Index (SVI) นอกจากนี้ การวิจัยนี้ยังได้พัฒนาวิธีการชี้บ่งสัปดาห์ของการเริ่มต้นเพาะปลูกข้าวและการเริ่มเก็บเกี่ยวโดยใช้ข้อมูลค่าดัชนี NDVI ซึ่งช่วยในการคำนวณดัชนีแบบ Cumulative SVI ในการกำหนดวันเริ่มปลูกเป็นวันเริ่มต้นบวกสะสมค่า SVI จนกระทั่งวันเก็บเกี่ยว สำหรับข้อมูลของความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมนั้น ได้ระบุตำแหน่งของการเกิดน้ำท่วมโดยการใช้ข้อมูลภาพถ่าย Radarsat เพื่อใช้ค่าดัชนีแสดงสภาวะพืชในบริเวณดังกล่าวมาวิเคราะห์ความเสียหาย
- 2) การศึกษาและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบประกันภัยทั้งด้านการวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสี่ยง การคำนวณราคาเบี้ยประกัน และการบริหารความเสี่ยงของผู้รับประกันภัย โดยใช้ข้อมูลความเสียหายที่ได้จากการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) ร่วมกับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ผลผลิตข้าว และวิธีการทางคณิตศาสตร์ประกันภัย ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลดัชนีสภาวะพืชแบบ Cumulative SVI สามารถชี้บ่งความเสียหายของการปลูกข้าวทั้งในบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ และสามารถสร้างสมการแสดงความเสียหายของการเพาะปลูกข้าวทั้งสองบริเวณโดยวิธีการทางเศรษฐมิติ นอกจากนี้การวิจัยนี้ยังได้เสนอแนะการพัฒนาประกันภัยพืชผลโดยใช้ระดับค่าดัชนีสภาวะพืชแบบ Cumulative SVI เป็นดัชนีชี้บ่งการเกิดความเสียหาย และใช้ข้อมูลความเสียหายจากการเพาะปลูกข้าวจากสำมะโนเกษตรกร ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในช่วงปี 2548 – 2553 ในฐานะในการคำนวณเบี้ยประกันภัย ซึ่งจากการคำนวณได้ราคาเบี้ยประกันภัยที่ 263.04 บาทต่อไร่ ในกรณีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ 296.87 บาทต่อไร่ ในกรณีของพื้นที่เพาะปลูกข้าวภาคกลาง

- 3) การศึกษาแนวทางการพัฒนาบริหารเงินทุนประกันภัย โดยการกระจายความเสี่ยงภายในประเทศระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ และการกระจายความเสี่ยงในระดับนานาชาติโดยใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้า โดยในการศึกษาการกระจายความเสี่ยงภายในประเทศพบว่าผลผลิตของข้าวในบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ ไม่มีความสัมพันธ์ที่มีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการรับประกันภัยพืชผลร่วมกันสำหรับการปลูกข้าวในทั้งสองบริเวณจะไม่เพิ่มภาระให้กับผู้รับประกันภัย โดยการวิจัยนี้ได้จัดสร้างแบบจำลองราคาข้าวของโลกเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลไกราคากับปริมาณอุปสงค์และอุปทาน ซึ่งแบบจำลองได้แสดงให้เห็นว่าการลดลงของอุปทานไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของราคาในสัดส่วนเดียวกัน ดังนั้นการบริหารความเสี่ยงโดยใช้การชดเชยระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอุปทานกับราคาจึงไม่สามารถนำมาใช้ปกป้องความเสี่ยงได้ทั้งหมด และผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือทางการเงินในตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้าในระดับนานาชาติ ซึ่งการผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าผู้รับประกันภัยสามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวในการบริหารความเสี่ยงจากความผันผวนในกรณีของราคาข้าวได้

Executive Summary

This research focuses on the sustainable approach for managing climate change risk on rice farmers. In essence, the research explored several cutting-edge techniques including geographic information system (GIS) related to crop planting, remote sensing data from satellite to show the damage caused by extreme climate conditions, and household socio-economic data and global rice markets as well as futures market. By utilizing advance analytical technique on GIS as well as economics and financial sciences to integrate and comprehend the knowledge related to the underlying farmer's risk and formulate approaches in which the Government can manage these risks. The goal is to crystalize an integrated approach to analyze raw data, to synthesize and develop an understandings and solutions related to managing risks facing rice production by both farmers and the Government. Hence, the research made progress in three key areas and the results are shown below.

- 1) Study of approach in damage evaluation in two key rice growing regions namely, Chao Phraya Basin and Kula-Rong-Hai plain. The study utilized remote sensing technology from satellite to determine the losses associated with extreme climate conditions, specifically obtained from actual loss report from the Ministry of Agriculture. First, to monitor crop cycle remotely, a series of three indexes were created using remote sensing data in the form of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The output indexes are called Vegetation Condition Index (VCI), Vegetation-Temperature Condition Index (VTI) and Standardized Vegetation Index (SVI). By using these indexes, the research team successfully developed technology to identify the first week of rice crop planting, and the first week of rice harvesting. By combining this rice planting and harvesting date detection technology with SVI index, our team was able to develop unique index that accumulates values starting from the first planting date until harvesting, which we call Cumulative SVI, (CSVI). Next, flood-affected areas determined by geo-satellite images from Radarsat, were then cross-examined with the CSVI to determine the predictability of losses

- 2) The study of developmental approach of crop insurance to analyze risk profiles, numeration methods for premiums and risk management for the insurer using remote sensing technology. Together with rice production application and actuarial sciences, the results demonstrate the functionality of CSVI as an indicator of losses of rice planting in both central and southern part of northeastern region. Using econometrics method, the loss function associated with both regions was developed. Furthermore, the research made recommendation on development of crop insurance product based on CSVI as an indicator to detect loss. And by using actual losses report from agriculture household from Office of Agricultural Economics (OAE) during 2005 and 2010 to derive crop insurance premiums, the resulted premiums is at 263.04 Baht per Rai in the case of rice planting area in Northeastern region and 296.87 Baht per Rai in the case of rice planting area in Central region.
- 3) The study of experimental approach to manage insurance capital by diversifying risk domestically between two key rice growing regions, namely Chao Phraya Basin and Kula-Rong-Hai plain, and by diversifying risk at international level utilizing futures market. The study found that the rice production between two key areas are not statistically correlated thus mitigating insurer's concerns on insurance's payout. Furthermore, this research produced global rice model to examine rice price mechanism, demand and supply responses. The model demonstrates decreases in supply do not match proportionately with price increases. Hence, the handoff approach of risk management by automatic adjustment between supply and prices does not perfectly cover the farmer's revenue risk. In addition, the researchers studied an experimental approach to mitigate financial risks by using rice futures to hedge rice price. The result indicates that insurer can use such measure to lessen risks from rice price fluctuations.

บทที่ 1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลเพื่อการประเมิน ความเสียหาย

1.1 ที่มา

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ราบ และพื้นที่ราบลุ่มจึงเป็นสาเหตุให้การเพาะปลูกข้าวมักจะได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ได้แก่ ภัยน้ำท่วม ภัยแล้ง และพายุ เพื่อที่จะประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นกับข้าว ซึ่งนอกจากปัจจัยความเสี่ยงอันเนื่องมาจากผลกระทบจากภัยธรรมชาติแล้ว ความยั่งยืนของโครงการประกันภัยพืชผลยังอาจจะเผชิญกับปัจจัยเสี่ยงเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น การใช้ทรัพยากรทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมากเนื่องจากต้องใช้บุคลากรและเครื่องมือในการติดตามการเพาะปลูกในพื้นที่ที่รับประกันภัยและการตรวจสอบความเสียหายเป็นรายแปลงเพาะปลูก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเสี่ยงเนื่องจาก พฤติกรรมของผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้งจากเกษตรกร หรือจากบริษัทผู้รับประกันภัย หรือจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เบี่ยงเบนไปจากที่พึงประสงค์ เช่น พฤติกรรมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการประกาศพื้นที่ภัยพิบัติโดยมีเหตุจูงใจเนื่องจากผลประโยชน์จากการรับประกันภัยหรือลดความเสียหาย ก็อาจจะให้โครงการประกันภัยไม่สามารถรองรับมูลค่าความเสียหายทั้งหมดได้ และนำไปสู่การยุติโครงการในที่สุด

จากปัจจัยเสี่ยงทั้งการใช้ทรัพยากรทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมาก และปัจจัยเสี่ยงด้านพฤติกรรมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เบี่ยงเบนไปจากที่พึงประสงค์ รวมถึงแนวโน้มของความถี่และความรุนแรงของภัยธรรมชาติ ได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของการเพาะปลูกเนื่องจากสภาวะภัยพิบัติรุนแรง ซึ่งในกรณีของประเทศไทยนั้น ยังไม่มีการพัฒนาและศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลเพื่อประเมินความเสียหายทั้งจากกรณีของน้ำท่วมและกรณีของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกข้าวโดยใช้ขอบเขตการศึกษาเป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จะพัฒนาวิธีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลกับการติดตามสถานะการเพาะปลูกและประเมินผลความเสียหายของการปลูกข้าวบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งเป็นบริเวณที่มักจะได้รับผลกระทบจากภัยแล้งหรือน้ำท่วมเมื่อเกิดสภาวะอากาศรุนแรง

1.2 วิธีวิเคราะห์

1.2.1 การรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ภาพถ่ายดาวเทียม MODIS และ Radarsat 1-2

ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเทอร์ราเรบบโมดิส (Terra MODIS) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาติดตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ [1] เนื่องจากสามารถแสดงรายละเอียดจากการบันทึกภาพซ้ำได้อย่างต่อเนื่อง (High temporal resolution) และสามารถติดตามพื้นที่แบบใกล้เคียงเวลาจริง (Near real time) จึงสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการสร้างดัชนีจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา ซึ่งจะทำให้สามารถติดตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงของลักษณะพืชพรรณบนผิวโลกได้ โดยเมื่อนำข้อมูลจากดาวเทียมมาผ่านการประมวลผลภาพ (Image processing) โดยใช้สมการคณิตศาสตร์ จะทำให้สามารถปรับเน้นข้อมูลให้แสดงความชัดเจนในสิ่งที่ต้องการศึกษามากยิ่งขึ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเทอร์ราเรบบโมดิสจะนำมาใช้คำนวณดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index: VI) ซึ่งเป็นกระบวนการคำนวณให้เน้นข้อมูลพืชพรรณหรือป่าไม้ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยลักษณะการคำนวณที่เป็นที่นิยม คือ การคำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ซึ่งเป็นการคำนวณโดยใช้ผลต่างระหว่างช่วงคลื่นแสงสว่างสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ [2] ซึ่งดัชนีที่ได้จะแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ (Vegetation) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ณ แต่ละจุดบนผิวโลก โดยใช้สมการดังนี้

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{NIR + RED} \quad 1$$

โดยที่ NIR คือข้อมูลภาพ near-infrared และ RED คือข้อมูลภาพเฉพาะโทนสีแดงจากสามสีหลัก

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index: VI) ของดาวเทียมเทอร์ราเรบบโมดิส (Terra MODIS) สามารถรวบรวมได้จากเว็บไซต์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่แบ่งเป็นชุดตามตำแหน่งพิกัดบนผิวโลก โดยข้อมูลดัชนีพืชพรรณจะมีค่าอยู่ในช่วงต่างๆ ซึ่งได้แก่

- ในกรณีที่ค่า NDVI ของพืชที่เพาะปลูกกันอย่างแน่นหนา เช่น ข้าว, ข้าวโพด จะมีช่วงอยู่ที่ 0.3 ถึง 0.8
- ในบริเวณพื้นที่ที่มีพุ่มไม้เตี้ยๆหรือเป็นทุ่งหญ้าจะมีค่า NDVI อยู่ประมาณ 0.2 ถึง 0.3
- ดิน จะมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.2
- ในบริเวณที่พื้นที่ที่ไม่มีพืชอยู่เลย เช่น หิน ทรายหรือหิมะ ค่า NDVI จะต่ำกว่า 0.1 แต่มากกว่า 0
- แหล่งน้ำ เช่น ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ จะมีค่า NDVI น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0

ทั้งนี้ข้อมูล NDVI ที่รวบรวมได้ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ทันที แต่จะต้องผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลทั้งในด้านของการเชื่อมต่อข้อมูลให้มีความต่อเนื่องทั้งรายละเอียดในเชิงพื้นที่และลำดับเวลา

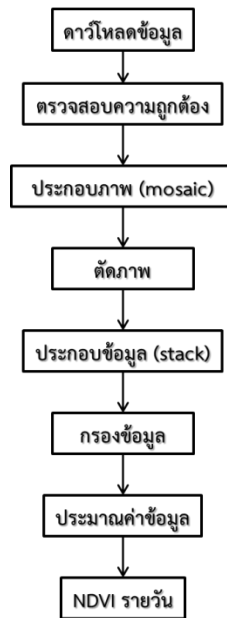
นอกจากนี้เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นการอ่านโดยเครื่องมือวัดซึ่งติดตั้งบนดาวเทียมที่โคจรรอบโลกหลายรอบในหนึ่งวัน จึงมีจำเป็นจะต้องนำข้อมูลมาปรับแก้ความผิดพลาดจากการอ่านข้อมูลและกรองสัญญาณรบกวนออกจากข้อมูล โดยขั้นตอนของการกระบวนดังกล่าวได้นำเสนอในส่วนต่อไป

1.2.2 การเตรียมข้อมูลก่อนประมวลผล (Pre-processing)

ในโครงการวิจัยนี้ได้จัดสร้างชุดข้อมูล NDVI รายวัน ความละเอียด 250 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2555 โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูล NDVI ราย 8 วัน ความละเอียด 250 เมตร ซึ่งชุดข้อมูลดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก โดยกระบวนการรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของจัดเตรียมข้อมูล NDVI เป็นดังต่อไปนี้

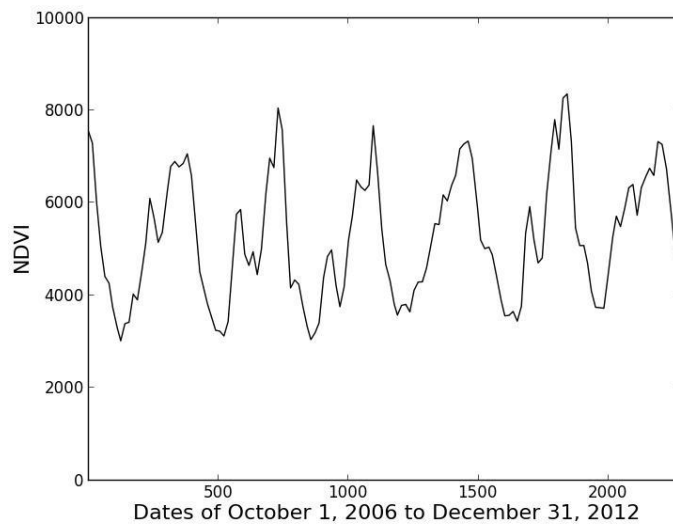
- ดาวน์โหลดข้อมูล NDVI ซึ่งเป็นข้อมูลราย 8 วัน (MOD13Q1) ความละเอียด 250 เมตร โดยในแต่ละชุดข้อมูล ประกอบไปด้วยข้อมูลจำนวน 6 ภาพ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย โดยมีระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นจำนวนทั้งสิ้น 864 ไฟล์ จากเว็บไซต์ <ftp://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD13Q1.005>
- ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล NDVI จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ จำนวนทั้งสิ้น 864 ไฟล์ โดยมีความถูกต้องเป็นจำนวนทั้งสิ้น 864 ไฟล์
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ที่นำมาใช้ต้องผ่านการประมวลผลภาพและทำการสร้างภาพแทนสัญญาณขึ้น โดยในประเทศไทยประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 6 ชั้นประกอบกัน ซึ่งการทำการประกอบข้อมูลและกำหนดพิกัดให้กับข้อมูลนั้น มีขั้นตอนการดำเนินการด้วย ซอฟต์แวร์ MODIS REPROJECTION TOOL 4.1 โดยเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทำต่อภาพที่อยู่คนละส่วนมาประกอบให้เป็นภาพชิ้นเดียวกัน(mosaic)
- ตัดภาพที่ได้จากการประกอบภาพจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ให้พอดีกับประเทศไทย ซึ่งมีพิกัดตั้งแต่ 97.344 องศาเหนือ ถึง 105.637 องศาเหนือ และ 5.613 องศาตะวันออก ถึง 20.465 องศาตะวันออก โดยได้จำนวนทั้งสิ้น 144 ไฟล์
- ประกอบ (stacking) ข้อมูล NDVI เพื่อเป็นการเรียงข้อมูลตามลำดับเวลา โดยรวมข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ จำนวนทั้งสิ้น 144 ไฟล์ ให้เป็น 1 ไฟล์
- กรองข้อมูลในเชิงเวลา เพื่อลดสัญญาณรบกวน ด้วยตัวกรองสัญญาณแบบ Savitzky-Golay

- ประมาณค่าข้อมูล NDVI ราย 8 วันที่ผ่านการกรองสัญญาณรบกวนแล้ว ให้เป็น NDVI รายวัน ด้วยการประมาณค่าเชิงเส้น ทำให้ได้ข้อมูล NDVI ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2555



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำ NDVI รายวัน

จากขั้นตอนทั้งหมด ทำให้ได้ข้อมูล NDVI รายวัน ความละเอียด 250 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2555 โดยในการวิเคราะห์บริเวณที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวได้ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศซึ่งแสดงพื้นที่ปลูกข้าวในการเลือกข้อมูล NDVI เฉพาะบริเวณปลูกข้าวในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ ซึ่งลักษณะของข้อมูลจะเป็นค่าดัชนีที่มีลักษณะขึ้นลงที่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาลเพาะปลูกข้าวในบริเวณนั้นๆ ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลแสดงค่า NDVI ของตำแหน่งซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม
ในจังหวัดขอนแก่น ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2549 ถึง 31 ธันวาคม 2555

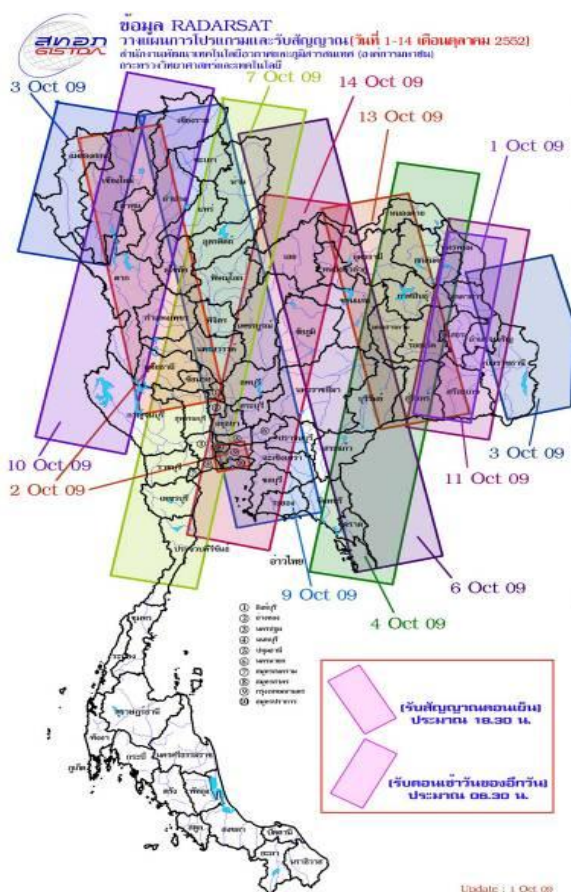
1.2.3 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อแสดงพื้นที่ประสบอุทกภัย จากภาพถ่ายดาวเทียม Radarsat

ถึงแม้ว่าข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราเรบบโมดิส (Terra MODIS) จะมีประโยชน์อย่างมากในการแสดงการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณบนพื้นโลก แต่ข้อมูลดังกล่าวก็มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสัญญาณซึ่งไม่ตรงจบการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลกในกรณีที่มีเมฆหรือฝนได้ ดังนั้นในช่วงเวลาที่มีเมฆปกคลุมหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาของการเกิดอุทกภัยจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Radarsat เพื่อให้ได้รับข้อมูลสำหรับใช้ในการติดตามและประเมินสถานการณ์อุทกภัยเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยลักษณะของข้อมูลดังกล่าวเป็นการถ่ายภาพเป็นบริเวณกว้างด้วยเรดาร์ (radar) ซึ่งมีคุณสมบัติในการถ่ายภาพทะลุเมฆหมอก และเป็นการบันทึกภาพต่างช่วงเวลา (multi-date) และต่างรายละเอียดภาพ (multi-resolution) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่น้ำท่วมขังในแต่ละวันและแปลงให้เป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ชี้บ่งบริเวณที่เกิดน้ำท่วม ร่วมกับข้อมูลดัชนีพืชพรรณและข้อมูลอื่นๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากน้ำท่วมได้

ในงานวิจัยนี้ ภาพถ่ายดาวเทียมส่วนใหญ่ที่ใช้ได้มาจากดาวเทียม Radarsat-1 และ Radarsat-2 จะถูกนำมาผ่านกระบวนการ orthorectification (โดยใช้ ซอฟต์แวร์ GDAL) เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อน โดยจะเลือกจุด ground control points (หรือจุดอ้างอิงที่มีตำแหน่งตรงกันทั้งบนภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ฐาน) อย่างน้อยแปดจุดสำหรับแต่ละภาพเพื่อแก้ไขรูปทรงเรขาคณิตที่ของภาพถ่ายดาวเทียมให้สามารถวางซ้อนบนแผนที่ฐานได้

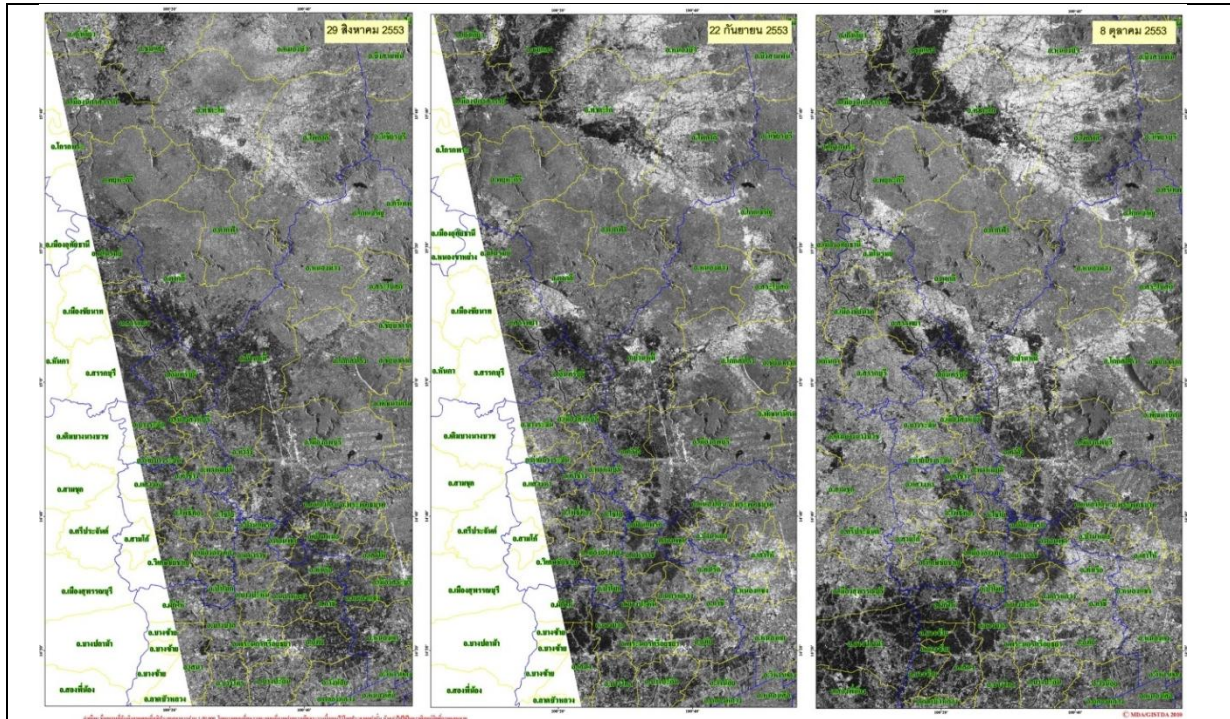
อย่างถูกต้อง ซึ่งในกรณีของประเทศไทยจะใช้ Universal Transverse Mercator (UTM) เขต 47 โดยในกระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิตนี้ จะเลือกจุด ground control points ที่ทำให้ผลของค่า Root Mean Square Error ที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำมากที่สุด (ไม่เกินสองพิกเซล) โดยภายหลังการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว จะปรับข้อมูลให้มีสัญญาณรบกวน (Noise) ลดลง โดยใช้ตัวกรองสัญญาณชนิด Kuan filter

ภายหลังกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลดังกล่าว ภาพถ่ายดาวเทียมจะถูกประมวลผลในรูปแบบของตัวเลขจำนวนเต็ม (integer) เพื่อลดความต้องการใช้พื้นที่หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล โดยในการแยกพื้นที่น้ำท่วมนั้น จะกำหนดค่าเกณฑ์ (Thresholding) ในแต่ละจุดบนภาพ หากจุดดังกล่าวมีค่าที่ต่ำกว่าค่าเกณฑ์ (Thresholding) จะถือเป็นพื้นที่น้ำท่วม ส่วนค่าที่สูงกว่านั้นจะเป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วม โดยบริเวณที่ระบุว่ามีน้ำท่วมจะถูกตรวจสอบซ้ำกับภาพถ่ายดาวเทียมระบบบันทึกข้อมูลคลื่นแสง (optical) เช่น ดาวเทียมไทยโชต, ดาวเทียม QuickBird หรือ ดาวเทียม WorldView ซึ่งอาจเป็นภาพที่ได้รับในวันเดียวกันหรือหนึ่งถึงสองวันหลังจากที่ภาพที่ได้จากดาวเทียม Radarsat ในช่วงระยะเวลาที่น้ำท่วม เพื่อยืนยันความถูกต้องของการชี้บ่งขอบเขตของบริเวณที่เกิดน้ำท่วมโดยข้อมูลภาพถ่าย Radarsat



รูปที่ 3 ลักษณะของพื้นที่ครอบคลุมของข้อมูลจากดาวเทียม Radarsat

ตัวอย่างลักษณะของข้อมูลแสดงพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Radarsat ในบริเวณภาคกลาง



29 สิงหาคม 2553

22 กันยายน 2553

8 ตุลาคม 2553

รูปที่ 4 ภาพเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วม (สีเทาถึงดำ) บนข้อมูลจากดาวเทียม Radarsat-2 หลายช่วงเวลา บริเวณพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา และสุพรรณบุรี

1.2.4 ดัชนี Vegetation Condition Index: (VCI), Vegetation -Temperature Condition Index (VTI), และ Standardized Vegetation Index (SVI)

1.2.4.1 Vegetation Condition Index (VCI)

VCI คือ ดัชนีสถานะของพืชพรรณ ทั้งนี้ในการคำนวณ VCI จะต้องใช้ข้อมูลของดาวเทียม Terra MODIS มาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (หรือ NDVI) ก่อนในเบื้องต้น แล้วจึงนำค่า NDVI มาคำนวณเป็นค่าดัชนี VCI ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$VCI(\%) = \frac{(NDVI - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} \times 100 \quad 2$$

โดยที่ $NDVI$ คือ ค่า $NDVI$ ราย 8 วัน ณ ปีที่ต้องการศึกษา

$NDVI_{min}$ คือ ค่าต่ำสุดของดัชนี $NDVI$ ณ จุดดังกล่าวในช่วงปี พ.ศ. 2543 – 2555

$NDVI_{max}$ คือ ค่าสูงสุดของดัชนี $NDVI$ ณ จุดดังกล่าวในช่วงปี พ.ศ. 2543 – 2555

ซึ่งการคำนวณตามสมการข้างต้นโดยใช้ชุดข้อมูล $NDVI$ ที่ได้จัดสร้างทั้งหมด จะได้ชุดข้อมูลดัชนี VCI ราย 8 วัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555 ของแต่ละจุดพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดภาคกลางและภาคอีสาน ซึ่งถ้าหากค่าของ VCI มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าสถานะของข้าว ณ พื้นที่ปลูกข้าวดังกล่าวในช่วงเวลาของปีนั้น มีความเข้มของสีเขียวใกล้ค่าสูงสุดในช่วงรอบปี พ.ศ. 2543– 2555 ในขณะเดียวกัน ถ้าค่าของดัชนี VCI ในปีใดมีค่าต่ำมาก แสดงว่า ณ จุดพื้นที่ปลูกข้าวนั้นมีสถานะของข้าวในปีดังกล่าวมีความเข้มของสีเขียวต่ำกว่าค่า VCI ในปีอื่นๆ มากเมื่อเปรียบเทียบค่าของช่วงสัปดาห์เดียวกัน

1.2.4.2 Vegetation-Temperature Condition Index (VTI)

VTI เป็นดัชนีแสดงสถานะของพืชซึ่งเป็นการผสมข้อมูล VCI เข้ากับ TCI (Temperature Condition Index) ซึ่งค่าของ VTI ที่คำนวณได้จะแสดงถึงสถานะของพืชพรรณ รวมถึงการประสมภัยแล้งของพืชที่รวมผลกระทบจากอุณหภูมิเข้าไปด้วย โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การสร้างดัชนี VTI ตามแสดงในสมการ

$$VTI = (0.5 \times VCI) + (0.5 \times TCI) \quad 3$$

ทั้งนี้ ค่าของ TCI ถูกคำนวณโดยการนำข้อมูลของค่าอุณหภูมิความสว่างของแต่ละจุด (Brightness Temperature หรือ BT) ซึ่งเป็นข้อมูลอีกประเภทหนึ่งที่ดาวเทียม Terra MODIS เก็บค่าอุณหภูมิของแต่ละจุดต่างๆ บนผิวโลก ในช่วงเวลา 16 วัน โดยค่า TCI มีลักษณะการคำนวณที่คล้ายกับวิธีการคำนวณ VCI นั่นคือการนำผลต่างระหว่างค่าที่อ่านได้กับค่าสูงสุดมาหารด้วยค่าช่วงระหว่างอุณหภูมิความสว่างสูงสุดและต่ำสุด ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$TCI(\%) = \frac{(BT_{max} - BT)}{(BT_{max} - BT_{min})} \times 100 \quad 4$$

โดยที่ BT คือ ค่าอุณหภูมิความสว่าง(Brightness Temperature) ราย 16 วัน

BT_{min} คือ ค่าค่าอุณหภูมิความสว่างต่ำสุด ณ จุดดังกล่าวในรอบปี พ.ศ. 2543-2556

BT_{max} คือ ค่าอุณหภูมิความสว่างสูงสุด ณ จุดดังกล่าวในรอบปี พ.ศ. 2543-2556

จากวิธีการคำนวณค่า TCI จะเห็นได้ว่าหากบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆ ค่าของ TCI จะมีค่าต่ำ ซึ่งจะทำให้ค่า VTI ลดลง (หากค่า VCI ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม) ซึ่งหมายถึงสถานะของพืชก็อยู่ในระดับต่ำกว่า

ปกติ ในทางตรงกันข้าม หากปีดังกล่าวมีอุณหภูมิไม่สูงมากกว่าปีอื่นๆ ก็จะทำให้ค่าของ TCI อยู่ในระดับสูง ซึ่งจะส่งผลให้ค่าของ VTI เพิ่มขึ้น (หากค่า VCI ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม)

1.2.4.3 Standardized Vegetation Index (SVI)

ในส่วนของดัชนีนี้ จะเป็นการคำนวณค่าดัชนีบ่งชี้สภาวะของพืชโดยการหาผลต่างของค่า NDVI ของวันที่สำรวจกับค่าเฉลี่ยของ NDVI ณ ตำแหน่งดังกล่าว และหารผลต่างดังกล่าวด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูล NDVI ช่วงเวลาทั้งหมด โดยมีรูปแบบของการคำนวณดังนี้

$$SVI_{i,t} = \frac{NDVI_{i,t} - \overline{NDVI_i}}{S.D. \text{ of } NDVI_i} \quad 5$$

โดยที่ $NDVI_{i,t}$ คือ ค่าดัชนี NDVI ณ พื้นที่ i ในปีที่ t

$\overline{NDVI_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI ณ พื้นที่ i ตลอดช่วงเวลาปี พ.ศ. 2543 - 2555

$S.D. \text{ of } NDVI_i$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ณ พื้นที่ i ตลอดช่วงเวลาปี พ.ศ. 2543 - 2555

ทั้งนี้ค่าของ SVI ที่ได้จะแสดงถึงค่าของ NDVI ณ บริเวณดังกล่าวเทียบกับค่าของสัปดาห์เดียวกันในช่วงปี พ.ศ. 2544 - 2555 โดยหากพืชในปีดังกล่าวมีความเข้มของสีเขียวมากกว่าค่าของปีอื่นๆ ก็จะมีค่า SVI ที่สูง ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าพืชอยู่ในสภาพที่มีการเจริญเติบโตดี ในขณะเดียวกันถ้ามีค่า SVI ต่ำ แสดงว่าสภาวะการเจริญเติบโตของพืชในปีดังกล่าวต่ำกว่าในปีอื่นๆ

1.2.5 การบ่งชี้วัดเริ่มปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าวด้วย Extended Kalman Filter (EKF)

การบ่งชี้วันปลูกข้าวเพื่อใช้ในการตรวจสอบพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ครอบคลุม ข้อมูลที่ตอบโจทย์ได้ดีที่สุดได้แก่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม [3] [4] [5] ในบรรดาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายดาวเทียมโมดิสเป็นข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากสามารถถ่ายภาพทุกวันทั้งจุดเดิมและยังเป็นข้อมูลที่น่ามาใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย [5] [6] จากการทบทวนวรรณกรรม [7] พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลา NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) เคยถูกใช้ในการหาวันเริ่มต้นของการปลูกข้าวโพดและถั่วเหลืองมาแล้ว โดย [7] ได้เสนอวิธีการประมาณวันต่างๆของพืชในสหรัฐอเมริกาโดยการเปรียบเทียบกันของสองวิธีระหว่าง Savitzky-Golay filter และ Double logistic function เพื่อกรองสัญญาณรบกวนออกจาก MODIS NDVI รายวันที่ความละเอียด 250 เมตร และใช้วิธีการหาอนุพันธ์ขั้นที่หนึ่งและสองในการแยกวันออกจากข้อมูลที่กรองแล้ว พวกเขาได้ข้อสรุปว่าทั้งสองเทคนิคมีข้อดีที่ต่างกันและส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยกว่า 2 สัปดาห์

งานวิจัยของ Kleynhans [8] ใช้ Extended Kalman Filter และ Triply modulated cosine function กับข้อมูลอนุกรม MODIS NDVI ทุกๆ 8 วันที่ความละเอียด 500 เมตรเพื่อจำแนกกระหว่างพื้นที่ชุมชนและพืชตาม

ธรรมชาติในตอนเหนือของประเทศแอฟริกาใต้ ข้อมูล NDVI ถูกแยกออกเป็นค่าเฉลี่ย แอมพลิจูดและเฟส จากนั้นใช้ค่าเฉลี่ยและแอมพลิจูดในการจำแนกพื้นที่ชุมชนและพืชตามธรรมชาติจากภาพถ่ายดาวเทียม ความถูกต้องในการจำแนกจากวิธีนี้ดีกว่าวิธีการ Fourier transform นอกจากนี้ Kleynhans [9] ยังใช้วิธีการเดียวกันนี้ในการประมาณการเปลี่ยนแปลงของผิวดินโดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าแอมพลิจูดเพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลง ผลลัพธ์ของเขาแสดงให้เห็นความถูกต้องถึงร้อยละ 89

ในงานวิจัยนี้ เราจะใช้วิธีการของ Kleynhans ในการหาวันปลูกข้าวโดยใช้ Extended Kalman Filter และ triply modulated cosine function จะใช้กับข้อมูลอนุกรม MODIS NDVI มีเป็นข้อมูลราย 8 วัน ซึ่งมีความละเอียด 250 เมตร ค่าแอมพลิจูดและเฟสที่ได้จากการแยกตัวประกอบของ EKF จะถูกคำนวณเป็นสัญญาณการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล [10] สัญญาณการเปลี่ยนแปลงในช่วงขึ้นจะเทียบได้กับช่วงการปลูกข้าวและช่วงเก็บเกี่ยวจะเทียบได้กับช่วงชาลง ดังนั้นเราจึงหาช่วงที่เหมาะสมและใช้วิธีการลากเส้นตัดเพื่อหาวันปลูกข้าวที่เหมาะสมที่สุด

1.2.5.1 A triply modulated cosine function

อนุกรมเวลา NDVI สำหรับสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปแบบเป็น A triply modulated cosine function ได้ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$y_k = \mu_k + \alpha_k \cos(\omega k + \varphi_k) + n_k \quad 6$$

โดยที่ y_k คือค่าจากการสังเกตของอนุกรมเวลา NDVI μ_k คือค่าเฉลี่ย α_k คือแอมพลิจูด φ_k คือเฟส n_k คือสัญญาณรบกวน k คือเวลาและ ω คือความถี่เชิงมุม ความถี่เชิงมุมสามารถคำนวณได้จากสมการ $\omega = 2\pi f$ โดยที่ f คือความถี่ของการเจริญเติบโตของพืช ในงานวิจัยนี้เราจึงกำหนดให้ f มีค่าเท่ากับ 8/365 ในข้อมูลข้าวนาปี และ f มีค่าเท่ากับ 8/240 ในข้อมูลข้าวนาปรัง

1.2.5.2 The Extended Kalman Filter

การแยกตัวแปร NDVI จากโมเดล triply modulated cosine function จะใช้ควบคู่กับ Extended Kalman Filter (EKF) ซึ่งเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นโค้ง ใช้ในการแยกตัวแปรที่สนใจออกมา เพื่อแยกตัวแปร ค่าเฉลี่ย แอมพลิจูด และเฟส ออกมาจากสัญญาณ NDVI โดยที่ EKF มีสมการดังนี้

$$x_k = f(x_{k-1}) + w_k \quad 7$$

$$y_k = h(x_k) + v_k \quad 8$$

โดยที่ x_{k-1} คือค่าเดิมที่เวลาก่อนหน้า w_k คือสัญญาณรบกวนของตัวแปร y_k คือค่า NDVI ที่คำนวณได้ ฟังก์ชัน $h(x_k)$ จะถูกแทนด้วย a triply modulated cosine function และ v_k คือสัญญาณรบกวนของ NDVI

1.2.5.3 วิธีหาวันเริ่มต้นการเพาะปลูกข้าว

จากวิธีการ A triply modulated cosine function เราสามารถแบ่งความหมายของตัวแปรออกเป็น μ_k และ $\alpha_k \cos(\omega k + \varphi_k)$ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ว่า μ_k สามารถใช้ในการบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงได้ และ $\alpha_k \cos(\omega k + \varphi_k)$ สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้และจะเห็นลักษณะของการเจริญเติบโตของข้าว ดังนั้น เราจึงเลือกเฉพาะ $\alpha_k \cos(\omega k + \varphi_k)$ ในการประมาณวันปลูกข้าว ก่อนการปลูกข้าวสัญญาณจะมีค่าที่ต่ำและเมื่อเกิดการปลูกข้าวสัญญาณจะมีค่าสูงขึ้น เราจึงใช้เส้นตัดกับช่วงดังกล่าวเพื่อประมาณการปลูกข้าว

ในการวิเคราะห์นี้ จำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าตั้งต้นให้เหมาะสม ยิ่งค่าตั้งต้นดีเท่าไรการทำงานของระบบจะเสถียรเร็วเท่านั้น การคำนวณค่าตั้งต้นจะใช้สมการดังนี้

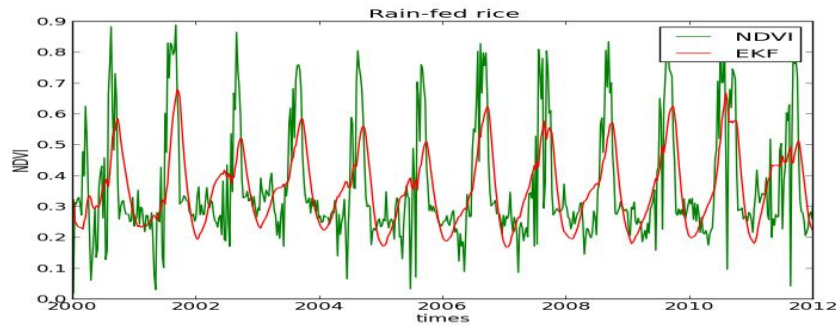
$$\mu_1 = \sum_{i=1}^N \frac{NDVI_i}{N} \quad 9$$

$$\alpha_1 = \frac{\max(NDVI) - \min(NDVI)}{2} \quad 10$$

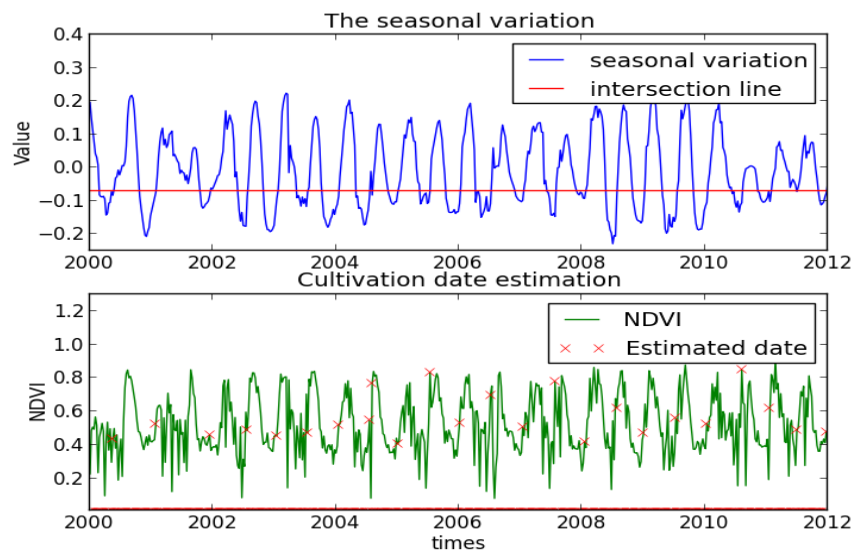
โดยที่จะกำหนดเฟสเริ่มต้นเป็น 120 องศาในข้าวนาปีและ 0 องศาในข้าวนาปรังเนื่องจากการพิจารณาลักษณะของข้าวในช่วงเวลาวันที่เริ่มต้นของข้อมูล

การคำนวณเส้นตัดและตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ได้มาจากการนำข้อมูลบางส่วนมาผ่านการทดสอบ โดยใช้ค่าสัญญาณรบกวนที่เพิ่มเข้าไปในระบบทุกค่าที่เป็นไปได้ เพื่อหาค่าที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดซึ่งจากการทดสอบทำให้เราได้ค่าที่เหมาะสม ได้แก่ สัญญาณรบกวนค่าเฉลี่ย แอมพลิจูด เฟสและ NDVI ของข้าวนาปีเท่ากับ 0.1, 0.05, 1 และ 20 ตามลำดับ สัญญาณรบกวนค่าเฉลี่ย แอมพลิจูด เฟสและ NDVI ของข้าวนาปรังเท่ากับ 0.1, 0.05, 100 และ 20 ตามลำดับ และเส้นตัดวันปลูกข้าวของข้าวนาปีเท่ากับ -0.02 และของข้าวนาปรังเท่ากับ -0.07

ขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากการแยกองค์ประกอบของ NDVI ด้วย A triply modulated cosine function และ Extended Kalman Filter และเมื่อนำสัญญาณรบกวนออกไปจะได้ค่าที่มีลักษณะดัง รูปที่ 5 และรูปที่ 6 ซึ่งเป็นพื้นที่ข้าวนาปีและนาปรัง ตามลำดับ นำค่าตัวแปรที่แยกองค์ประกอบออกมาได้มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นสัญญาณการเปลี่ยนแปลงและตัดวันเพื่อประมาณวันปลูกข้าว จะได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 5 และ รูปที่ 6



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบระหว่าง NDVI และการประมาณจาก EKF ในพื้นที่ข้าวนาปี



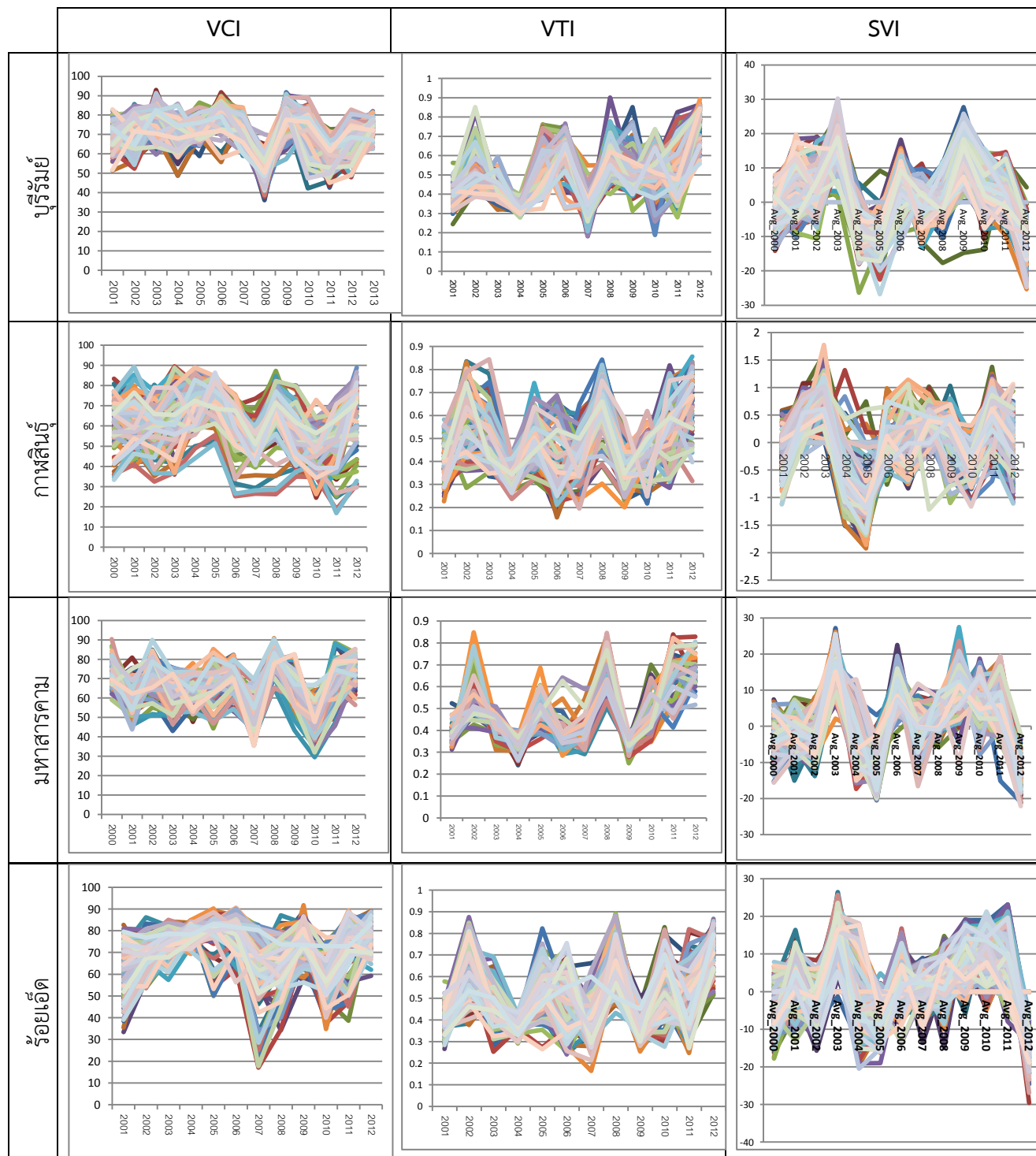
รูปที่ 6 พื้นที่ข้าวนาปรัง (บน) เส้นตัดวันปลูกข้าวกับสัญญาณการเปลี่ยนแปลง (ล่าง) NDVI กับวันปลูกข้าว

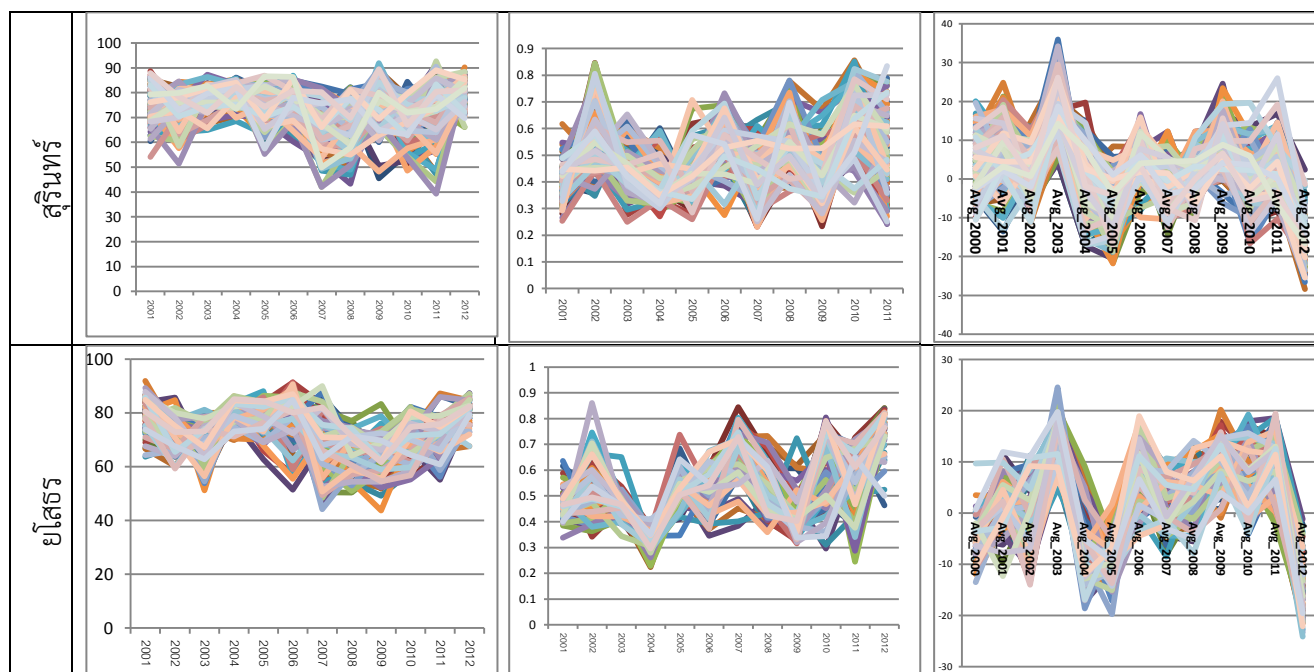
1.3 ผลการวิเคราะห์

1.3.1 ค่าดัชนี VCI VTI และ SVI

จากการใช้ข้อมูล NDVI ของกลุ่มจังหวัดภาคอีสานใต้ซึ่งอยู่ในบริเวณที่ต้องการศึกษา เพื่อคำนวณค่าดัชนี VCI VTI และ SVI ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 โดยที่แสดงเป็นมูลค่าของค่าสะสมรายปีของดัชนี VCI, VTI และ SVI โดย 1 เส้นในแต่ละกราฟแสดงถึงค่าเฉลี่ยของแต่ละตำบลในจังหวัดนั้นๆ ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณนี้จะใช้ในการประเมินความเสียหายของพืชร่วมกับข้อมูลอื่นๆ

ตารางที่ 1 ค่าสะสมรายปีของดัชนี VCI, VTI และ SVI โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยรายตำบลของ 6 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

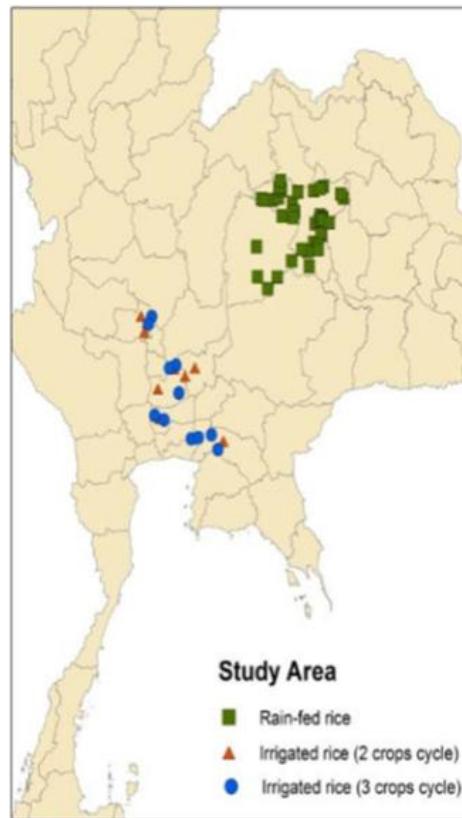




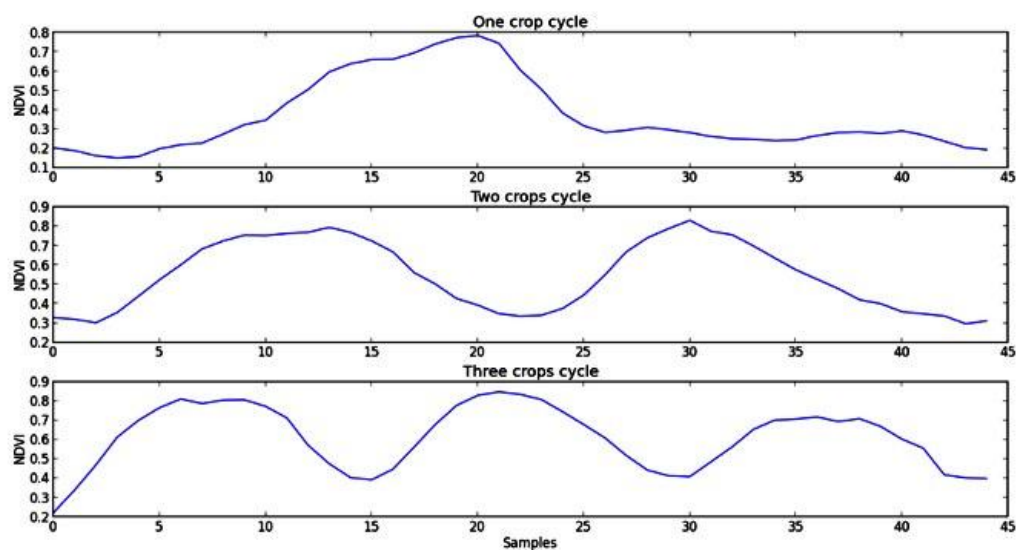
1.3.2 ผลลัพธ์การบ่งชี้วัดเริ่มปลูกและวันเก็บเกี่ยวข้าว

พื้นที่การศึกษาประกอบด้วยพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ ฉะเชิงเทรา นนทบุรี สระบุรี ชัยนาท ชัยภูมิ ขอนแก่น และจังหวัดอยุธยาตามข้อมูลการปลูกข้าวที่ได้รับจากกรมการข้าว รูปที่ 7 แสดงให้เห็นตำแหน่งของข้อมูล จังหวัด ชัยนาทและจังหวัดขอนแก่นตั้งอยู่ในส่วนตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจะเป็นข้อมูลข้าวนาปี ในขณะที่พื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยจะเป็นข้อมูลข้าวนาปรัง ซึ่งตัวอย่างของข้อมูล NDVI ข้าวนาปีและข้าวนาปรังได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 8

ข้อมูลภาคพื้นดินในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลวันเริ่มต้นการเพาะปลูกข้าวและข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าว ข้อมูลวันเริ่มต้นการเพาะปลูกข้าวได้รับมาจากกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกอบด้วยพิกัด UTM, จังหวัด วันที่ปลูกและวันที่ของการเก็บเกี่ยวข้าว ข้อมูลนี้ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่าวันปลูกข้าวในงานวิจัยนี้ ข้อมูลที่ได้สามารถแบ่งออกเป็น 45 กลุ่มตัวอย่างสำหรับข้าวนาปี และ 24 ตัวอย่างสำหรับข้าวนาปรังสองรอบต่อปี นอกจากนี้ยังมีข้อมูล 15 ตัวอย่างสำหรับข้าวนาปรังสามรอบต่อปี ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย พิกัดแสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปี และพิกัดซึ่งแสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง



รูปที่ 7 พื้นที่การศึกษาและพิกัดของข้าวตามข้อมูลจากกรมการข้าว



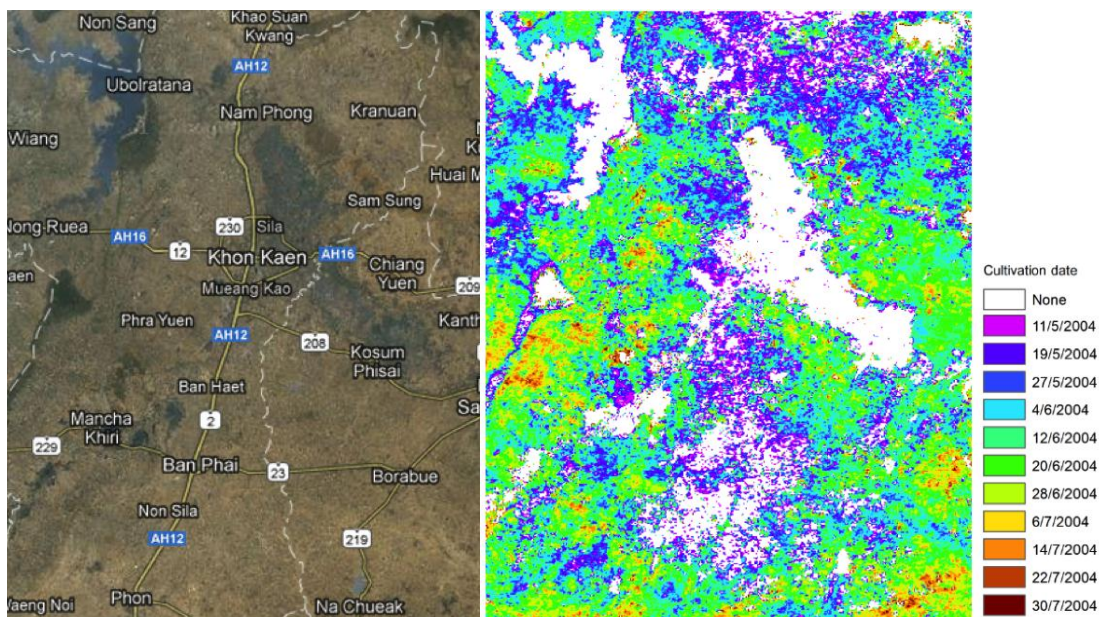
รูปที่ 8 อนุกรมเวลา NDVI ของ (a) ข้าวนาปี (b) ข้าวนาปรังสองรอบต่อปีและ (c) ข้าวนาปรังสามรอบต่อปี

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูลที่คำนวณได้

ชนิดของข้าว	จำนวนความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่คำนวณได้		
	น้อยกว่า 8 วัน	น้อยกว่า 16 วัน	ทั้งหมด
ข้าวนาปี	24 (53.33%)	34 (75.56%)	45 (100%)
ข้าวนาปรัง(สองรอบต่อปี)	10 (50%)	16 (80%)	20 (100%)
ข้าวนาปรัง(สามรอบต่อปี)	4 (26.67%)	6 (40%)	15 (100%)

จากตารางที่ 2 เราจะเห็นว่าข้าวนาปีมีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงกับที่คำนวณได้น้อยกว่า 16 วัน เท่ากับ 75.56% ของข้อมูลทั้งหมด ข้าวนาปรังสองและสามรอบต่อปีอยู่ที่ 80% และ 40% ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อน 16 วันอยู่ในเกณฑ์ที่พอยอมรับได้เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่อยู่ในรอบ 8 วันจะมีแค่หนึ่งข้อมูล นั่นหมายความว่าค่าความคลาดเคลื่อน 16 วันเกิดจากการผิดพลาดไปเพียงสองจุดข้อมูลเท่านั้น แต่ว่าข้าวนาปรังสามรอบต่อปียังคงมีปัญหาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของข้อมูล ทำให้การตรวจจับข้อมูลตรวจไม่พบในบางเหตุการณ์

จากรูปที่ 9 แสดงได้ให้เห็นภาพสีแสดงวันปลูกข้าวนาปีในปี พ.ศ.2547 ซึ่งผลลัพธ์ที่ออกมาแสดงให้เห็นว่าข้าวนาปีจะปลูกในช่วงเดือน 6 เป็นส่วนใหญ่ ด้วยวิธีนี้สามารถประมาณวันปลูกได้ใกล้เคียงกับเวลาเพาะปลูกจริง

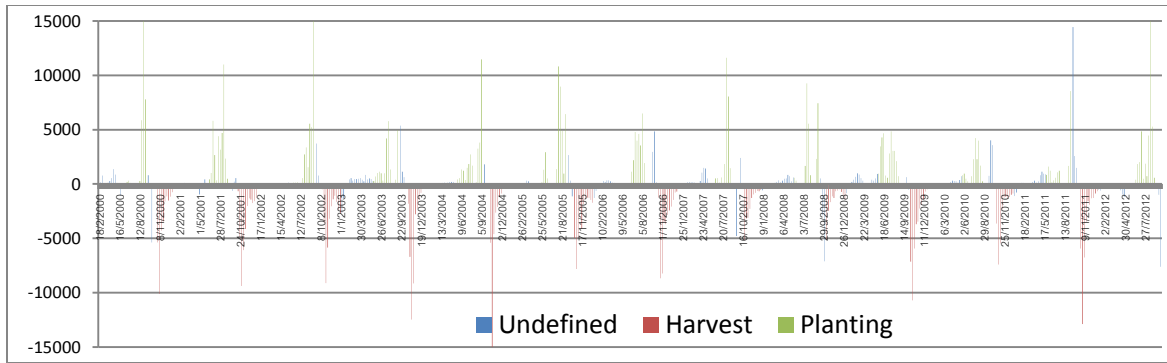


รูปที่ 9 ภาพเปรียบเทียบจังหวัดของแก่นจาก google map กับภาพสีแสดงวันปลูกข้าวนาปีในปี 2547

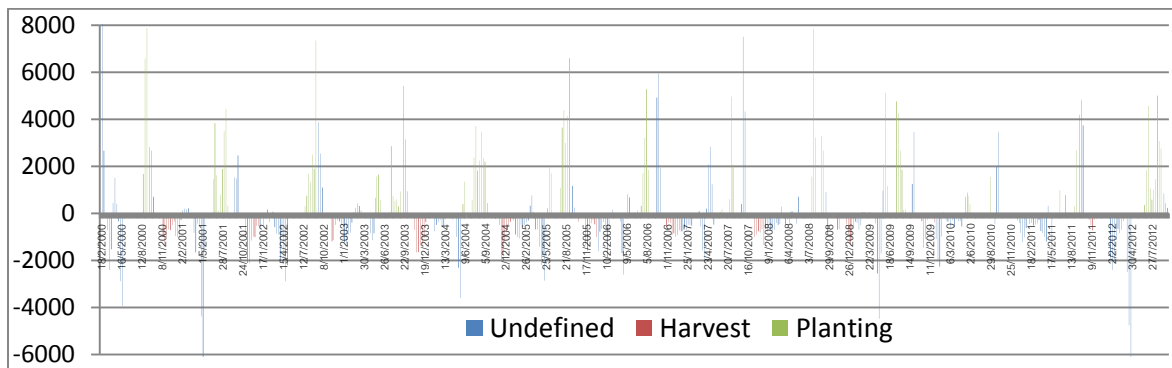
1.3.3 การประยุกต์ใช้วิธีการบ่งชี้วันเริ่มต้นการเพาะปลูกและวันเริ่มต้นเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้วิธีการ Extended Kalman Filter(EKF) ในพื้นที่จังหวัดบริเวณ 6 จังหวัดในภาคอีสาน

จากแนวทางการใช้วิธีการบ่งชี้วันเริ่มต้นการเพาะปลูกและวันเริ่มต้นเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้วิธีการ Extended Kalman Filter (EKF) ซึ่งได้ทดสอบกันบริเวณพื้นที่ตัวอย่าง พบว่าสามารถบ่งชี้วันเริ่มต้นการเพาะปลูกข้าวโดยได้รับค่าความถูกต้องเป็นที่น่าพอใจใน โดยมีข้อผิดพลาดโดยรวมน้อยกว่า 16 วันคิดเป็นร้อยละ 75.56 ในพื้นที่ตัวอย่างในภาคอีสาน ซึ่งเป็นบริเวณปลูกข้าวนาปี ดังนั้น คณะผู้วิจัย จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวกับข้อมูล NDVI ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดในจังหวัดบุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด สุรินทร์ และยโสธร ซึ่งในการวิเคราะห์ได้คำนวณผลรวมของจำนวนจุดของพื้นที่ปลูกข้าวซึ่งแสดงสัญญาณเริ่มเพาะปลูก (ค่าของ NDVI เพิ่มขึ้นจนตัดเส้นระดับวันปลูกข้าว) ซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มต้นฤดูการเพาะปลูกโดยปกติของนาปี (เดือนกรกฎาคม-สิงหาคม) และคำนวณผลรวมของจำนวนจุดซึ่งแสดงสัญญาณการเก็บเกี่ยว (ค่าของ NDVI ลดลงจนตัดเส้นระดับฯ) ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวตามปกติของนาปี ผลที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวแสดงใน**ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง-15** และดังแสดงใน **และ** ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการ Extended Kalman Filter (EKF) สามารถบ่งชี้การเริ่มปลูกข้าวและการเริ่มเก็บเกี่ยวของการปลูกข้าวนาปีในทั้ง 6 จังหวัดได้ในระดับที่น่าพอใจ แต่อย่างไรก็ดี หากพิจารณาผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 10 ถึง รูปที่ 15 และใน **และ** จะพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น โดยจำนวนจุดของพื้นที่ที่สามารถระบุวันเริ่มปลูกและวันเริ่มเก็บเกี่ยวจะน้อยกว่าจำนวนจุดของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ซึ่งในบางปีจะมีสัดส่วนน้อยมากหากเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจาก

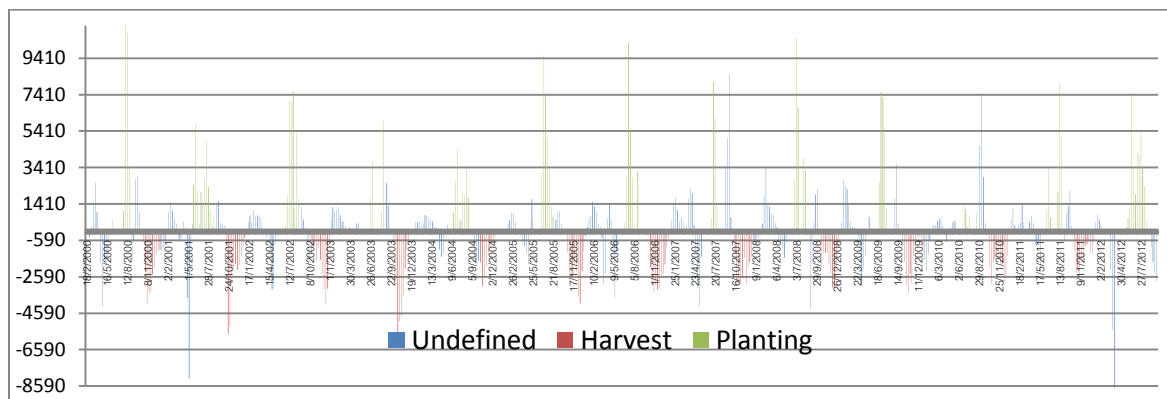
- สัญญาณรบกวนจากสภาพอากาศในช่วงฤดูฝน ซึ่งความหนาแน่นของเมฆและปริมาณฝนในวันที่ดาวเทียมเก็บข้อมูลจะส่งผลให้ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อน และในบางครั้งไม่สามารถอ่านค่าสัญญาณต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้
- การปรับตารางการเพาะปลูกของเกษตรกรในบางปี เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณฝนในปีนั้นๆ
- พื้นที่ที่ระบุว่าเป็นปลูกข้าว อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปใช้ประโยชน์อื่นๆ



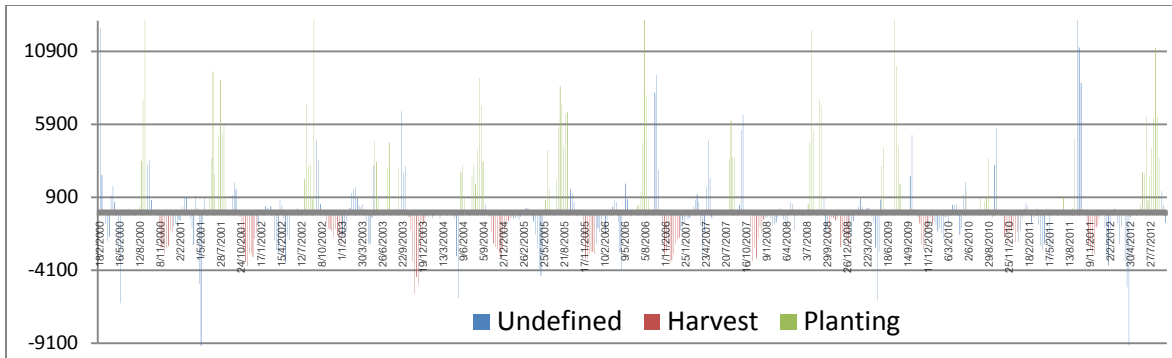
รูปที่ 10 จำนวนตำแหน่งพื้นที่ปลูกข้าวที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)



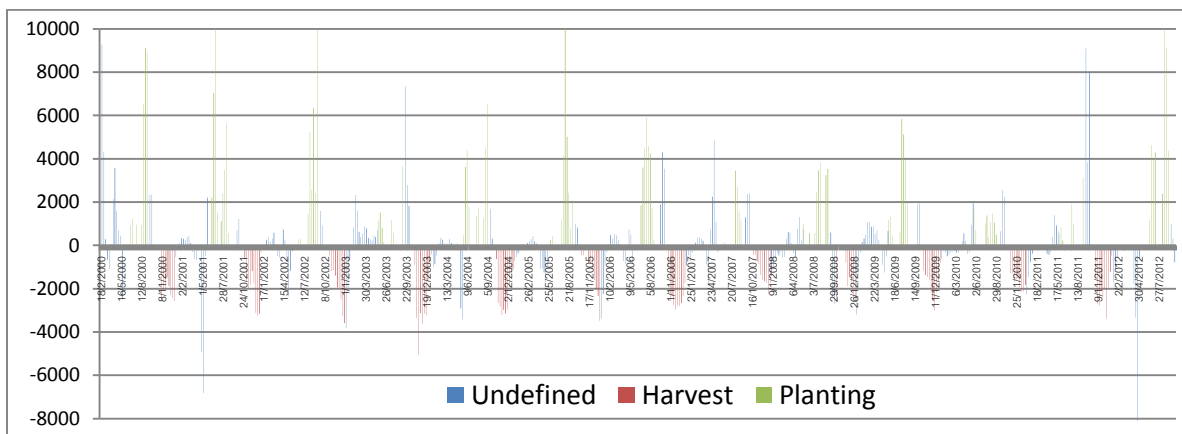
รูปที่ 11 จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดกาฬสินธุ์ ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)



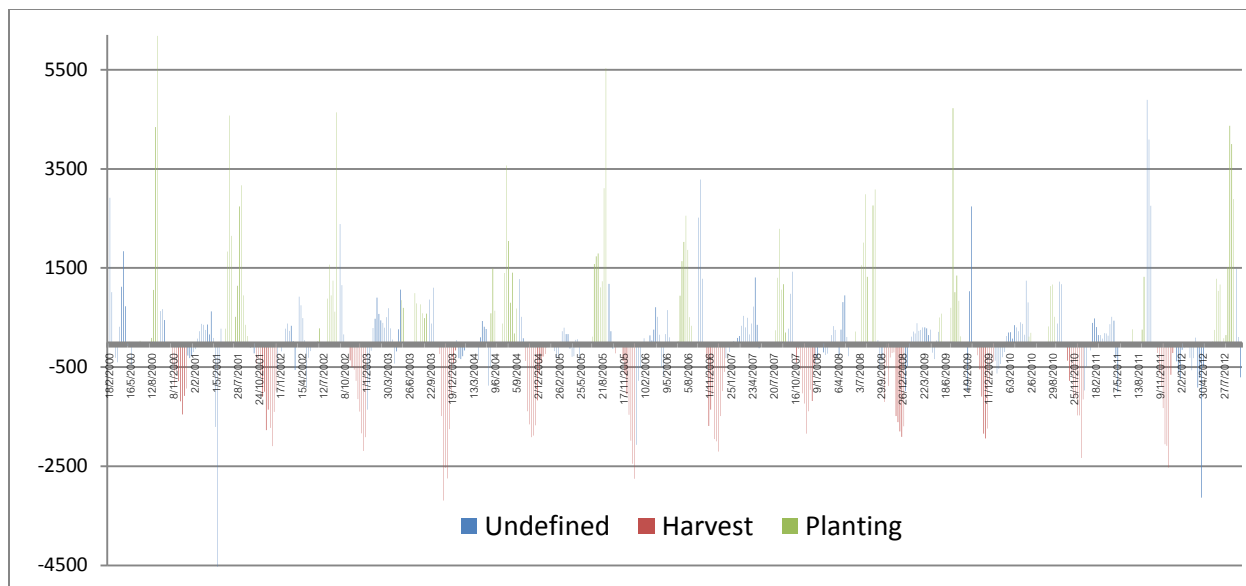
รูปที่ 12 จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดมหาสารคาม ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)



รูปที่ 13 จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดร้อยเอ็ด ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)



รูปที่ 14 จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดสุรินทร์ ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)



รูปที่ 15 จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณแสดงการเริ่มเพาะปลูก สัญญาณแสดงการเริ่มเก็บเกี่ยว และสัญญาณอื่นๆ ในบริเวณนาข้าวทั้งหมดในจังหวัดยโสธร ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2012 (พ.ศ. 2543-2555)

ตารางที่ 3 : จำนวนและร้อยละของตำแหน่งที่ปลูกข้าวใน มหะพะปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงจังหวัดภาคอีสานที่มีสัญญาณเร่ 6

จังหวัด	จำนวนจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว	ปี 2000	ปี 2001	ปี 2002	ปี 2003	ปี 2004	ปี 2005	ปี 2006	ปี 2007	ปี 2008	ปี 2009	ปี 2010	ปี 2011	ปี 2012
บุรีรัมย์	51,736	29,898	36,340	34,499	22,115	30,363	30,979	28,723	24,735	27,931	31,295	17,939	17,201	40,586
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	57.8%	70.2%	66.7%	42.7%	58.3%	59.9%	55.5%	47.8%	54.0%	60.5%	34.7%	33.2%	78.4%
กาฬสินธุ์	35,387	16,172	18,000	15,850	9,831	20,458	16,045	12,525	7,888	18,590	22,193	2,682	4,734	21,764
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	45.7%	50.9%	44.8%	27.8%	57.8%	45.3%	35.4%	22.3%	52.5%	62.7%	7.6%	13.4%	61.5%
มหาสารคาม	41,687	25,543	25,679	30,351	6,967	16,381	27,661	21,895	16,382	27,362	25,041	4,652	15,229	34,231
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	61.3%	61.6%	72.8%	16.7%	39.3%	66.4%	52.5%	39.3%	65.6%	60.1%	11.2%	36.5%	82.1%
ร้อยเอ็ด	62,940	29,470	42,570	29,662	19,514	37,713	34,381	32,128	16,991	37,818	37,181	7,361	6,119	46,954
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	46.8%	67.6%	47.1%	31.0%	59.9%	54.6%	51.0%	27.0%	60.1%	59.1%	11.7%	9.7%	74.6%
สุรินทร์	47,445	28,652	34,168	28,734	9,009	25,669	24,590	26,609	9,043	18,774	20,466	9,276	7,585	44,074
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	60.4%	72.0%	60.6%	19.0%	54.1%	51.8%	56.1%	19.1%	39.6%	43.1%	19.6%	16.0%	92.9%
ยโสธร	21,164	11,698	17,816	10,205	5,748	13,170	7,564	9,868	6,278	13,944	9,820	3,447	1,859	16,761
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	55.3%	84.2%	48.2%	27.2%	62.2%	35.7%	46.6%	29.7%	65.9%	46.4%	16.3%	8.8%	79.2%

ตารางที่ 4: จำนวนและร้อยละของตำแหน่งที่ปลูกข้าวใน จังหวัดภาคอีสานที่มีสัญญาณเริ่มเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม 6

ต่อหน้าหน้า

จังหวัด	จำนวนจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว	ปี 2000	ปี 2001	ปี 2002	ปี 2003	ปี 2004	ปี 2005	ปี 2006	ปี 2007	ปี 2008	ปี 2009	ปี 2010	ปี 2011	ปี 2012
บุรีรัมย์	51,736	29,357	34,486	33,441	38,192	33,267	33,074	35,666	18,680	16,605	37,919	25,724	36,839	19,248
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	56.7%	66.7%	64.6%	73.8%	64.3%	63.9%	68.9%	36.1%	32.1%	73.3%	49.7%	71.2%	37.2%
กาฬสินธุ์	35,387	5,723	9,461	5,060	8,380	7,721	6,139	6,592	6,358	4,361	4,041	1,099	1,916	392
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	16.2%	26.7%	14.3%	23.7%	21.8%	17.3%	18.6%	18.0%	12.3%	11.4%	3.1%	5.4%	1.1%
มหาสารคาม	41,687	18,792	23,072	16,202	26,837	18,437	17,167	25,043	19,775	13,654	17,477	15,482	13,136	6,994
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	45.1%	55.3%	38.9%	64.4%	44.2%	41.2%	60.1%	47.4%	32.8%	41.9%	37.1%	31.5%	16.8%
ร้อยเอ็ด	62,940	17,230	24,965	14,432	26,660	21,820	20,429	25,290	15,826	14,529	11,281	13,950	15,056	6,815
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	27.4%	39.7%	22.9%	42.4%	34.7%	32.5%	40.2%	25.1%	23.1%	17.9%	22.2%	23.9%	10.8%
สุรินทร์	47,445	17,337	18,546	17,540	25,011	23,490	13,145	23,980	12,772	13,739	18,144	15,409	19,989	6,680
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	36.5%	39.1%	37.0%	52.7%	49.5%	27.7%	50.5%	26.9%	29.0%	38.2%	32.5%	42.1%	14.1%
ยโสธร	21,164	7,369	12,899	10,683	13,624	11,659	10,944	13,646	9,184	11,778	9,089	10,505	10,595	3,747
	(คิดเป็น % ของจุดที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าว)	34.8%	60.9%	50.5%	64.4%	55.1%	51.7%	64.5%	43.4%	55.7%	42.9%	49.6%	50.1%	17.7%

หมายเหตุ*: ข้อมูลปี 2012ไม่ครบถ้วนเพราะมีข้อมูลเฉพาะเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน จึงทำให้จำนวนพื้นที่ที่พบสัญญาณการเริ่มเก็บเกี่ยวน้อยกว่าค่าที่ควรจะเป็น -

1.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลและข้อมูลสภาพอากาศกับข้อมูลความเสียหายของการปลูกข้าวที่เกิดขึ้นจากภัยแล้งและอุทกภัย

การนำข้อมูลที่ได้จาก เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) มาร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลความเสียหายของการปลูกข้าว โดยใช้ข้อมูลรายงานความเสียหายซึ่งรวบรวมโดยกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นข้อสรุปในเบื้องต้นก่อนจะทำการประเมินความเป็นไปได้ของการจัดสร้างประกันภัยพืชผลต่อไป

ในกิจกรรมนี้ ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

ข้อมูลประเภทที่ 1: ข้อมูลสถานะของพืช ซึ่งได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) ประกอบด้วย ข้อมูลดัชนี Standardized Vegetation Index (SVI)

ข้อมูลประเภทที่ 2: ข้อมูลรายงานความเสียหายของเกษตรกร ประกอบด้วย

ข้อมูล 2.1 รายงานความเสียหายของเกษตรกรซึ่งรวบรวมโดยกรมส่งเสริมการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (เป็นข้อมูลระดับรายจังหวัด)

ข้อมูล 2.2 ผลสำรวจสำมะโนครัวเรือนเกษตรกร ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (เป็นข้อมูลรายครัวเรือน)

โดยในกิจกรรมนี้จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- (1) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประเภทที่ 1 และข้อมูล 2.1
- (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประเภทที่ 1 และข้อมูล 2.2

รายละเอียดของการวิเคราะห์ในแต่ละประเภทได้นำเสนอในหัวข้อ 2.1.1 – 2.1.2 ดังนี้

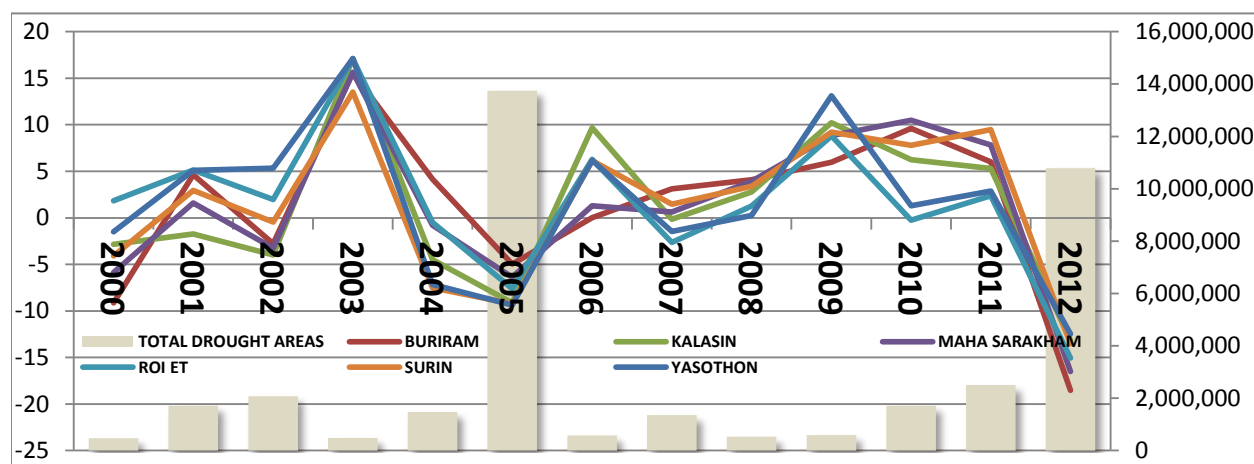
1.3.4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประเภทที่ 1 และข้อมูล 2.1



กรณีภัยแล้ง

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแสดงสถานะพืชกับข้อมูลรายงานความเสียหายของเกษตรกรในกรณีของภัยแล้ง ได้จัดทำเป็น 2 กรณี ประกอบด้วย (1) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI กับข้อมูลรายงานพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายจากภัยแล้งทั้งหมดในช่วงปี ค.ศ. 2000 - 2012 (พ.ศ. 2543-2555) และ (2) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI กับข้อมูลรายงานพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายจากภัยแล้งรายจังหวัด ในช่วงปี ค.ศ. 2000 - 2012 (พ.ศ. 2543-2555) โดยในกรณีที่ (1) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองอยู่ในระดับสูงมาก ดังแสดงในรูปที่ 16 ซึ่งในปีที่

จำนวนพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งเป็นบริเวณจำนวนมากจะสอดคล้องกับการลดลงของค่าดัชนี SVI ซึ่งเมื่อคำนวณค่าสหสัมพันธ์ได้ผล ดังแสดงในตารางที่ 5

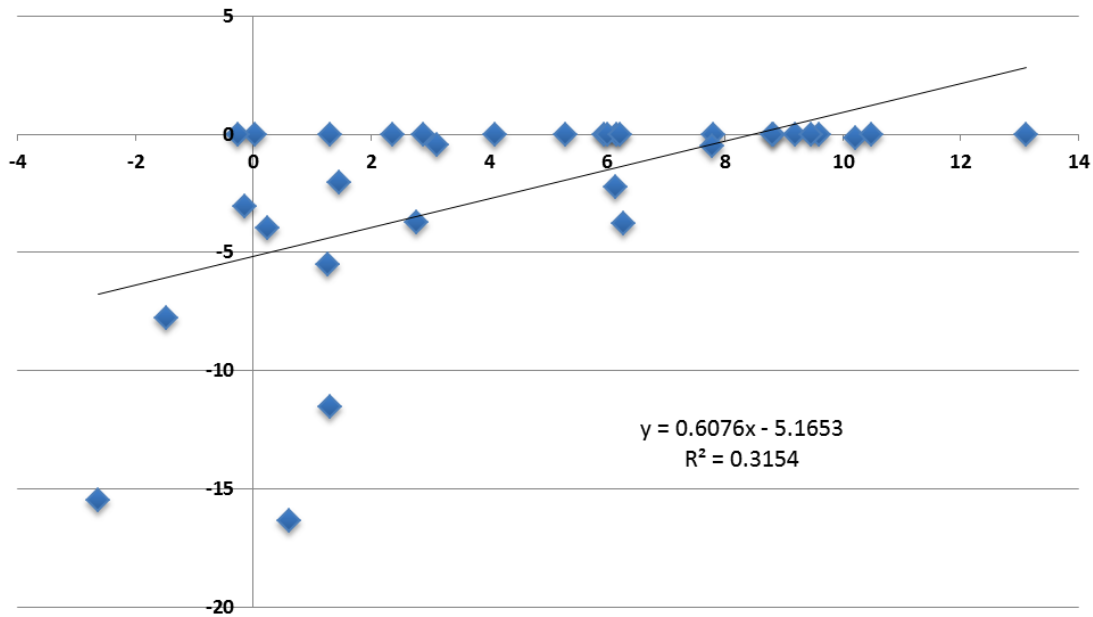


รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI และจำนวนพื้นที่ประสบภัยแล้งทั่วประเทศ

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI และจำนวนพื้นที่ประสบภัยแล้งทั่วประเทศ

จังหวัด	ดัชนี SVI และจำนวนพื้นที่ประสบภัยแล้งทั่วประเทศ
บุรีรัมย์	-0.668
มหาสารคาม	-0.672
ร้อยเอ็ด	-0.632
สุรินทร์	-0.736
ยโสธร	-0.680
กาฬสินธุ์	-0.603

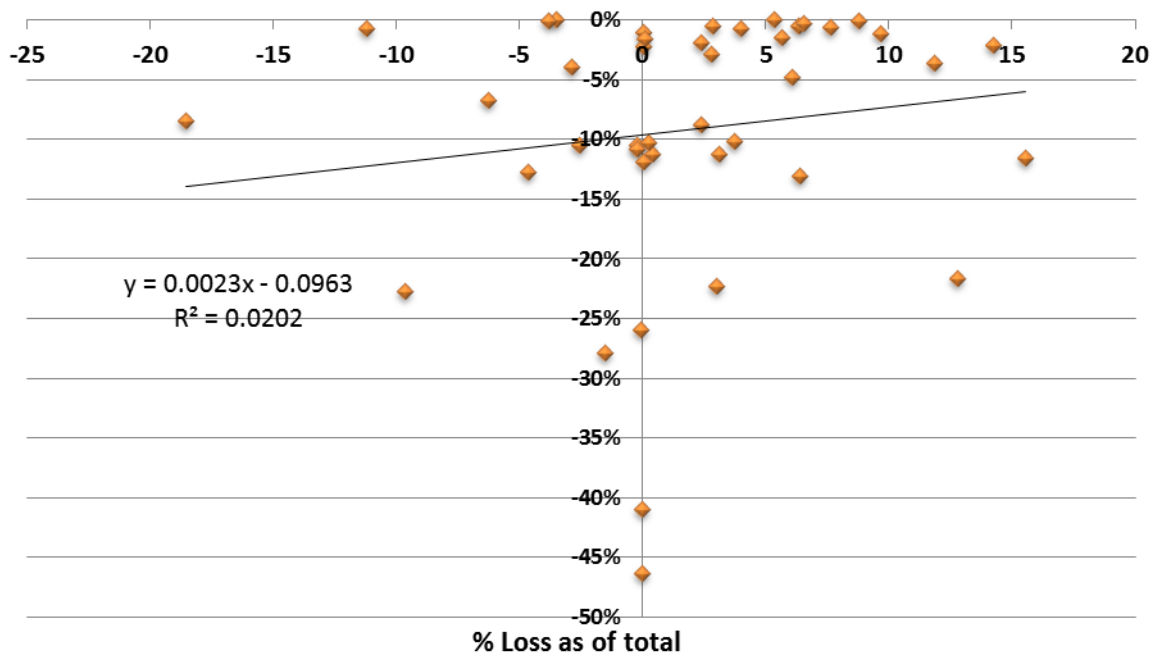
สำหรับในกรณีที่ (2) ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนี SVI รายจังหวัดและจำนวนพื้นที่ประสบภัยแล้งในแต่ละจังหวัดนั้น พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 17 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้า SVI ของแต่ละจังหวัดมีค่าสูง ร้อยละความเสียหายของพื้นที่เพาะปลูกที่เกิดจากภัยแล้งจะมีค่าต่ำ แต่อย่างไรก็ดี หากประมาณลักษณะความสัมพันธ์ด้วยวิธีการ regression จะพบว่าได้ค่า R-square ที่ไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าชุดข้อมูลค่าสะสมรายปีของ SVI (หรือ Cumulative SVI) มีข้อมูลทั้งช่วงที่เป็นค่าลบและค่าบวก ในขณะที่พื้นที่รายงานความเสียหายเป็นค่าศูนย์และค่าลบเท่านั้น (ซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลที่เรียก censored data) จึงเป็นให้ค่า R-square ไม่สูงมาก



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI รายจังหวัดและร้อยละของพื้นที่การเกษตรที่ประสบภัยแล้งในแต่ละจังหวัด

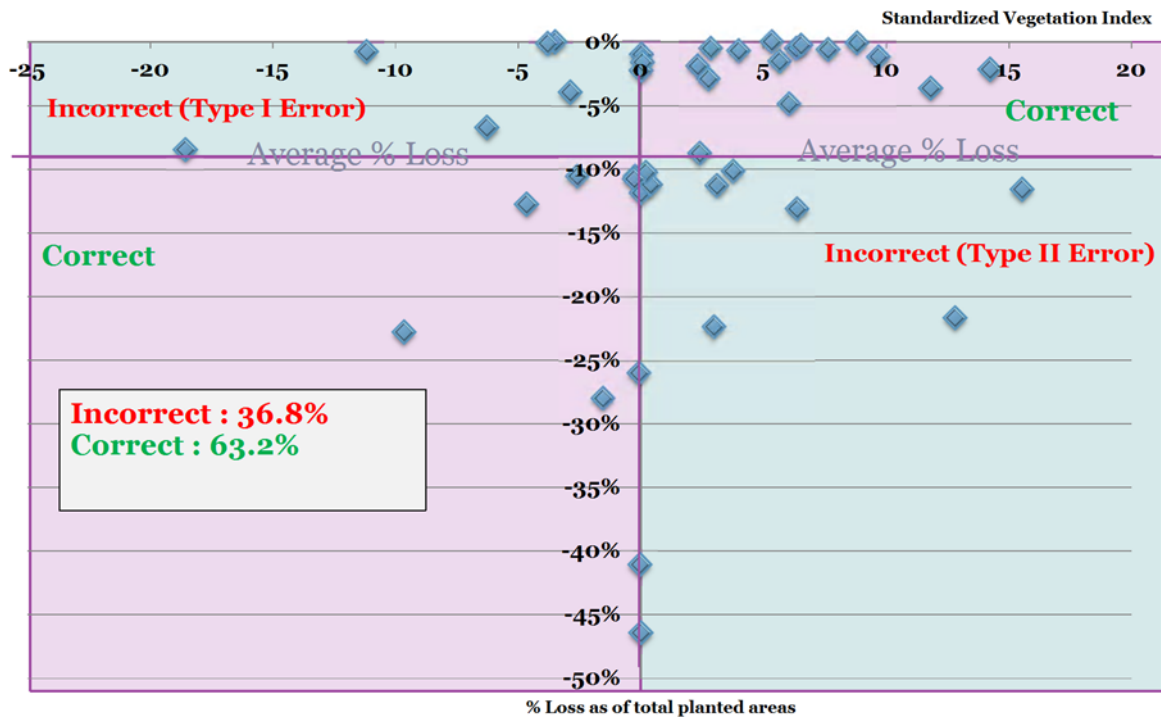
กรณีน้ำท่วม

ในการวิเคราะห์นี้ ได้นำข้อมูลดัชนีค่าสะสมรายปีของ SVI (หรือ Cumulative SVI) ข้อมูลรายงานพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งรายจังหวัด ในช่วงปี ค.ศ. 2000 - 2012 (พ.ศ. 2543-2555) มาหาความสัมพันธ์ โดยรูปที่ 18 ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี Cumulative SVI รายจังหวัดและจำนวนพื้นที่การเกษตรที่ประสบภัยจากน้ำท่วมในแต่ละจังหวัด (รวบรวมโดยกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์กันมากนักหากวิเคราะห์ด้วยวิธี regression ทั้งนี้ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของข้อมูลพื้นที่ความเสียหายซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลที่เรียก censored data กล่าวคือมีเพียงแต่ค่าศูนย์และค่าลบเท่านั้น ในขณะที่ค่าของ SVI (Standardized Vegetation Index) มีทั้งค่าลบและค่าบวก



รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI รายจังหวัดและร้อยละของพื้นที่การเกษตรที่ประสบภัยน้ำท่วมในแต่ละจังหวัดในภาคกลาง

จากลักษณะ censored data ของข้อมูลแสดงร้อยละของพื้นที่ประสบภัย คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการเบื้องต้นทางสถิติ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ชุด (ดังแสดงในรูปที่ 19) โดยใช้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่เสียหายจากภัยน้ำท่วมเป็นเส้นแบ่งในแกนตั้ง (แบ่งที่ค่าร้อยละ 9.63) และใช้ค่า SVI เท่ากับ 0 เป็นเส้นแบ่งในแกนนอน ซึ่งทำให้เกิดตาราง 4 ช่อง และทำให้เกิดลักษณะการบ่งชี้พื้นที่ที่ประสบปัญหาจากภัยน้ำท่วมออกเป็น 4 ลักษณะ โดยช่องบนขวา และช่องล่างซ้าย เป็นช่องของจุดข้อมูลที่ต้องการ นั่นคือ ถ้าค่าของ SVI ต่ำกว่า 0 หมายความว่าพื้นที่การเกษตรจะได้รับผลกระทบจากภัยน้ำท่วมมากกว่าค่าเฉลี่ย (หรือเสียหายมากกว่า 9.63% ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด) ในขณะเดียวกันหากค่าของ SVI มากกว่า 0 แสดงว่าพื้นที่การเกษตรจะได้รับผลกระทบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยหรือไม่เกิดความเสียหายขึ้น โดยจุดข้อมูลที่ผิดพลาดคือข้อมูลที่อยู่ในช่องซ้ายบน ซึ่งแสดงถึงลักษณะของ Type I Error นั่นคือ ค่าของ SVI ต่ำกว่าศูนย์ แต่ความเสียหายไม่มากไปกว่าค่าเฉลี่ย และข้อผิดพลาดประเภทที่สองคือจุดข้อมูลที่อยู่ในช่องล่างขวา ซึ่งแสดงถึงลักษณะของ Type II Error นั่นคือ ค่าของ SVI มากกว่า 0 แต่จำนวนพื้นที่ที่เสียหายที่เกิดขึ้นจริงมีมากกว่าค่าเฉลี่ย ทั้งนี้ จากการคำนวณสัดส่วนของจุดข้อมูลทั้งหมดพบว่ามีข้อมูลที่อยู่ในบริเวณที่ต้องการคิดเป็นร้อยละ 63.2 ในขณะที่สัดส่วนของจุดข้อมูลที่เป็น Type I และ Type II Error รวมกันคิดเป็นร้อยละ 36.8 จากข้อมูลทั้งหมด ซึ่งผลที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูล SVI สามารถชี้บ่งว่าเกิดความเสียหายน้ำท่วมได้ที่ต้องการในระดับประมาณร้อยละ 63.2



รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI รายจังหวัดและร้อยละของพื้นที่การเกษตรที่ประสบภัยน้ำท่วมในแต่ละจังหวัดที่ปลูกข้าวในภาคกลาง

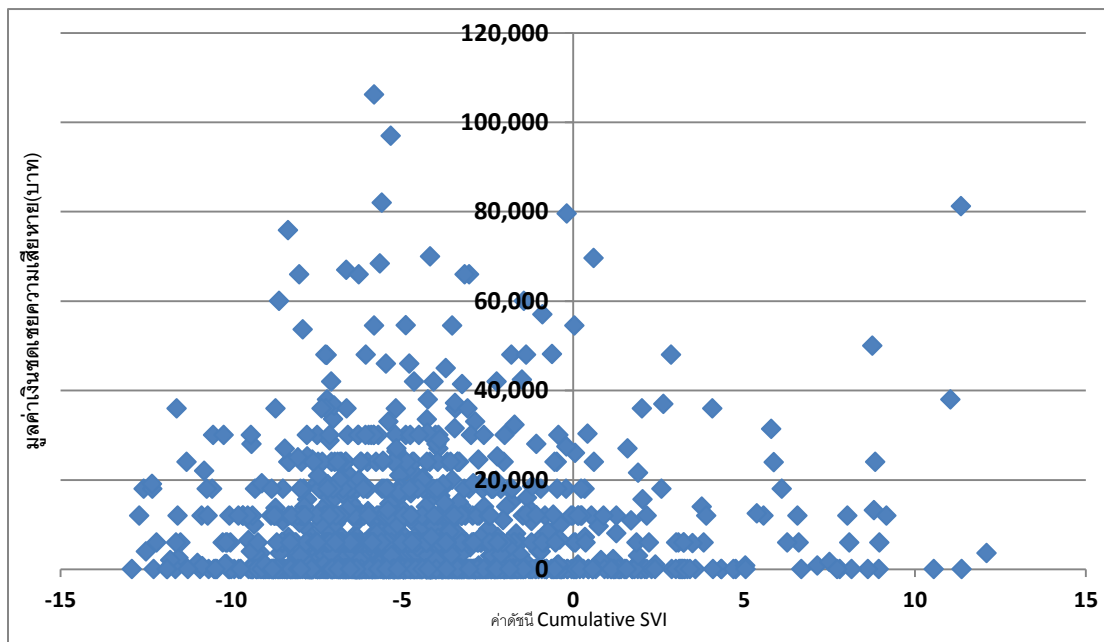
1.3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประเภทที่ 1 และข้อมูล 2.2

ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลสำมะโนครัวเรือนเกษตรกรที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้ทำการสำรวจและรวบรวมเป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละหมู่บ้าน หมู่บ้านละ 4-5 ครัวเรือน ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2553 ซึ่งถึงแม้ว่าในด้านของมิติด้านเวลา (time dimension) ของข้อมูลจะครอบคลุมในช่วงเวลาเพียง 6 ปี (ในขณะที่ข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตร ครอบคลุมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555) แต่ข้อมูลชุดนี้มีจุดเด่นตรงที่รายละเอียดในด้านของภูมิศาสตร์ (spatial dimension) ในระดับสูง คณะผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวร่วมกับข้อมูล Cumulative SVI ที่ได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ความเสียหายจากภัยแล้ง (บริเวณภาคอีสานตอนใต้) และความเสียหายจากน้ำท่วม (บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง) โดยผลจากการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

กรณีภัยแล้ง(ภาคอีสานตอนใต้)

ในการศึกษานี้ได้ปรับข้อมูลโดยการรวบรวมข้อมูลจากระดับรายหมู่บ้านเป็นรายตำบล และเปรียบเทียบรายงานมูลค่าความเสียหายที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวได้รับในการสำรวจสำมะโนเกษตรกร และได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเชื่อมต่อในฐานข้อมูลกับข้อมูล Cumulative SVI ที่ได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) โดย

ได้ปรับความละเอียดของข้อมูลให้เป็นค่าดัชนี Cumulative SVI ในระดับตำบล ซึ่งในกรณีของตำบลในบริเวณภาคอีสานตอนใต้ ได้มีจำนวนข้อมูลในการสำรวจ सम्มะโนเกษตรกรทั้งหมด ซึ่งรูปที่ 20 ได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสอง โดยค่าในแกนตั้งคือมูลค่าความเสียหายที่กลุ่มตัวอย่างของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในแต่ละตำบลได้รับเงินชดเชย ในขณะที่ข้อมูลในแกนนอนคือ ดัชนี Cumulative SVI ในตำบลดังกล่าว โดยความสัมพันธ์ที่ได้จากรูปดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากค่าของดัชนี Cumulative SVI มีค่าต่ำกว่า 0 จะบ่งชี้ว่าเกิดความเสียหายขึ้นในการปลูกข้าวในตำบลดังกล่าว ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการใช้ค่า Cumulative SVI ต่ำกว่า 0 เป็นระดับที่ชี้บ่งการเกิดความเสียหายของเกษตรกร มีความถูกต้องที่ร้อยละ 86.01 ของข้อมูลทั้งหมด (455 จาก 529 ของข้อมูลรายตำบล) ในขณะที่ยังมีข้อผิดพลาดอยู่ร้อยละ 13.98 ซึ่งเป็นกรณีที่เกษตรกรระบุว่าได้รับเงินชดเชยความเสียหาย โดยที่ดัชนี Cumulative SVI ไม่ได้ชี้บ่งว่าเกิดความเสียหายขึ้น(ค่าของ Cumulative SVI สูงกว่า 0)



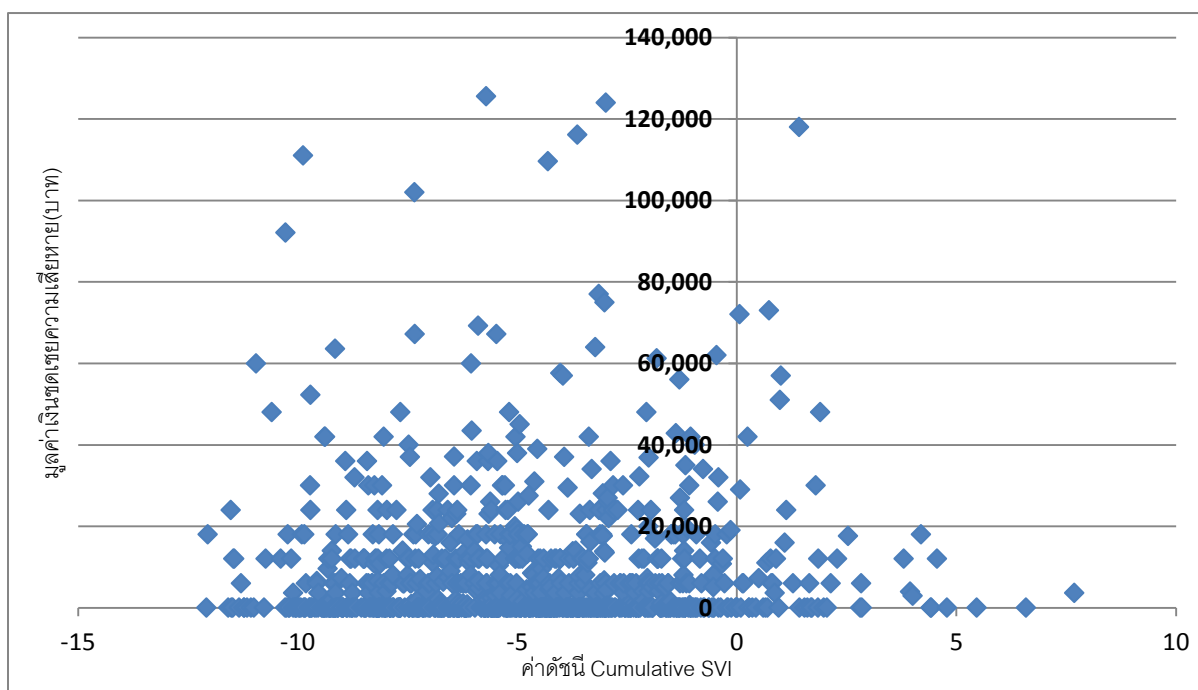
รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี Cumulative SVI รายตำบลในบริเวณอีสานตอนใต้และมูลค่าการชดเชยความเสียหายที่เกษตรกรได้รับ

กรณีภัยน้ำท่วม(ภาคกลาง)

เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในกรณีภัยแล้ง ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดัชนี Cumulative SVI และความเสียหายของเกษตรกรในบริเวณจังหวัดภาคกลาง ได้ใช้ข้อมูลที่ปรับความละเอียดในระดับรายตำบล ทั้งนี้ นอกจากการสร้างดัชนี Cumulative SVI โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม MODIS ดังที่ได้นำเสนอมาแล้ว ในการวิเคราะห์กรณีของความเสียหายจากน้ำท่วมยังได้ใช้ข้อมูลภาพถ่าย SAR จากดาวเทียม Radarsat ร่วมด้วย โดยข้อมูลดัชนี Cumulative SVI ของตำบลที่ใช้วิเคราะห์ในกรณีนี้จะเป็นเฉพาะตำบลที่ชี้บ่งว่ามีน้ำท่วมเกิดขึ้นโดย

ภาพถ่าย SAR จากดาวเทียม Radarsat ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดัชนี Cumulative SVI และความเสียหายของเกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มผู้ได้รับเงินชดเชยดังแสดงในรูปที่ 21 โดยผลการวิเคราะห์ดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่าค่าของดัชนี Cumulative SVI ที่ต่ำกว่า 0 สามารถชี้บ่งถึงความเสียหายของเกษตรกรได้ในระดับความถูกต้องร้อยละ 93.46 (หรือ 830 จาก 888 ข้อมูลรายตำบล) ซึ่งมีความถูกต้องอยู่ในระดับที่สูงกว่ากรณีของการชี้บ่งความเสียหายจากภัยแล้งในบริเวณจังหวัดภาคอีสานตอนใต้

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประเภทที่ 1 และข้อมูลผลสำรวจสำมะโนครัวเรือนเกษตรกร ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แสดงให้เห็นว่า ดัชนี Cumulative SVI มีความสัมพันธ์กับความเสียหายของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งในบริเวณภาคอีสานตอนใต้และภาคกลาง ซึ่งข้อสรุปนี้ได้นำไปสู่การจัดสร้างสมการแสดงความเสียหาย (loss function) ดังแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SVI รายตำบลในบริเวณภาคกลางและมูลค่าการชดเชยความเสียหายที่เกษตรกรได้รับ

1.4 อภิปราย

การประมาณวันที่เพาะปลูกบนข้าวนาปีและข้าวนาปรังได้นำเสนอวิธีการ ในการศึกษานี้ การใช้ A triply modulated cosine function และ Extended Kalman Filter กับข้อมูลอนุกรมเวลา NDVI เพื่อแยกตัวแปรมาใช้ในการบ่งชี้วันเริ่มต้นปลูกข้าวได้รับค่าความถูกต้องเป็นที่น่าพอใจในพื้นที่นาปีและนาปรังที่เพาะปลูกสองครั้งต่อปี การประมาณวันปลูกข้าวเกิดข้อผิดพลาดโดยรวมน้อยกว่า 16 วันของข้อมูล NDVI รอบ 8 วัน เป็นร้อยละ

75.56 สำหรับข้าวนาปีและร้อยละ 83.33 สำหรับข้าวนาปรังสองครั้งต่อปี แต่การประมาณวันปลูกข้าวในเขตชลประทานที่มีรอบการเพาะปลูกสามครั้งต่อปีมีความถูกต้องน้อยมากเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บเกี่ยวและการเพาะปลูก และข้อมูลมีเมฆปกคลุมสูงในช่วงการเพาะปลูก โดยการวิเคราะห์โดยใช้ Extended Kalman Filter (EKF) โดยใช้วิธีการบ่งชี้วันเริ่มต้นการเพาะปลูกและวันเริ่มต้นเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งวันที่เริ่มปลูกจะนำไปใช้ในการคำนวณค่าดัชนี SVI

เพื่อให้การพัฒนาการใช้ประโยชน์ข้อมูลจากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล(remote sensing) และข้อมูลสภาพอากาศ ควรส่งเสริมในด้านที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- 1) การจัดหาและรวบรวมข้อมูล ควรส่งเสริมให้หน่วยงานในประเทศไทยเป็นเจ้าภาพหลักในการเป็นผู้ดำเนินการในด้านรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมครบทั้งในเชิงภูมิศาสตร์(ครอบคลุมบริเวณทั้งหมดของประเทศไทย)และเชิงเวลา(ครอบคลุมช่วงระยะเวลาได้มาก) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้เกิดการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ ซึ่งหากข้อมูลที่มีราคาสูงแต่มีประโยชน์ต่อส่วนรวมในการนำไปใช้งาน ภาครัฐควรส่งเสริมโดยการจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดซื้อข้อมูล
- 2) การประมวลผลข้อมูล ควรส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมให้เกิดการนำไปใช้งานมากขึ้น ทั้งด้านการประมวลผลเบื้องต้น(กิจกรรมที่ 1.1-1.2 ในโครงการนี้) และการประมวลผลเพื่อการวิเคราะห์ใช้งานเฉพาะด้าน โดยการส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนมากขึ้นในสถาบันการศึกษาต่างๆ นอกจากนี้ การประมวลเพื่อการวิเคราะห์โดยละเอียดอาจจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่มีสมรรถนะในการประมวลผลสูง ภาครัฐควรส่งเสริมโดยการจัดสรรอุปกรณ์ให้แก่สถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานที่เปิดโอกาสให้ให้นักศึกษาและนักวิจัยได้ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ร่วมกัน
- 3) การเผยแพร่ข้อมูล ควรสนับสนุนให้บุคคลทั่วไปได้มีโอกาสในการเข้าถึงข้อมูล ทั้งข้อมูลที่ได้ประมวลผลเบื้องต้น และข้อมูลที่ได้ประมวลผลแล้ว (เช่น ชุดข้อมูลดัชนีพืชพรรณ ข้อมูลดัชนีอุณหภูมิฯ) ซึ่งควรจัดให้สามารถดาวน์โหลดได้โดยง่าย หรือการจัดทำเว็บไซต์ที่มีระบบการใช้งานที่ช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถเลือกการประมวลผลและแสดงผลเกี่ยวกับสถานะของอากาศและการเพาะปลูกในบริเวณต่างๆได้โดยง่ายและสามารถใช้งานผ่านทางโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต ซึ่งเป็นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและประโยชน์ของข้อมูลเหล่านี้ และช่วยเพิ่มเชื่อมั่นให้กับเกษตรกรและบุคคลทั่วไปเกี่ยวกับความแม่นยำของข้อมูลและความโปร่งใสในการเข้าถึงและประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการขยายตัวของการใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล(remote sensing) ในการประกันภัยพืชผลต่อไป

บทที่ 2 สมการแสดงความเสียหาย (Lost Function)

2.1 บทนำ

จาก 0 ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงการรวบรวม ประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) เพื่อการศึกษาและติดตามการเพาะปลูกข้าวในบริเวณภาคกลางและภาคอีสานใต้ โดยผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล (remote sensing) สามารถนำมาประยุกต์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคพื้นในการติดตามการเพาะปลูกและระบุการเกิดความเสียหายของข้าวในทั้งสองบริเวณได้ ซึ่งผลที่ได้จาก 0 จะนำมาพัฒนาต่อไปในบทนี้เพื่อการประยุกต์ใช้ด้านการประกันภัยพืชผล โดยการจัดสร้างสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) การคำนวณมูลค่าเบี้ยประกันภัย และการศึกษาความเป็นไปได้ในการบริหารความเสี่ยงโดยการรวมกลุ่มของพื้นที่ปลูกข้าวภาคกลางและภาคอีสานใต้ ซึ่งรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนำเสนอในส่วนถัดไป

2.2 การจัดสร้างสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) โดยใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล (remote sensing)

จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 2.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี Cumulative SVI และมูลค่าเงินชดเชยที่เกษตรกรได้รับเมื่อเกิดความเสียหายกับพื้นที่ปลูกข้าว การวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดมาคือการจัดสร้างสมการแสดงความเสียหาย ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติที่เรียกว่าการ Panel Regression โดยวิธีการทางเศรษฐมิตินี้ ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของปัจจัยเฉพาะทั้งเชิงพื้นที่และในเชิงเวลา ที่มีผลต่อผลผลิตของพืชและต่อมูลค่าของเบี้ยประกันภัยพืชผล ดังเช่นงานวิจัยของ [11] [12] และ [13] ซึ่งประยุกต์ใช้ในกรณีของพืชไร่ในประเทศสหรัฐอเมริกา และงานวิจัยของ [14] ในกรณีของประเทศไต้หวัน และในการศึกษานี้ ก็ใช้วิธีการของ Random-Effect Panel Regression เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนี Cumulative SVI และความเสียหายของการเพาะปลูกข้าวในแต่ละตำบลในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกข้าวในภาคอีสานตอนใต้ และภาคกลาง ซึ่งเป็นการประมาณสมการซึ่งมีลักษณะดังนี้

$$L_{it} = \alpha + (\beta \times \text{zNDVI}_{it}) + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad 11$$

โดยที่ L_{it} คือ มูลค่าความเสียหาย (บาทต่อไร่) ของเกษตรกรในตำบล i ณ ปี t

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์คงที่ร่วมของทุกตำบลและทุกปี

β คือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี zNDVI และมูลค่าความเสียหาย

θ_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะของตำบล i

ε_{it} คือ ค่า residual ของตำบล i ณ ปี t

โดยในการศึกษานี้ได้ประมาณการสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) ของกรณีภัยแล้ง(พื้นที่เพาะปลูกข้าวในภาคอีสานตอนใต้)และภัยน้ำท่วม(พื้นที่ภาคกลาง โดยได้ผลจากการประมาณการ) ดังนี้

กรณีภัยแล้ง (ภาคอีสานตอนใต้)

ผลการประมาณการดังแสดงใน ตารางที่ 6 ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Panel Regression โดยใช้โปรแกรม EVIEWS ซึ่ง แสดงให้เห็นถึงค่าสัมประสิทธิ์ในสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) ซึ่งทั้งค่าสัมประสิทธิ์คงที่รวม (α หรือค่า C ในผลจากโปรแกรม EVIEWS) และค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี zNDVI (หรือของดัชนี Cumulative SVI) และมูลค่าความเสียหาย (ค่าของ β หรือค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AVG(-1) ในโปรแกรม EVIEWS) มีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่าร้อยละ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งค่าสัมประสิทธิ์คงที่ และดัชนี Cumulative SVI ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเสียหายของการปลูกข้าวอย่างมีนัยยะสำคัญ โดยเครื่องหมายลบของค่าสัมประสิทธิ์ β (หรือค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร AVG(-1) ในโปรแกรม EVIEWS) ได้แสดงว่าค่าดัชนี Cumulative SVI ที่สูงมากขึ้นจะส่งผลให้มูลค่าความเสียหาย (L_{it}) ลดลง โดยสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) ที่ได้มีลักษณะดังนี้

$$L_{it} = 9.364 + (0.011 \times \text{zNDVI}_{it}) + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad 12$$

โดยผลการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่าสมการ สมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) ที่ประมาณการขึ้นนี้จะมีความแม่นยำในการประมาณการที่ระดับร้อยละ 21.7

ตารางที่ 6 ผลจากการใช้วิธีการ Panel Regression ในการประมาณสมการแสดงความเสียหายของภัยแล้ง พื้นที่ภาคอีสานตอนใต้

Dependent Variable: LOG(RELIEF)

Method: Panel EGLS (Cross-section weights)

Cross-sections included: 364

Total panel (unbalanced) observations: 394

Linear estimation after one-step weighting matrix

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.364206	0.002774	3375.291	0.0000

AVG(-1)	-0.011721	0.001118	-10.48411	0.0000
Weighted Statistics				
R-squared	0.218994	Mean dependent var	154.1863	
Adjusted R-squared	0.217001	S.D. dependent var	1223.344	
S.E. of regression	0.939413	Sum squared resid	345.9387	
F-statistic	109.9165	Durbin-Watson stat	2.310517	
Prob(F-statistic)	0.000000			

กรณีภัยน้ำท่วม(ภาคกลาง)

ตารางที่ 7 ได้แสดงผลจากการประมาณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้านเศรษฐมิติในการประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ในสมการแสดงความเสียหาย (Loss Function) ซึ่งจากผลการประมาณการด้วยวิธีการทางเศรษฐมิตินี้ได้แสดงให้เห็นว่าทั้งค่าสัมประสิทธิ์คงที่รวม (ค่า α หรือค่า C ในโปรแกรม) และค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี zNDVI และมูลค่าความเสียหาย (ค่า β หรือค่า AVG(-1) ในโปรแกรม) ส่งผลต่อค่าของความเสียหายของการปลูกข้าวอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่าร้อยละ 1 โดยเครื่องหมายลบของค่าสัมประสิทธิ์ β ได้แสดงให้เห็นว่า หากค่าของ zNDVI (หรือค่าดัชนี Cumulative SVI) มีค่าสูงขึ้น มูลค่าความเสียหายจะลดลง ดังสมการที่มีลักษณะต่อไปนี้

$$L_{it} = 9.346 + (0.234 \times \text{zNDVI}_{it}) + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad 13$$

โดยผลสมการที่ประมาณขึ้นนี้มีมีความแม่นยำในการแสดงค่าของความเสียหายระดับตำบล (L_{it}) ที่ระดับร้อยละ 63.81

ตารางที่ 7 ผลจากการใช้วิธีการ Panel Regression ในการประมาณสมการแสดงความเสียหายของภัยแล้ง พื้นที่ภาคกลาง

Dependent Variable: LOG(RELIEF)

Method: Panel EGLS (Cross-section weights)

Cross-sections included: 299

Total panel (unbalanced) observations: 379

Linear estimation after one-step weighting matrix

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.346922	0.001496	6248.124	0.0000
AVG(-1)	-0.023419	0.000908	-25.78236	0.0000

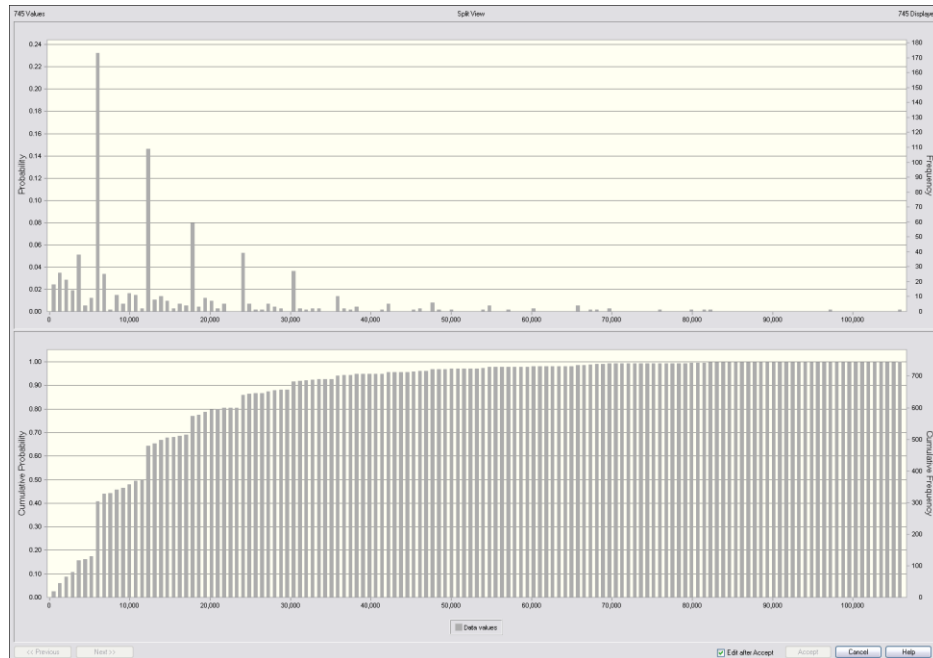
Weighted Statistics			
R-squared	0.638102	Mean dependent var	66.06479
Adjusted R-squared	0.637142	S.D. dependent var	501.7519
S.E. of regression	0.964597	Sum squared resid	350.7785
F-statistic	664.7302	Durbin-Watson stat	1.711480
Prob(F-statistic)	0.000000		

2.3 แนวทางการกำหนดเงื่อนไขและการคำนวณราคาของประกันภัยพืชผลโดยใช้หลักการของคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial Fair Price)

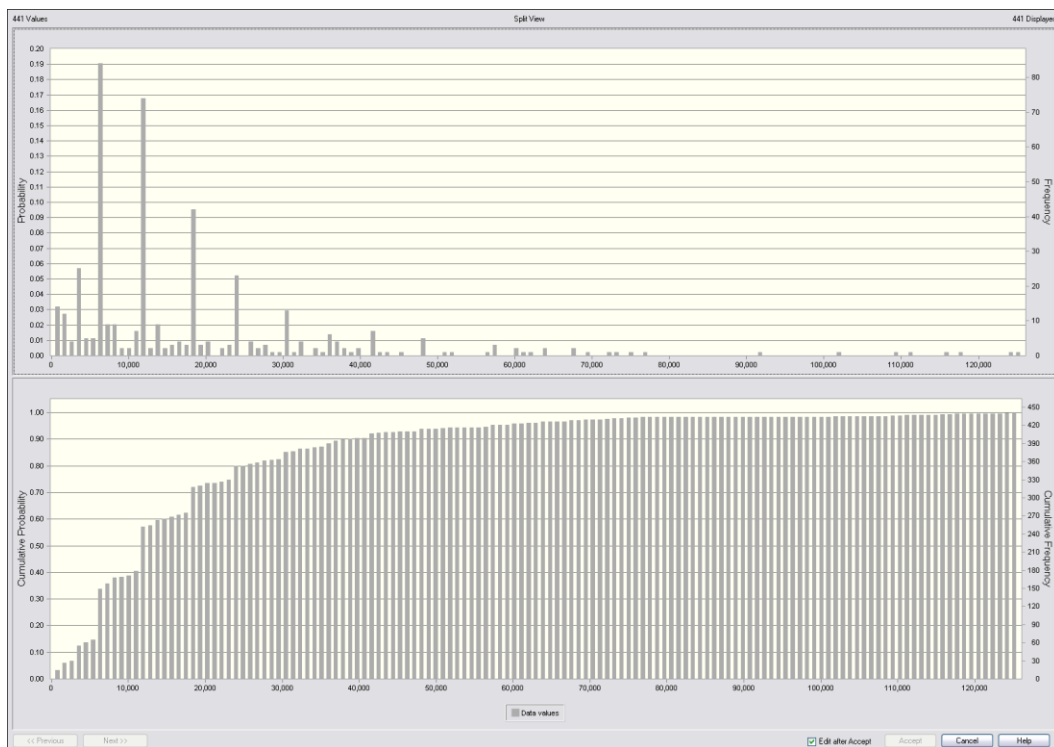
ผลที่ได้จากหัวข้อที่ 1.3.4.1 และ 1.3.4.2 ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ค่าดัชนี Cumulative SVI ในการประมาณการความเสียหายที่เกิดขึ้นกับการเพาะปลูกข้าวทั้งจากกรณีของภัยแล้งในบริเวณภาคอีสานตอนใต้และน้ำท่วมบริเวณภาคกลาง โดยผลการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 2.1 ได้แสดงให้เห็นว่าหากค่า Cumulative SVI ต่ำกว่าศูนย์เป็นดัชนีชี้ว่าเกิดความเสียหาย จะมีความแม่นยำในระดับร้อยละ 86.01 และ 93.46 ในกรณีของภาคอีสานตอนใต้และภาคกลางตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน การใช้วิธีการทางเศรษฐมิติแบบ Panel Regression ได้แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามระหว่างมูลค่าความเสียหายของพื้นที่ปลูกข้าวกับค่าดัชนี Cumulative SVI ที่ระดับนัยยะความสำคัญร้อยละ 1 ซึ่งผลที่ได้จากทั้ง 2.1 และ 2.2 ได้เป็นเครื่องชี้ว่าสามารถสร้างประกันภัยพืชผลที่มีรูปแบบไม่ซับซ้อนได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการคำนวณเบี้ยประกันภัย โดยเบี้ยประกันภัยที่คำนวณเรียกว่าเป็นมูลค่าของ Actuarial Fair Price ซึ่งเป็นการคำนวณเบี้ยประกันภัยที่อิงตามคุณลักษณะของความเสียหายและมูลค่าความเสียหายโดยไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยในด้านทฤษฎีพื้นฐานของวิธีการคำนวณเบี้ยประกันภัย ได้มีการอธิบายถึงที่มาหลักคณิตศาสตร์ดังแสดงใน [15] [16] [17] [18] และพื้นฐานการคำนวณโดยคณิตศาสตร์ประกันภัยเหล่านี้ ได้ถูกประยุกต์มาใช้ในการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยพืชผลในงานวิจัยของ [19] [20] [21] [22] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ประมาณการค่าเบี้ยประกันภัยพืชผลโดยคุณลักษณะของประกันภัยที่ออกแบบมีดังนี้

- 1) จะจ่ายค่าชดเชยความเสียหายให้เกษตรกรเมื่อค่า Cumulative SVI ลดลงต่ำกว่าศูนย์
- 2) จะจ่ายชดเชยคิดเป็นมูลค่าความเสียหายต่อไร่ โดยเป็นเฉลี่ยความเสียหายซึ่งคำนวณจากข้อมูลสำมะโนครัวเรือนเกษตรกรของ สศก. ซึ่งลักษณะการกระจายตัวทางสถิติของความเสียหายรายตำบลในแต่ละรอบการปลูกของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในอีสานตอนใต้ และภาคกลางเป็นไปดังรูปที่ 22 และ รูปที่ 23

3) มูลค่าของเบี้ยประกันภัยจะใช้หลักการของการคำนวณค่า Actuarial Fair Price



รูปที่ 22 ลักษณะการกระจายตัวทางสถิติของความเสียหาย(บาท)รายตำบลของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในภาคอีสานตอนใต้ (แกนนอนเป็นมูลค่าความเสียหาย(บาทต่อตำบล) และแกนตั้งเป็นค่าความถี่(กราฟบน) และความถี่สะสม (กราฟล่าง))



รูปที่ 23 ลักษณะการกระจายตัวทางสถิติของความเสียหาย(บาท)รายตำบลของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในภาคกลาง(แกนนอนเป็นมูลค่าความเสียหาย(บาทต่อตำบล) และแกนตั้งเป็นค่าความถี่(กราฟบน) และความถี่สะสม(กราฟล่าง))

จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลสำมะโนครัวเรือนเกษตรกรของ สศก. ในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2553 สามารถประมาณค่าของประภัยพืชผลที่มีลักษณะดัง (1) – (3) ได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 8 มูลค่าของเบี้ยประกันภัยจะใช้หลักการของการคำนวณค่า Actuarial Fair Price

พื้นที่	ค่าเบี้ยประกันภัย (ไร่/บาท)
ภาคอีสานตอนใต้	263.04
ภาคกลาง	296.87

ซึ่งเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้นี้ อยู่ในช่วงราคาเดียวกับอัตราซึ่งที่ประชุมคณะรัฐมนตรีได้เห็นชอบในโครงการประกันภัยข้าวนาปีฤดูกาลผลิต 2556/2557 โดยมอบหมายให้ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) เป็นผู้ดำเนินการโดยมีมูลค่าเบี้ยประกันภัยอยู่ในช่วง 120 – 470 บาท ต่อไร่¹

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของผลผลิตข้าวในพื้นที่เพาะปลูกภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้

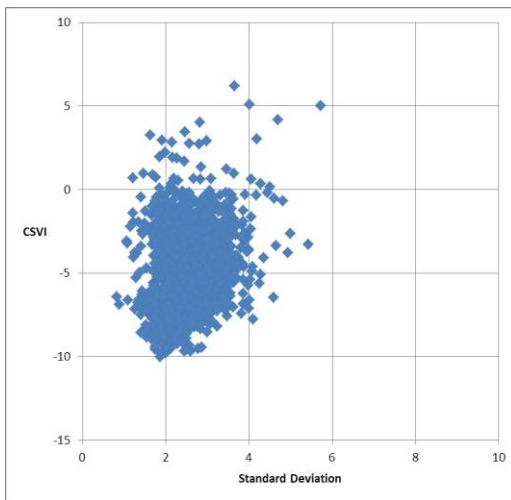
นอกจากการประเมินเบี้ยประกันภัยในกรณีของพื้นที่เพาะปลูกภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้ดังที่ได้นำเสนอข้างต้นแล้ว ประเด็นสำคัญประการหนึ่งเกี่ยวกับความยั่งยืนในการดำเนินการรับประกันภัยคือภาระความเสี่ยงของผู้รับประกันภัยเมื่อรับประกันภัยของพื้นที่เพาะปลูกข้าวพร้อมกันทั้งบริเวณภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้ ซึ่งในการวิเคราะห์ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเฉลี่ยและความแปรปรวนของผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละตำบลของพื้นที่เพาะปลูกทั้งสอง โดยรูปที่ 24 ได้แสดงให้เห็นว่าในบริเวณอีสานใต้ พบว่าค่าของ Cumulative z-NDVI (หรือค่าสะสมรายปีของ SVI) มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าภาคกลาง ซึ่งสะท้อนลักษณะพื้นที่ในอีสานใต้ซึ่งมีค่าดัชนีพืชพรรณสะสมรายปีต่ำกว่าภาคกลางและอาจสะท้อนความผันผวนของผลผลิตที่ต่ำกว่าเช่นกัน ในทางกลับกัน ในพื้นที่ภาคกลางซึ่งมีค่า Cumulative z-NDVI และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่สูงกว่าภาคอีสานใต้ก็สะท้อนถึง ค่าความอุดมสมบูรณ์ที่สูงกว่าและความผันผวนทางผลผลิตที่สูงกว่าเช่นกัน

เมื่อมีการนำคุณลักษณะความแปรปรวนของผลผลิตทั้งสองบริเวณมารวมกัน พบว่าจากการกระจายตัวของ Cumulative z-NDVI ของภาคอีสานกับข้อมูลดังกล่าวของภาคกลางมีผลทำให้คุณลักษณะการกระจายตัวโดยรวม

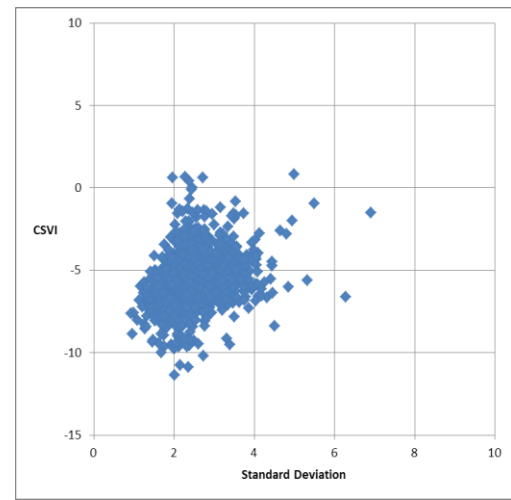
¹ <http://www.mcot.net/site/content?id=52131f04150ba077040000ba>

ดีขึ้น โดยคุณลักษณะดังกล่าวถูกสะท้อนผ่านค่าเฉลี่ยโดยรวมของดัชนีพืชพรรณที่สูงขึ้นหากเทียบกับกรณีภาคอีสานได้อย่างเดียว หรือความผันผวนของผลผลิตที่ลดลงเมื่อเทียบกับกรณีภาคกลางอย่างเดียวดังแสดงในรูปที่ 25 ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการบริหารความเสี่ยงการประกันภัยพืชผลของนาข้าวโดยการรวมคุณลักษณะความเสี่ยง (risk pooling) ของนาข้าวในภาคอีสานและภาคกลางโดยไม่ทำให้ผู้รับประกันภัยแบกรับภาระด้านความเสี่ยงมากขึ้น

ค่า Cumulative z-NDVI จากพื้นที่เพาะปลูกข้าวภาคกลาง ค่าเฉลี่ย)
4.67- เท่ากับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (1.99



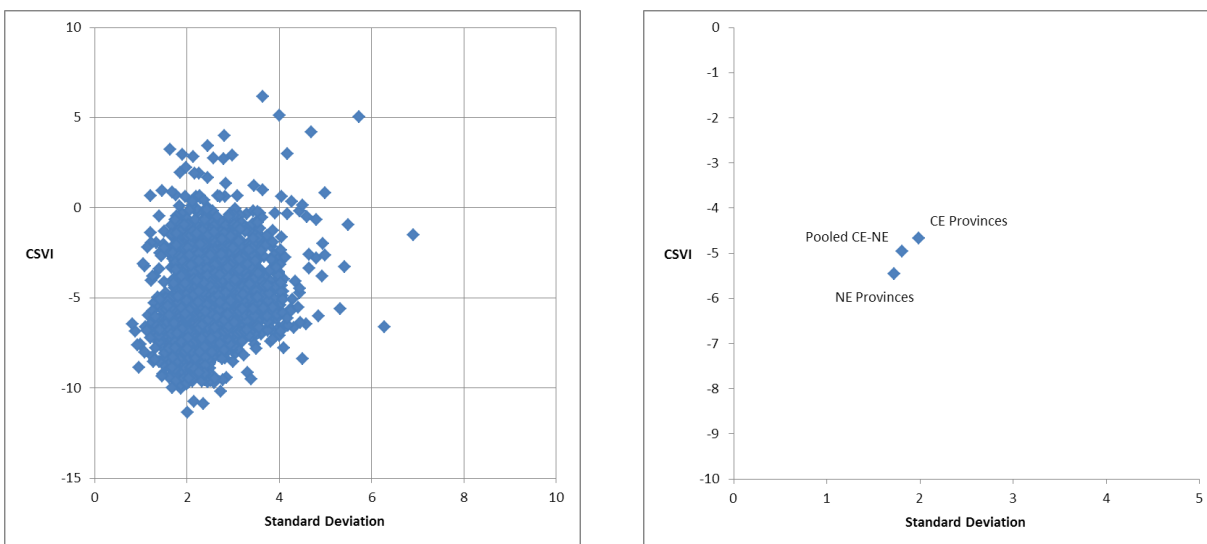
ค่า Cumulative z-NDVI จากพื้นที่เพาะปลูกข้าวภาคอีสานได้
5.46- ค่าเฉลี่ยเท่ากับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (1.72



รูปที่ 24 ลักษณะการกระจายตัวทางสถิติของความเสียหาย(บาท)รายตำบลของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในภาคกลาง(แกนนอนเป็นมูลค่าความเสียหาย(บาทต่อตำบล) และแกนตั้งเป็นค่าความถี่(กราฟบน) และความถี่สะสม(กราฟล่าง))ลักษณะของค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ และค่าความแปรปรวนของดัชนีในบริเวณภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้

ค่า Cumulative z-NDVI จากพื้นที่นำรวมทั้งสองภาค

ค่า Cumulative z-NDVI เฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.96-ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.81



รูปที่ 25 ลักษณะของค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ และค่าความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณเมื่อรวมกันทั้งสองบริเวณเพาะปลูกข้าว

2.5 อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากหัวข้อ 2.2 ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล (remote sensing) กับข้อมูลสำรวจสถานะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในบริเวณอีสานใต้และบริเวณภาคกลาง ซึ่งผลการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติได้แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของดัชนีความหนาแน่นใบพืช (Vegetation Index) และปัญหาการประสบความเสียหายจากภัยธรรมชาติของเกษตรกร ซึ่งผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลกับการตรวจสอบความเสียหายของการปลูกข้าว โดยการวิเคราะห์ในหัวข้อ 2.3 ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดภาคกลางและภาคอีสานตอนใต้และจากคุณลักษณะความเสี่ยงดังกล่าวสามารถคำนวณเบี้ยประกันภัยได้ในอัตราซึ่งใกล้เคียงกับมูลค่าซึ่งธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) เป็นผู้ดำเนินการในช่วงปี 2556/2557 ซึ่งผลที่ได้นี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์กับมูลค่าจริงที่ประยุกต์ในปัจจุบัน

ในส่วนสุดท้ายของการวิเคราะห์เป็นการศึกษาผลจากการบริหารความเสี่ยงโดยการรวมกลุ่มลักษณะความเสี่ยงของการเพาะปลูกข้าวในบริเวณภาคกลางกับบริเวณภาคอีสานตอนใต้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่าการรวมกลุ่มทำให้คุณลักษณะความเสี่ยงโดยรวมอยู่ในระดับที่ทำให้ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวอยู่ใน

ระดับกลางระหว่างค่าของความแปรปรวนของทั้งสองภาค ซึ่งหากผู้รับประกันภัยรับความเสี่ยงของผู้ปลูกข้าวในทั้งสองบริเวณจะทำให้ความเสี่ยงถูกเฉลี่ยเป็นค่ากลางระหว่างของแต่ละภาคได้

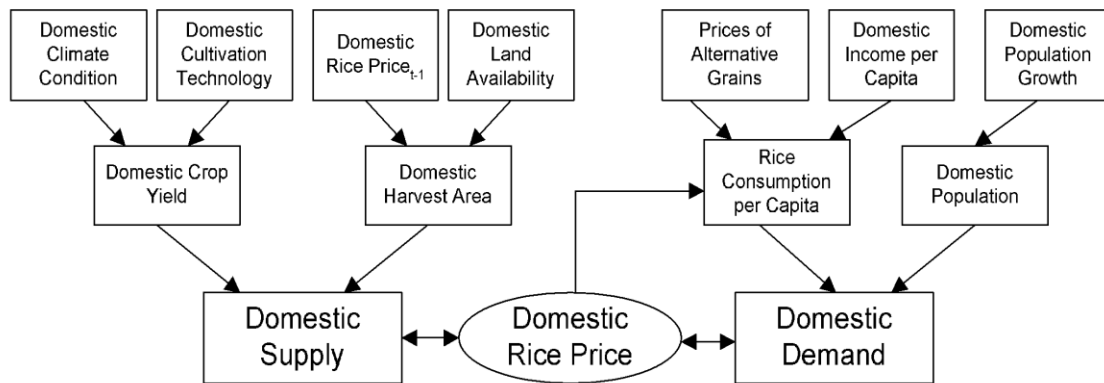
บทที่ 3 การกระจายความเสี่ยง

3.1 ที่มา

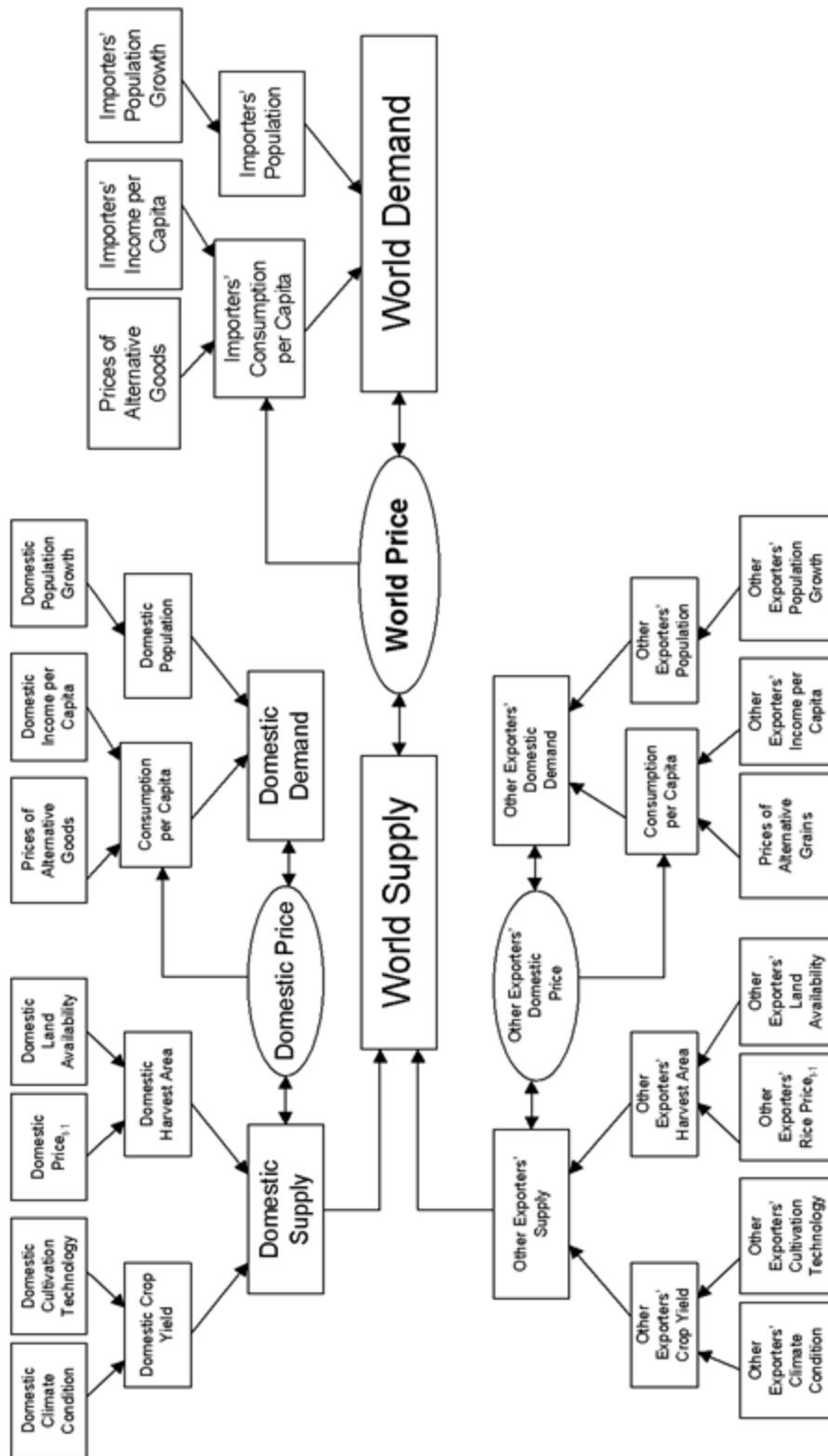
การวิเคราะห์ในบทที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) กับข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกร รวมถึงความเป็นไปได้ในการบริหารความเสี่ยงโดยการรวมคุณลักษณะการกระจายของความแปรปรวนของผลผลิตข้าวในบริเวณภาคกลางและภาคอีสานใต้ การวิเคราะห์ในบทที่ 3 จะเป็นการดำเนินการต่อจากการวิเคราะห์ในบทที่ 2 โดยการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศทั้งในกรณีของ (1) ความสัมพันธ์ของราคาในตลาดกับปริมาณผลผลิตโดยรวม และ (2) ความสัมพันธ์ของราคาข้าวระหว่างกลุ่มประเทศผู้ส่งออกหลัก (ซึ่งได้แก่ ไทย เวียดนามและสหรัฐอเมริกา) โดยผลที่ได้จากการศึกษานี้ จะเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์การกระจายความเสี่ยงในตลาดโลกต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ตลาดข้าวในประเทศไทยและตลาดโลก รวมถึงคุณลักษณะของกลไกราคา

การวิเคราะห์ในส่วนนี้จะเป็นการจัดสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างและกลไกราคาข้าวในตลาดโลก จะกำหนดให้แบบจำลองประกอบด้วยอุปทานและอุปสงค์ของประเทศผู้ผลิต ผู้ส่งออกและผู้บริโภคหลักในโลกอันได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย ปากีสถาน ไทย สหรัฐอเมริกา และเวียดนาม และประเทศซึ่งเป็นตัวแทนของการรวบรวมการผลิตและการบริโภคอื่นๆ ในโลก (Rest of the World) โดยโครงสร้างของกลไกของตลาดในประเทศดังแสดงในรูปที่ 26 และ โครงสร้างของกลไกตลาดโลกดังแสดงในรูปที่ 27 ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้มาจากฐานข้อมูลของ United States Department of Agriculture (USDA) ในช่วงปี 2547-2551 ฐานข้อมูลของ Food and Agriculture Organization (FAO) ในช่วงปี 2504-2550 ฐานข้อมูลของสมาคมผู้ส่งออกข้าว และฐานข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ของไทย ในช่วงปี 2530-2552



รูปที่ 26 โครงสร้างของแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างและกลไกตลาดข้าว (โครงสร้างในประเทศ)



รูปที่ 27 แผนผังลักษณะของโครงสร้างแบบจำลอง

โครงสร้างอุปทาน จากการประมาณการโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติพบว่าปริมาณการผลิตข้าวในแต่ละปีจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ (1) เนื้อที่เพาะปลูก และ (2) ผลผลิตต่อพื้นที่ โดยรายละเอียดของผลการประมาณการด้วยวิธีทางเศรษฐมิติของแต่ละประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 9 และ ตารางที่ 10 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในกรณีของเนื้อที่เพาะปลูกได้แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงว่าในเกือบทุกประเทศ ราคาของข้าวเมื่อปีฤดูกาลก่อนหน้ามีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในการปรับเนื้อที่เพาะปลูก ยกเว้นในกรณีของประเทศเวียดนามและกลุ่มประเทศอื่นๆ (Rest of the World)

นอกจากนี้ยังพบว่า ในทุกประเทศปัจจัยด้านราคา ส่งผลต่อการขยายพื้นที่เพาะปลูกในปัจจุบันน้อยกว่าอัตราการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกในปีก่อนหน้า (ln Area_{t-1}) ซึ่งผลที่ได้จากการประมาณลักษณะดังกล่าวแสดงในรูปที่ 28 ซึ่งแสดงให้เห็นทั้งผลการประมาณค่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในอดีต และผลการประมาณการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยในรูปที่ 28 เป็นกรณีของผู้ผลิตหลักในโลกได้แก่ ประเทศไทย จีน อินเดีย และเวียดนาม

ในด้านของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก รายละเอียดของผลการวิเคราะห์โดยวิธีการทางเศรษฐมิติได้แสดงในตารางที่ 10 ได้แสดงให้เห็นว่าในเกือบทุกประเทศ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตคือ อัตราการเปลี่ยนของผลผลิตในปีก่อนหน้า และแนวโน้มตามแกนเวลา (Time trend) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การที่ผลผลิตต่อพื้นที่มีระดับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นผลมาจากการสะสมความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตในประเทศต่างๆ โดยรูปที่ 29 ได้แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบผลประมาณการกับข้อมูลจริงในอดีตและผลการประมาณการแนวโน้มในอนาคต โดยเป็นกรณีของผู้ผลิตหลักในโลกได้แก่ ประเทศไทย จีน อินเดีย และเวียดนาม

ตารางที่ 9 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงปี 2510 -2550

$$\ln(\text{Area}_t) = a + b_1 \ln(\text{Area}_{t-1}) + b_2 \ln(\text{Price}_{t-1}) + b_3 \ln(\text{Population}) + e_t$$

	a	ln(Area _{t-1})	ln(Price _{t-1})	ln(Population)	Adjusted R ²
China	2.792 (2.233)*	0.888 (13.315)**	0.02 (1.569) ⁺	-0.142 (-2.81) ⁺⁺	0.90
India	10.386 (5.14)**	0.389 (3.265)**	0.042 (4.302)**		0.841

Pakistan	4.323 (3.51)**	0.673 (7.194)**	0.055 (3.093)**		0.931
Thailand	3.063 (2.479)*	0.771 (8.81)**	0.074 (2.294)*		0.841
United State	4.456 (3.676)**	0.381 (2.953)**	0.223 (3.72)**	0.549 (2.85)**	0.705
Vietnam	2.64 (2.497)*	0.803 (10.213)**		0.108 (2.426)*	0.968
Rest of the World	8.087 (2.913)**	0.441 (2.409)*		0.213 (3.115)*	0.771

Area: พื้นที่เพาะปลูก

Price: ราคาข้าว (ในสกุลเงินท้องถิ่น)

Population: จำนวนประชากร

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่า t-statistics และ เครื่องหมาย **, *, + แสดงถึงระดับความสำคัญทางสถิติที่ 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อพื้นที่ของข้าวในช่วงปี 2505 -2550

$$\ln(\text{Yield}_t) = a + b_1 \ln(\text{Yield}_{t-1}) + b_2 \text{TimeTrend}_t + e_t$$

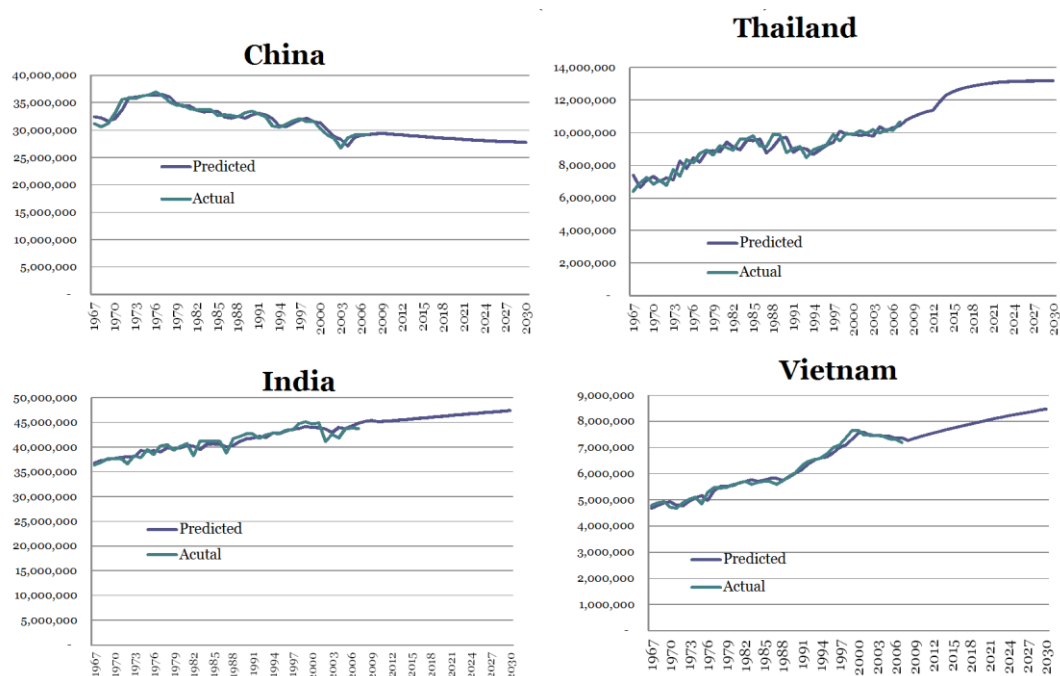
	a	$\ln(\text{Yield}_{t-1})$	TimeTrend	Adjusted R ²
China	0.198 (3.478)**	0.847 (14.281)**	0.002 (1.604) ⁺	0.987
India	0.224 (5.383)**	0.214 (1.47) ⁺	0.016 (5.307)**	0.931
Pakistan	0.117 (2.753)**	0.823 (10.43)**	0.002 (1.558) ⁺	0.927
Thailand	0.188 (3.027)**	0.61 (4.807)**	0.0045 (3.046)	0.892
United State	0.673	0.547	0.0054	0.947

	(3.974)**	(4.661)**	(3.559)**	
Vietnam	0.0995 (2.373)*	0.787 (9.071)**	0.0056 (2.61)**	0.971
Rest of the World	0.195 (3.322)**	0.683 (6.759)**	0.006 (3.213)**	0.993

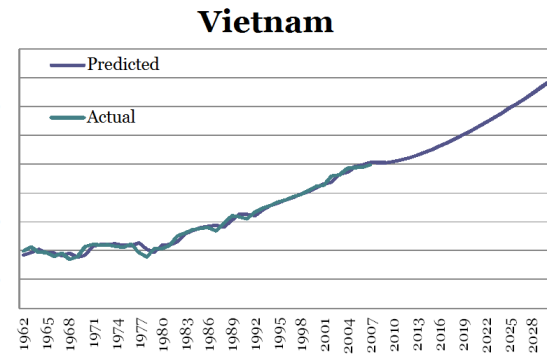
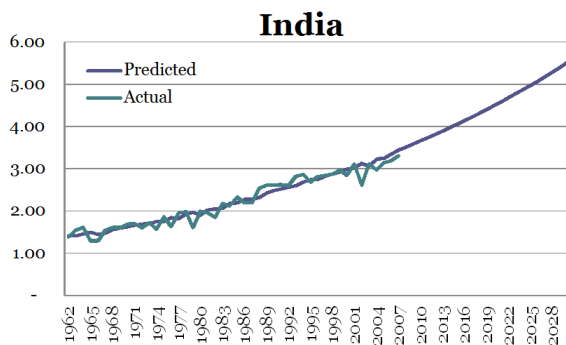
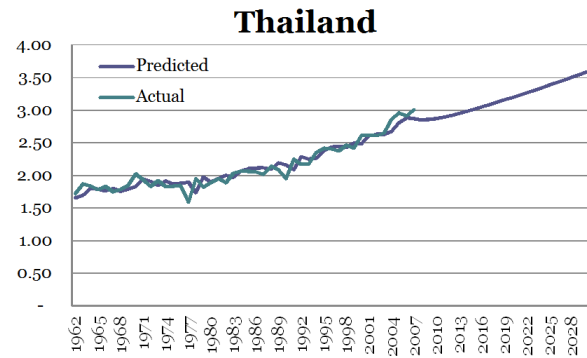
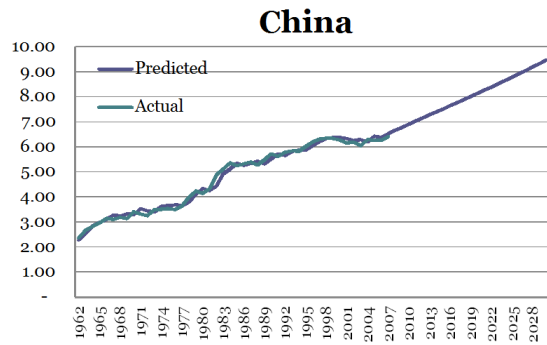
Yield: ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก

Timetrend: ค่าแนวโน้มตามแกนเวลา (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 ในปี 2505)

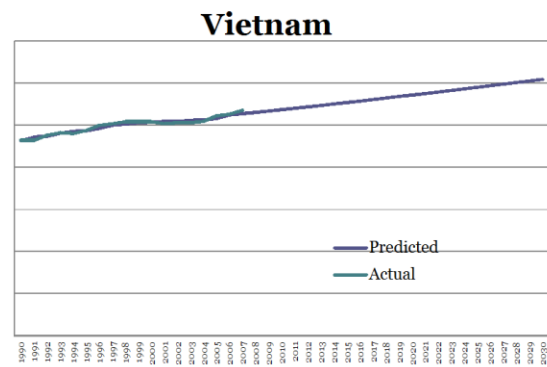
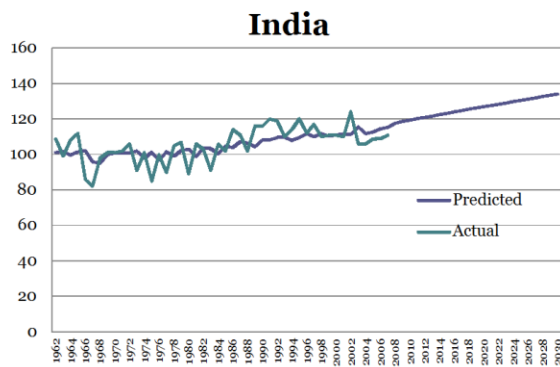
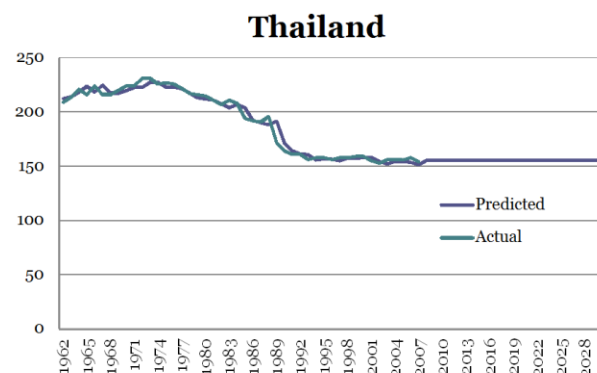
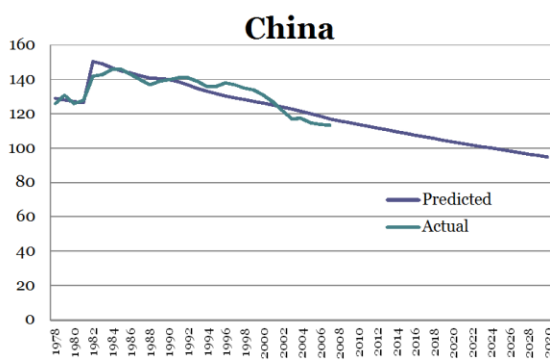
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่า t-statistics และ เครื่องหมาย **,*,+ แสดงถึงระดับความสำคัญทางสถิติที่ 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ



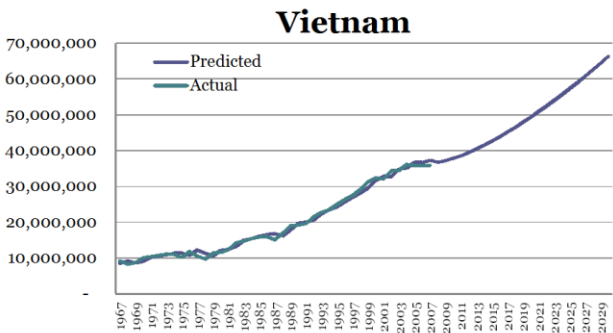
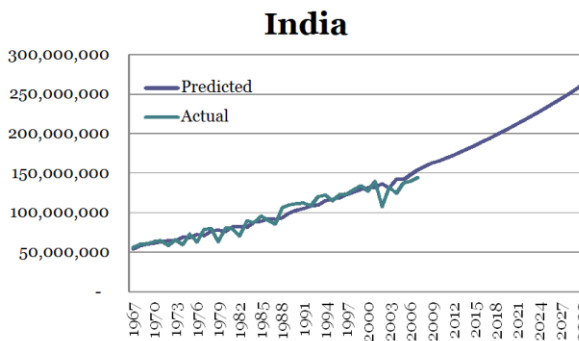
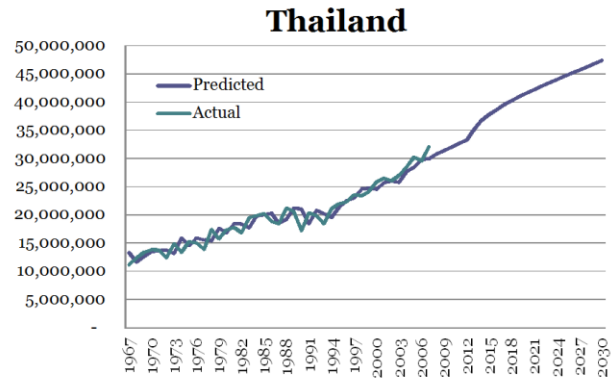
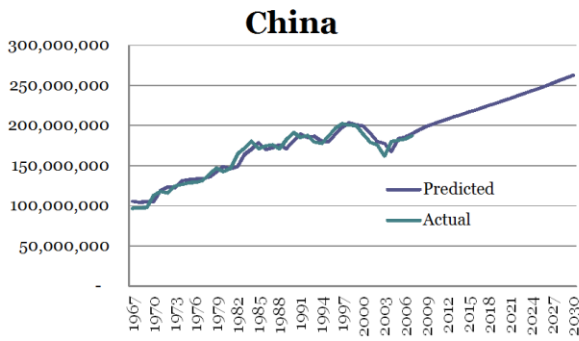
รูปที่ 28 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ (หน่วย : Hectare)



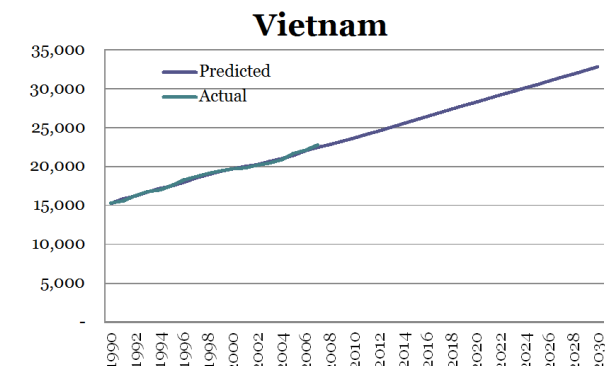
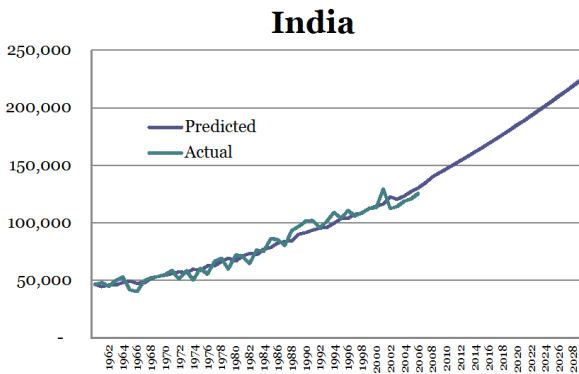
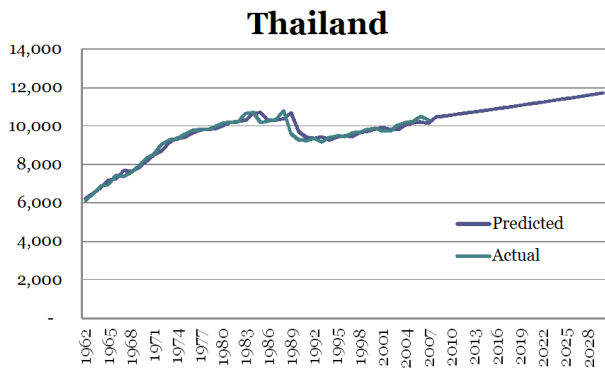
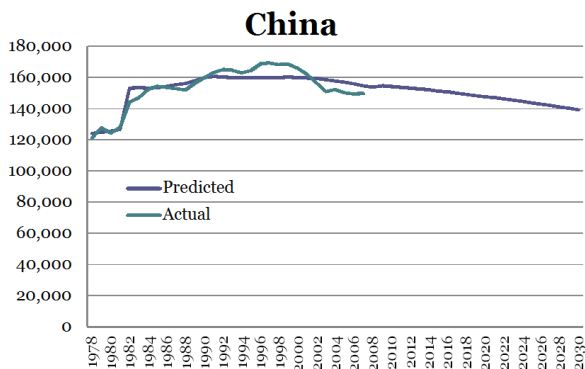
รูปที่ 29 ผลผลิตต่อพื้นที่ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ (หน่วย : ตันต่อ Hectare)



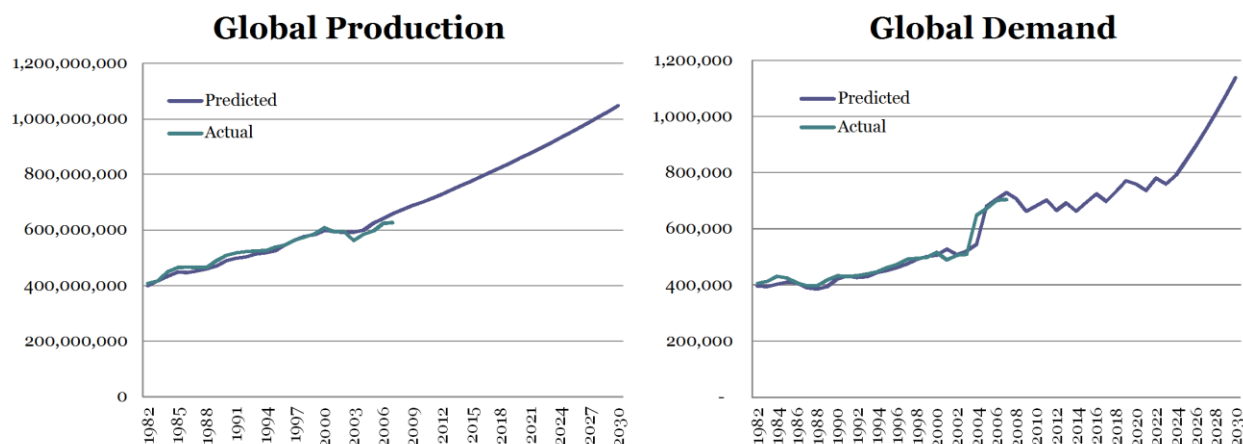
รูปที่ 30 การบริโภคข้าวต่อประชากรต่อปีของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ (หน่วย : กิโลกรัมต่อคน)



รูปที่ 31 การผลิตข้าวโดยรวมของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ (หน่วย : กิโลกรัม)



รูปที่ 32 การบริโภคข้าวโดยรวมของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ (หน่วย : พันกิโลกรัม)



รูปที่ 33 อุปทานและอุปสงค์โดยรวมของทั้งโลก

โครงสร้างอุปสงค์ จากการใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติ พบว่าอุปสงค์ถูกกำหนดโดย 2 ปัจจัยหลัก คือ (1) การบริโภคข้าวเฉลี่ยต่อคนต่อปี และ (2) จำนวนประชากรในแต่ละประเทศ โดยความต้องการบริโภคข้าวเฉลี่ยต่อคนต่อปีนั้นถูกกำหนดโดย 2 ปัจจัยหลักคือ การบริโภคเฉลี่ยต่อคนในปีที่ผ่านมาและรายได้เฉลี่ยต่อคน (รายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 11) ส่วนปัจจัยอื่นๆ เช่นราคาข้าวในช่วงปีที่ผ่านมาหรือราคาข้าวสาลีนั้นส่งผลต่อการบริโภคที่แตกต่างกันไปสำหรับแต่ละประเทศ โดยรูปที่ 33

จากผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตารางที่ 11 มีข้อสังเกตที่น่าสนใจคือ ในกรณีของประเทศจีนและไทยนั้นพบว่าเมื่อประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปีสูงขึ้น การบริโภคข้าวต่อคนจะน้อยลง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมบริโภคของประเทศทั้ง 2 รวมถึงแนวโน้มของอุปสงค์ในอนาคต ส่วนปัจจัยด้านราคานั้น พบว่าเฉพาะกรณีของสหรัฐอเมริกาเท่านั้นที่การเปลี่ยนแปลงของราคาในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา มีผลต่อค่าเฉลี่ยการบริโภคข้าวต่อประชากร ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของราคาไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยการบริโภคต่อประชากรสำหรับกรณีของประเทศอื่น นอกจากนี้ ในกรณีของสหรัฐอเมริกา ผลจากเครื่องมือทางเศรษฐมิติยังแสดงให้เห็นว่า ข้าวสาลีมีความสัมพันธ์ในลักษณะของสินค้าทดแทนของข้าวอีกด้วย ซึ่งเป็นคุณลักษณะของอุปสงค์ที่แตกต่างจากประเทศอื่นๆ

กลไกราคาของตลาดโลก ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวในตลาดโลก (ตัวแปรชื่อ P_USD ซึ่งเป็นราคาในหน่วย USD/ตัน) มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่างของอุปสงค์และอุปทาน (ตัวแปรชื่อ D_S_GAP) และแปรผันตรงกับราคาของข้าวสาลี (ตัวแปรชื่อ P_WHEAT_USD) โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปของสมการที่ 14

$$P_{USD_t} = \underbrace{31.40^*}_{(6.97)^{**}} P_{WHEAT_{USD_t}} + \underbrace{7.75^*}_{(1.24)^{**}} D_{S_{GAP_t}} + \underbrace{0.324^*}_{(3.15)^{**}} P_{USD_{t-1}} + e_t$$

14

Adjusted $R^2 = 0.606$ (หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า t-statistics)

ซึ่งผลที่ได้ตามสมการที่ 14 ได้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของการชั่งว่างระหว่างอุปสงค์และอุปทานมีผลโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงราคาของข้าวในตลาดโลก โดยหากปริมาณอุปสงค์ข้าวไม่เปลี่ยนแปลงแต่อุปทานข้าวลดลงก็จะส่งผลให้ราคาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดีค่านัยยะทางสถิติของความสัมพันธ์นี้ยังไม่อยู่ในระดับสูงมาก ทั้งค่าของ t-statistics และค่า Adjusted R² ดังนั้น ถึงแม้แบบจำลองนี้จะแสดงให้เห็นถึงกลไกการปรับตัวในทิศทางตรงข้ามของการลดลงของปริมาณอุปสงค์ข้าวและราคาข้าวในตลาดโลก ซึ่งเป็นการปรับตัวซึ่งชดเชยความเสียหายของผลผลิตที่ลดลงโดยการเพิ่มขึ้นของราคา แต่ค่านัยยะทางสถิติแสดงให้เห็นว่ากลไกดังกล่าวยังไม่สามารถใช้เป็นกลไกในการบริหารความเสี่ยงของความผันผวนของผลผลิตข้าวได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 11 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการบริโภคข้าวต่อหัวในช่วงปี 2521-2551

$$\ln(\text{Consumption per Capita}_t) = a + b_1 \ln(\text{Consumption per Capita}_{t-1}) + b_2 \ln(\text{GDP per Capita}_t) + b_3 \ln(\text{Price of Rice}_t) + b_4 \ln(\text{Price of Wheat}_t) + e_t$$

	a	Consumption per Capita _{t-1}	ln(GDP per Capita _t)	ln(Price of Rice _t)	ln(Price of Wheat _t)	Adjusted R ²
China	5.896 (66.59)**		-0.116 (-11.45)**			0.828
India	2.414 (4.15)**	0.257 (1.798) ⁺	0.107 (2.772)**			0.322
Pakistan	0.732 (2.369) ⁺	0.779 (8.31)**				0.606
Thailand	1.425 (2.999)**	0.824 (13.36)**	-0.047 (-3.148)**			0.975
United State		0.864 (15.01)**	0.117 (3.061)**	-0.207 (-2.5)*	0.144 (1.41) ⁺	0.931
Vietnam	1.941 (3.187)**	0.496 (2.818)**	0.053 (2.143)*			0.94
Rest of the World	-3.619 (-2.3)*	0.901 (10.0)**				0.863

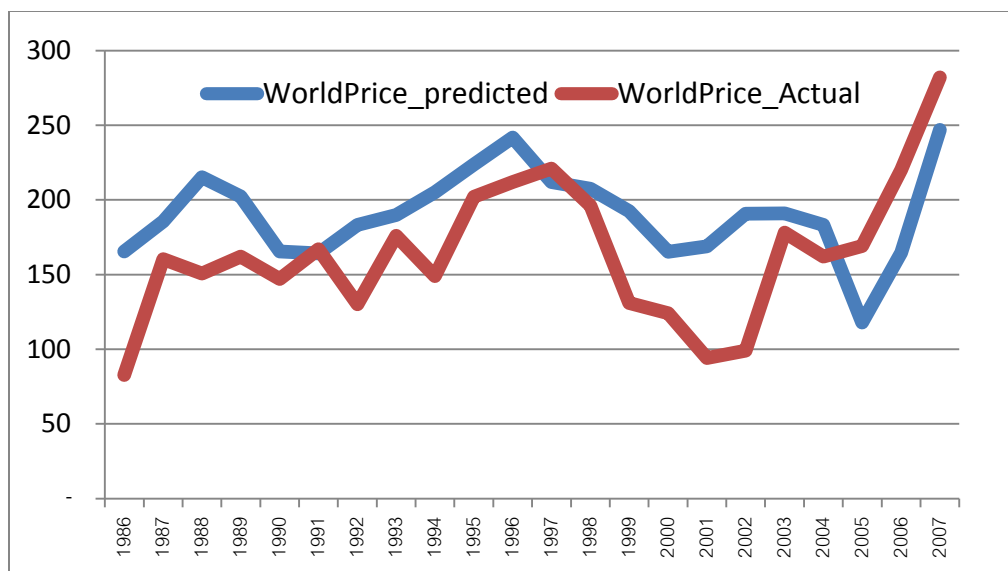
Consumption per Capita: ปริมาณการบริโภคข้าวต่อคนต่อปี

GDP per Capita: รายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปี

Price of Rice: ราคาข้าวที่จำหน่ายในประเทศ (สกุลเงินท้องถิ่น)

Price of Wheat: ราคาข้าวสาลี ณ ตลาด Chicago Board of Trade

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่า t-statistics และ เครื่องหมาย **, *, + แสดงถึงระดับความสำคัญทางสถิติที่ 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ



รูปที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวในตลาดโลกและค่าที่ได้จากแบบจำลอง

3.3 การศึกษากลไกการค้นพบราคา (Price Discovery) ของประเทศไทย เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา

เนื่องจากในตลาดโลกของข้าว ประเทศไทย เวียดนามและสหรัฐฯ เป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้าวของทั้ง 3 ประเทศ ซึ่งความเข้าใจในลักษณะของความสัมพันธ์ของราคาข้าวของทั้ง 3 ผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลกจะช่วยให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการกระจายความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือบริหารความเสี่ยงในตลาดข้าวโลก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงจัดสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบการค้นพบราคา (Price Discovery)² ของผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ทั้ง 3 ราย โดยการใช้การทดสอบทางเศรษฐมิติ 3 วิธีการประกอบด้วย

- 1) การใช้แบบจำลอง Error Correction Model (ECM)
- 2) การคำนวณน้ำหนักของอิทธิพลของการส่งผ่านราคาตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition
- 3) การวิเคราะห์การส่งผ่านการเปลี่ยนแปลงราคาโดยใช้ Impulse Response Function

โดยรายละเอียดของการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

² ในทฤษฎีด้านตลาดสินค้าโภคภัณฑ์และตลาดหลักทรัพย์ Price Discovery หรือการค้นพบราคาเป็น (กระบวนการปรับตัวของราคาซึ่งจะปรับตัวขึ้นลงจนกระทั่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยพื้นฐานของตลาด

3.3.1 การวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง Error Correction Model (ECM)

โดยใช้ข้อมูลในช่วงระหว่างเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1998 (พ.ศ. 2541) ถึงเดือนธันวาคมปีค.ศ. 2012 (พ.ศ. 2555) แต่อย่างไรก็ดี จากการทดสอบข้อมูลด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ พบว่าราคาข้าวสารในช่วงเวลาดังกล่าวมีลักษณะไม่คงที่ (Non-stationary หรือมี unit root) จึงจำเป็นที่จะต้องใช้แบบจำลองประเภท Error Correction Model (ECM) เพื่อติดตามความสัมพันธ์ของราคาข้าวสารดังกล่าว จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Error Correction Model (ECM) กับข้อมูลราคาข้าวของทั้ง 3 ประเทศ พบว่าราคาข้าวของทั้ง 3 ประเทศมีลักษณะสอดคล้องกันในระยะยาวโดยความสัมพันธ์ระหว่างคู่ประเทศมีลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวไทยและราคาข้าวเวียดนาม

แบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ได้แสดงความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างราคาข้าวไทยและเวียดนามออกมาอยู่ในรูปสมการต่อไปนี้

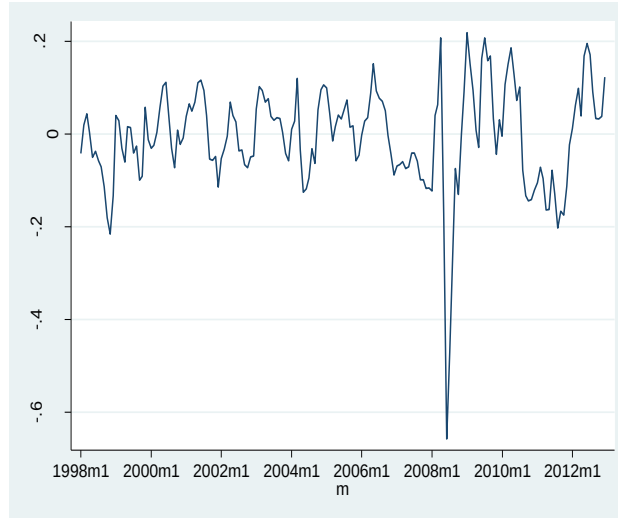
$$TH = 0.7957 + 1.1639^{**}VN + ce \quad 15$$

โดยที่ TH คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารจากผู้ส่งออกไทย

VN คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารจากผู้ส่งออกเวียดนาม

ce คือ predicted co-integrated equation

โดยลักษณะความสัมพันธ์ของสมการดังกล่าวเป็นดังรูปที่ 35 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวของราคาข้าวของทั้ง 2 ประเทศที่ค่อนข้างคงที่ สะท้อนถึงดุลยภาพระหว่างราคาข้าวสารส่งออกจากประเทศไทย (TH) และจากเวียดนาม (VN) ที่มีลักษณะสอดคล้องและเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นในช่วงวิกฤติการราคาอาหารโลก (World Food Price Crisis) ในช่วงต้นปี 2008 ซึ่งส่งผลให้ราคาระหว่างผู้ส่งออกไม่ได้เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน



รูปที่ 35 ผลลัพธ์ของการใช้สมการ Co-integration ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวสารไทยและเวียดนาม

3.3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวสหรัฐและราคาข้าวเวียดนาม

แบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ได้แสดงความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างราคาข้าวสหรัฐและไทยออกมาอยู่ในรูปสมการต่อไปนี้

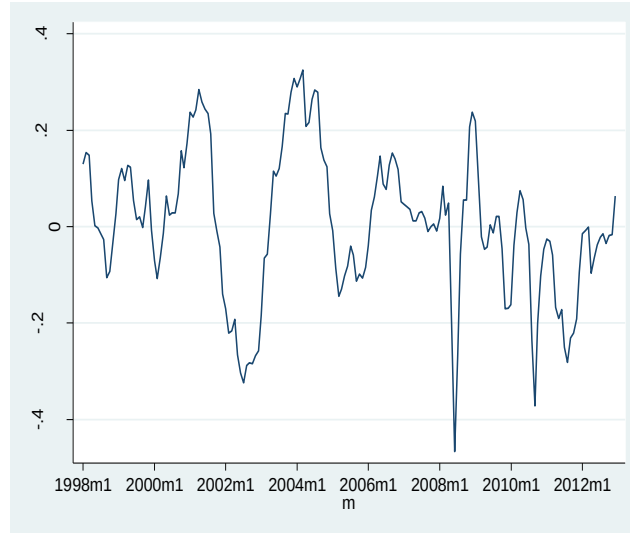
$$AK = -0.2015 + 1.0183**VN + ce \quad 16$$

โดยที่ AK คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารเมล็ดยาวจากรัฐอาร์คันซอ

VN คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารจากผู้ส่งออกเวียดนาม

ce คือ predicted co-integrated equation

ผลจากการนำข้อมูลราคามาทดสอบด้วยความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาข้าวของทั้ง 2 ประเทศเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันในระยะยาว โดยแม้ว่าช่วงเวลาของการที่ราคาเคลื่อนออกจากกันในช่วงปี ค.ศ. 2002 – 2004 จะนานกว่าในกรณีของราคาข้าวไทยกับเวียดนามในช่วงปี ค.ศ. 2008 แต่ก็มีแนวโน้มย้อนกลับสู่ดุลยภาพ (Mean-reversion) ในระยะยาว



รูปที่ 36 ผลลัพธ์ของการใช้สมการ Cointegration ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวสารสหรัฐอเมริกาและเวียดนาม

3.3.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวไทยและราคาข้าวสหรัฐอเมริกา

แบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ได้แสดงความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างราคาข้าวสหรัฐฯและไทยออกมาอยู่ในรูปสมการต่อไปนี้

$$TH = 1.5066 + 1.2253^{**}AK + ce$$

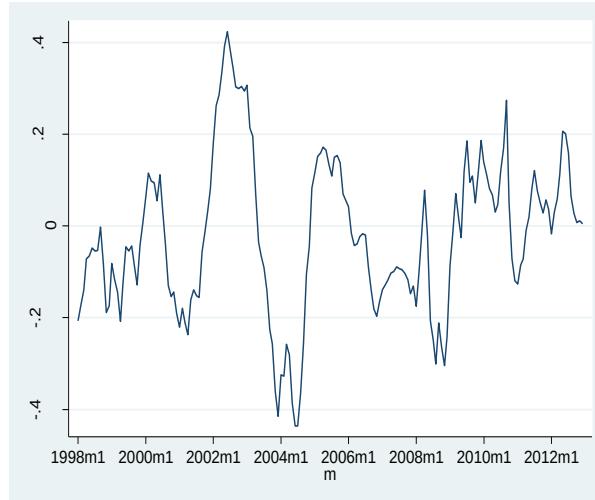
17

โดยที่ AK คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารเมล็ดยาวจากรัฐอาร์คันซอ

TH คือ natural logarithm ของราคาข้าวสารจากผู้ส่งออกไทย

ce คือ predicted co-integrated equation

ทั้งนี้จากการนำข้อมูลราคามาทดสอบด้วยความสัมพันธ์ดังกล่าวพบว่าลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาข้าวสารสหรัฐฯ (AK) และจากประเทศไทย (TH) มีลักษณะสอดคล้องและเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันในระยะยาว โดยแม้ว่าช่วงเวลาของการที่ราคาเคลื่อนออกจากกันจะนานกว่าในกรณีของราคาข้าวไทยกับเวียดนามในช่วงปี ค.ศ. 2008 แต่ก็มีแนวโน้มย้อนกลับสู่ดุลยภาพ (Mean-reversion) ในระยะยาว



รูปที่ 37 ผลลัพธ์ของการใช้สมการ Cointegration ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวสารไทยและสหรัฐอเมริกา

3.3.2 การคำนวณน้ำหนักของอิทธิพลของการส่งผ่านราคาตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition

จากผลที่ได้จากแบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ดังใน (1) – (3) ซึ่งได้แสดงความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างราคาข้าวทั้ง 3 ประเทศ ได้นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับช่องทางการส่งผ่านราคาหรือว่าราคาข้าวส่งออกของประเทศใดมีอิทธิพลมากที่สุดในระบบปรับตัวร่วมกันของราคา โดยผู้วิจัยได้นำแบบจำลองที่ใช้ในการค้นพบราคา (Price Discovery) จากการศึกษาของ Baillie และคณะ [23] ซึ่งเป็นการศึกษาการค้นพบราคา ระหว่างราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้า (Futures) และกับราคาในตลาดส่งมอบทันที (Spot) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ จากผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการค้นพบราคาเกิดขึ้นในประเทศไทยและสหรัฐมากกว่าเวียดนาม ทั้งนี้การพิจารณาสัดส่วนดังกล่าวมาจากการหา Common factor ใน Permanent Component ตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition ของ Gonzalo และ Granger [24] โดยกำหนดให้

$$Y_t = A_1 f_t + \tilde{Y}_t \quad 18$$

โดยที่ f_t คือองค์ประกอบของ linear combination ของชุดข้อมูล Y_t (Permanent Component) และกำหนดให้ $\tilde{Y}_t$ ไม่มีผลต่อการส่งผ่านระยะยาวไปยัง Y_t (Transitory Component)

ดังนั้น

$$Y_t = A_1 f_t + A_2 z_t \quad 19$$

จากวิธีของ Gonzalo and Granger [24] ได้กำหนดให้ $f_t = \alpha_{\perp} Y_t$ และ $z_t = \beta' Y_t$, $A_1 = \beta_{\perp}(\alpha'_{\perp}\beta_{\perp})^{-1}$, $A_2 = \alpha(\beta'\alpha)^{-1}$

$$\text{Component Share}_i (\text{CS}_i) = \frac{\alpha_{\perp,i}}{\alpha_{\perp,1} + \alpha_{\perp,2}}, = \text{market 1,2} \quad 20$$

ทั้งนี้ในการประมาณค่า $\alpha_{\perp,i}$ สามารถทำได้จากค่าจำนวนค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากแบบจำลอง ECM ในขั้นแรก โดยผลจากการคำนวณค่า Common factor ซึ่งแสดงถึงสัดส่วนของอิทธิพลที่มีกระบวนการปรับตัวของราคาข้าวแสดงในตารางที่ 12 โดยในกรณีของความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกไทยและเวียดนามพบว่าราคาข้าวของไทยมีอิทธิพลเทียบเท่ากับร้อยละ 70 ในกระบวนการปรับตัวของราคาของทั้งสองประเทศซึ่งมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยส่วนใหญ่ ส่วนในกรณีของความสัมพัธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกสหรัฐฯ และเวียดนามพบว่าราคาข้าวของสหรัฐฯ มีอิทธิพลเท่ากับร้อยละ 78 ในการปรับตัวคู่กันของราคาข้าวของทั้งสองประเทศ นอกจากนี้ ในกรณีของความสัมพัธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกของไทยและสหรัฐฯ พบว่าทั้งสองประเทศมีระดับของอิทธิพลที่ใกล้เคียงกันในการส่งผลต่อการปรับตัวของราคาข้าวส่งออกของทั้งสองประเทศ

ตารางที่ 12 ผลการศึกษาสัดส่วนของการค้นพบราคา (Price Discovery) ในแต่ละคู่ตลาดในช่วงระหว่างเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1998 (พ.ศ. 2541) ถึงเดือนธันวาคมปีค.ศ. 2012 (พ.ศ.2555)

	ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกไทยและเวียดนาม		ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกสหรัฐฯและเวียดนาม		ความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวส่งออกไทยและสหรัฐฯ	
	Thailand	Vietnam	USA (AK)	Vietnam	Thailand	USA (AK)
สัดส่วนของการค้นพบราคา	0.70	0.30	0.78	0.22	0.48	0.52

หมายเหตุ สัดส่วนของการค้นพบราคาคือการเทียบ $\alpha_{\perp,i}$ ซึ่งเป็นส่วนของการค้นพบราคาในตลาด i กับทั้งสองตลาด ($\alpha_{\perp,1} + \alpha_{\perp,2}$)

3.3.3 การวิเคราะห์การส่งผ่านการเปลี่ยนแปลงราคาโดยใช้ Impulse Response Function

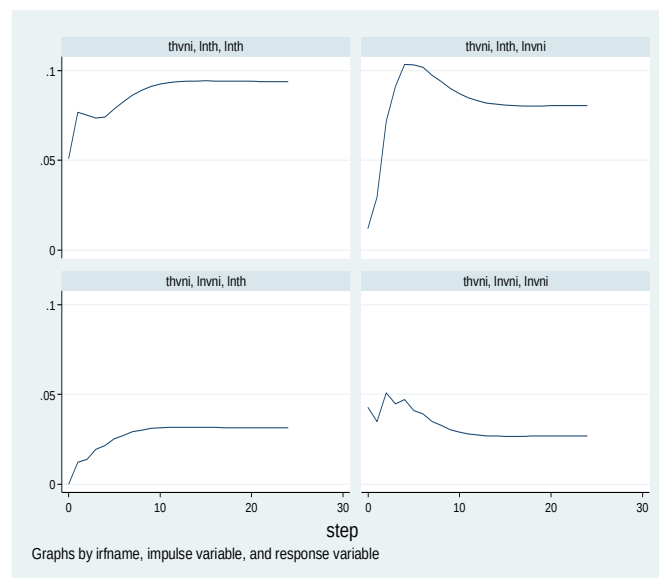
นอกจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง ECM และการคำนวณสัดส่วนของการค้นพบราคา (Price Discovery) แล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาลักษณะของกลไกการส่งผลราคาระหว่างข้าวใน 3 ประเทศผู้ส่งออกหลักโดยการใช้

แบบจำลอง Vector Auto Regression (VAR) และใช้การทดสอบ Impulse Response Function ซึ่งจะแสดงผลการตอบสนองของราคาข้าวในแต่ละประเทศหากราคาข้าวของประเทศอื่นปรับตัวสูงขึ้น โดยการวิเคราะห์โดยใช้ Impulse Response Function นี้ แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่

3.3.3.1 กรณีระหว่างราคาข้าวไทยและราคาข้าวเวียดนาม

จากการใช้ Impulse Response Function กับราคาข้าวส่งออกของประเทศเวียดนามและของไทย พบว่า หากเกิดการเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวไทยจะส่งผลกระทบต่อราคาข้าวของเวียดนาม ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวในตลาดเวียดนามไม่สามารถส่งผ่านไปยังตลาดไทยได้ดีเท่ากับกรณีแรก

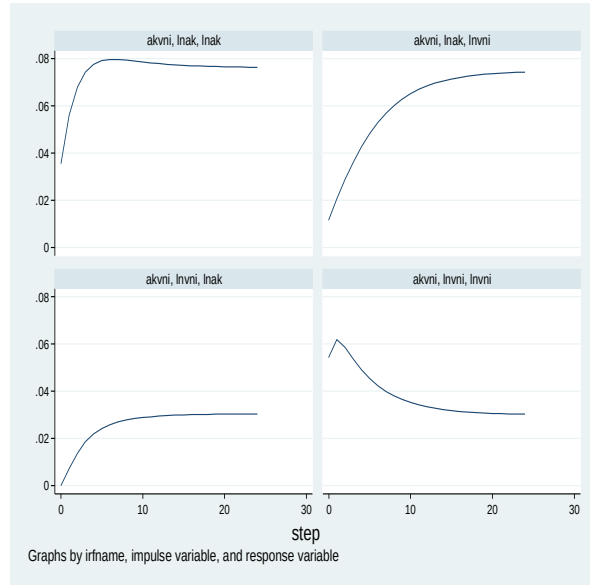
ดังแสดงในรูปที่ 38 โดยภาพซ้ายบนแสดงกลไกที่เป็นวัฏจักรของราคาข้าวไทยที่มีการส่งผลข้ามเวลาต่อราคาข้าวไทยในช่วงเวลาถัดไป ภาพขวาบนแสดงกลไกของราคาข้าวไทยที่ส่งผลกระทบต่อราคาข้าวเวียดนาม ภาพซ้ายล่างแสดงกลไกของราคาข้าวเวียดนามที่ส่งผลกระทบต่อราคาข้าวไทย และภาพขวาล่างลักษณะการส่งผลกระทบของราคาข้าวเวียดนามในเดือนก่อนหน้าต่อราคาข้าวเวียดนามในช่วงเวลาถัดไป



รูปที่ 38 กราฟแสดง Impulse Response Function ระหว่างราคาข้าวสารของผู้ส่งออกจากประเทศไทยและเวียดนาม

3.3.3.2 กรณีระหว่างราคาข้าวสหรัฐฯและราคาข้าวเวียดนาม

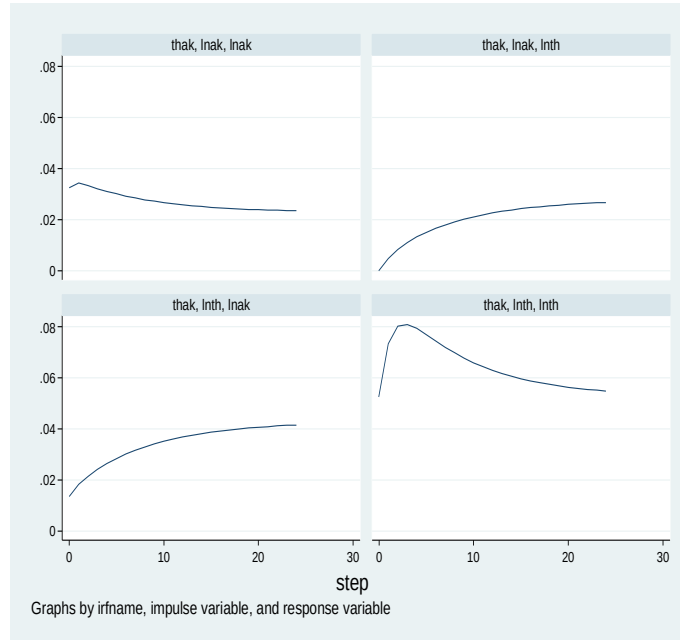
ส่วนในกรณีของแบบจำลองเพื่อติดตามดูผลกระทบ (Impulse Response Function) ระหว่างราคาข้าวส่งออกในประเทศเวียดนามและสหรัฐฯ พบว่าเกิดการส่งผ่านของการเปลี่ยนแปลงราคาตลาดข้าวสารสหรัฐฯ ไปสู่ราคาข้าวเวียดนามได้ดี (ภาพขวาบนในรูปที่ 39) ในขณะเดียวกันราคาที่เปลี่ยนแปลงในตลาดเวียดนามไม่สามารถส่งผ่านไปยังตลาดสหรัฐฯได้ดีเท่า (ภาพซ้ายล่างในรูปที่ 39)



รูปที่ 39 กราฟแสดง Impulse Response Function ระหว่างข่าวสารของสหรัฐ(ใช้ราคาข้าวเมล็ดยารัฐอาร์คันซอเป็นตัวแทน)และเวียดนาม

3.3.3.3 กรณีระหว่างราคาข้าวสหรัฐฯและราคาของไทย

ในกรณีนี้ พบว่าการส่งผ่านของราคาเกิดขึ้นใกล้เคียงกันทั้งสองตลาด นั่นคือหากเกิดการปรับตัวของราคาข้าวส่งออกของสหรัฐฯ ก็จะส่งผลกระทบต่อราคาข้าวส่งออกของไทยในระดับที่ใกล้เคียงกันกับกรณีของการปรับตัวของราคาข้าวที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงข้าวของสหรัฐฯ ดังจะเห็นจากภาพขวบนของรูปที่ 40 ซึ่งแสดงการตอบสนองของราคาข้าวส่งออกของไทยเมื่อได้รับผลกระทบจากราคาข้าวสหรัฐฯ ในขณะเดียวกับภาพซ้ายล่างของรูปที่ 40 แสดงให้เห็นถึงกลไกการปรับตัวของราคาข้าวสหรัฐฯ เมื่อเกิดการปรับตัวของราคาข้าวส่งออกของไทย



รูปที่ 40 กราฟแสดง Impulse Response Function ระหว่างข่าวสารของสหรัฐ(ใช้ราคาข้าวเมล็ดยารัฐอาร์คันซอเป็นตัวแทน)และไทย

3.4 อภิปรายผล

3.4.1 ผลการวิเคราะห์ตลาดข้าวในประเทศไทยและตลาดโลก รวมถึงคุณลักษณะของกลไกราคา

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ได้ทำการจัดสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงถึงโครงสร้างตลาดข้าวของโลกซึ่งมีรายละเอียดทั้งด้านของประเทศผู้ผลิตและประเทศผู้บริโภค โดยผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของช่องว่างระหว่างอุปสงค์และอุปทาน (หรือ demand-supply gap) มีผลทำให้ราคาข้าวในตลาดโลกสูงขึ้น ซึ่งกลไกการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นลักษณะของการชดเชยความเสียหายที่เกิดจากปริมาณการผลิตที่ลดลงโดยการเพิ่มขึ้นของราคาข้าวในตลาดโลก (เช่น ในปีที่ผลผลิตลดลงจากภัยธรรมชาติ ประเทศผู้ส่งออกข้าวที่เสียหายบางส่วนสามารถได้รับการชดเชยจากการที่ราคาข้าวในตลาดโลกสูงขึ้น) แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาถึงค่านัยยะทางสถิติของสมการซึ่งแสดงความสัมพันธ์นี้ พบว่ายังอยู่ในระดับที่ยังไม่สูงมาก (จากการพิจารณา ค่า adjusted R-squared) ดังนั้นการใช้เพียงกลไกการปรับตัวสวนทางระหว่างการเปลี่ยนแปลงของราคาและปริมาณของข้าวในตลาดโลกเพื่อเป็นกลไกการบริหารความเสี่ยงจึงไม่อาจใช้อย่างสมบูรณ์

3.4.2 ผลจากการศึกษากลไกการค้นพบราคา (Price Discovery) ของประเทศไทย เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา

จากการทดสอบกลไกการค้นพบราคา (Price Discovery) หรือกระบวนการปรับตัวของราคาข้าวสารซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของพื้นฐานทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานนั้น ผลการทดสอบโดยใช้ 3 วิธีการทางเศรษฐมิติได้ให้ข้อสรุปดังนี้

- 1) การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง Error Correction Model (ECM) ได้แสดงให้เห็นว่าราคาข้าวส่งออกของประเทศไทยและเวียดนามมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของราคาข้าวสารส่งออกของสหรัฐฯ และประเทศไทย แต่อย่างไรก็ดี แบบจำลอง ECM ได้แสดงให้เห็นว่าราคาข้าวสารส่งออกของประเทศไทยและของสหรัฐฯ ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะยาวในระดับที่มากเท่ากับ 2 กรณีแรก
- 2) ผลจากการทดสอบตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition พบว่าราคาข้าวของไทยมีอิทธิพลเท่ากับร้อยละ 70 ต่อการปรับตัวร่วมกันระหว่างราคาข้าวส่งออกไทยและราคาข้าวส่งออกของเวียดนาม ในขณะที่ราคาข้าวของสหรัฐฯ มีอิทธิพลเท่ากับร้อยละ 78 ในการปรับตัวร่วมกันของราคาข้าวส่งออกของสหรัฐฯ และเวียดนาม ส่วนในกรณีของการปรับตัวร่วมกันของข้าวไทยและสหรัฐฯ นั้น ผลการทดสอบได้แสดงให้เห็นว่าราคาข้าวของทั้งสองประเทศมีระดับของอิทธิพลที่ใกล้เคียงกันในการปรับตัวร่วมกันของราคา
- 3) ผลจากการทดสอบโดยใช้ Impulse Response Function ได้แสดงให้เห็นว่า หากเกิดการเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวไทยจะส่งผลกระทบไปยังราคาข้าวของเวียดนาม ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวในตลาดเวียดนามไม่สามารถส่งผ่านไปยังตลาดไทยได้ดีเท่ากับกรณีแรก ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับผลกระทบของราคาข้าวส่งออกของเวียดนามซึ่งไม่มีผลกระทบมากนักต่อการปรับตัวของราคาข้าวส่งออกของสหรัฐฯ แต่ในทางกลับกันการปรับตัวราคาข้าวของสหรัฐฯ มีผลต่อราคาข้าวของเวียดนาม ส่วนในกรณีของการเปลี่ยนแปลงร่วมกันระหว่างราคาข้าวส่งออกของไทยกับสหรัฐฯ พบว่ามีระดับของอิทธิพลการส่งผ่านผลกระทบที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้ Impulse Response Function สอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดสอบตามทฤษฎี Permanent-Transitory Decomposition

ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบนี้ได้ยืนยันลักษณะการเปลี่ยนแปลงราคาในตลาดโลกของข้าวดังในแบบจำลองตลาดโลกของข้าวที่ได้นำเสนอไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของราคาจะเกิดจากผลการเปลี่ยนแปลงร่วมกันของราคาข้าวของ 3 ประเทศผู้ส่งออกหลัก ได้แก่ ไทย เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา ดังนั้นความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตในประเทศผู้ส่งออกหลักทั้งสามประเทศ จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาข้าวในตลาดโลกเช่นกัน

บทที่ 4 แบบจำลองการบริหารความเสี่ยงกับตลาดการเงินโลก

4.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการที่ราคาข้าวในตลาดโลกมีความผันผวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิต รวมถึงผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผ่านมาจากความผันผวนของสินค้าโภคภัณฑ์อื่นๆ ในตลาดโลก ทำให้ผู้ส่งออกข้าวจะต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนของราคา ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเสนอการศึกษาแนวทางบริหารความเสี่ยงเพื่อลดผลกระทบทางลบจากความผันผวนของราคาข้าวโดยการสร้างแบบจำลองการลดความเสี่ยงที่ถือโดยผู้ส่งออกข้าวและเชื่อมโยงกับตลาดการเงินโลก

แนวคิดทางด้านการบริหารความเสี่ยงประกอบด้วย 2 แนวทาง คือ

1. วิธีการปกป้องความเสี่ยง (Hedging) เป็นการบริหารความเสี่ยงโดยการลงทุนในทิศทางตรงข้ามในหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์ที่มีความเคลื่อนไหวของราคาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกับสินค้าที่ผู้ลงทุนเป็นเจ้าของเพื่อลดความเสี่ยงจากการเคลื่อนไหวของราคา โดยจะต้องศึกษาลักษณะของทิศทางความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์ในตลาดต่างๆ และใช้ผลที่ได้ในการกำหนดประเภทและสัดส่วนของหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์จะต้องลงทุน ดังนั้นความสามารถในการลดความเสี่ยงขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางราคาของหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์ที่ใช้ลงทุนและปริมาณการลงทุนในสินทรัพย์เหล่านั้น ซึ่งในกรณีสูงสุดสามารถลดการขาดทุนจากความผันผวนของราคาดังได้ทั้งหมด (หรือในทางทฤษฎีการบริหารความเสี่ยงเรียกว่ากรณี Perfect Hedge) เนื่องจากราคาของหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์ที่ลงทุนเคลื่อนไหวที่ทั้งในขนาดและทิศทางที่ตรงกับสินค้าที่ผู้ลงทุนต้องการปกป้องความเสี่ยงด้านราคาโดยตลอด
2. วิธีการกระจายความเสี่ยง (Diversification) เป็นการบริหารความเสี่ยงโดยการกระจายการลงทุนในหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์หลายๆ ชนิด เพื่อที่จะกระจายให้ความแปรปรวนรวม (variance) ของผลตอบแทนรวมจากการลงทุนในสินทรัพย์ทั้งหมดลดลง ซึ่งผลที่ได้จากการกระจายความเสี่ยงด้วยวิธีนี้คือค่าความแปรปรวนของการลดลงจะเข้าใกล้กรณีอุดมคติ นั่นคือความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อการลงทุนจะเป็นความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงในระบบมหภาค (หรือ systematic risk ซึ่งส่งผลกระทบต่อทุกหลักทรัพย์หรือสินค้าโภคภัณฑ์) เท่านั้น ในขณะที่ความเสี่ยงที่เกิดจากคุณลักษณะเฉพาะแต่ละหลักทรัพย์ (หรือ idiosyncratic risk) จะหายไปซึ่งเป็นผลมาจากการกระจายการลงทุนไปยังหลักทรัพย์หลายประเภท

ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยครอบคลุมวิธีการทั้ง 2 วิธี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2 การวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้หลักการปกป้องความเสี่ยงตามแนวทาง Optimal Hedging

ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้นเกี่ยวกับโดยแนวคิดพื้นฐานของการป้องกันความเสี่ยงด้วยการ Hedging ซึ่งเป็นการใช้หลักทรัพย์หรือสินค้าที่มีทิศทางตรงกันข้ามของราคาของสินค้าของผู้ลงทุนต้องการปกป้องความเสี่ยง ดังนั้นจึงเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบว่าหลักทรัพย์หรือสินค้าใดมีทิศทางตรงกันข้ามกับสินค้าที่เราต้องการปกป้องความเสี่ยง และมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับใด ซึ่งแนวคิดดังกล่าว Ederington และคณะ [25] ได้ทำการศึกษาเรื่องการหาสัดส่วนของหลักทรัพย์หรือสินค้าที่มีทิศทางตรงกันข้ามของราคาของสินค้าของผู้ลงทุนต้องการปกป้องความเสี่ยง และพบว่าไม่จำเป็นต้องป้องกันในสัดส่วนหนึ่งต่อหนึ่งหรือเท่ากันเสมอไป ผลลัพธ์นี้นำไปสู่การหาจำนวนสัญญาที่เหมาะสมในการทำการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้วิธี Optimal Hedging Ratio (OHR) ซึ่งเป็นการคำนวณหาสัดส่วนของการลงทุนในตราสารล่วงหน้า (Future Contract) ที่สามารถปกป้องความเสี่ยงได้ทั้งหมด (Perfect Hedge) หรือเกือบทั้งหมด

สำหรับการการศึกษาแนวทางการบริหารความเสี่ยงของผู้ส่งออกหรือผู้ผลิตข้าวของไทยต่อความผันผวนของราคาข้าวในตลาดโลกด้วยวิธี Hedging นั้น ในเบื้องต้น จำเป็นจะต้องหาสินค้าโภคภัณฑ์ซึ่งมีคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงของราคาที่สัมพันธ์กับราคาข้าวส่งออกของไทย โดยจากผลจากการศึกษาดังนี้หลักทรัพย์และราคาสินค้าโภคภัณฑ์ในตลาดล่วงหน้าสหรัฐโดยการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของอัตราผลตอบแทนกับราคาข้าวส่งออกของไทย พบว่า ผลตอบแทนของสัญญาซื้อข้าวเปลือกล่วงหน้าสหรัฐ (Rice Futures) ในตลาดล่วงหน้าชิคาโก หรือตลาด CBOT (Chicago Board of Trade) มีค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุด (รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 41) ดังนั้น สัญญาซื้อข้าวเปลือกล่วงหน้าสหรัฐ (Rice Futures) จึงมีสัดส่วนมากที่สุดในการใช้เป็นเครื่องมือป้องกันความเสี่ยง(hedging vehicle)

4.3 แนวทางการบริหารความเสี่ยงด้วยวิธีการกระจายความเสี่ยง (Diversification)

ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น การบริหารความเสี่ยงวิธีนี้เป็นการกระจายความเสี่ยงโดยการถือครองหลักทรัพย์หลายๆ ประเภทเพื่อให้ความเสี่ยงที่เกิดจากคุณลักษณะเฉพาะแต่ละหลักทรัพย์ (หรือ idiosyncratic risk) ลดลงให้มากที่สุด โดยแนวคิดของการบริหารความเสี่ยงวิธีนี้เริ่มต้นจากทฤษฎีของ Markowitz [26] ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณหาสัดส่วนของหลักทรัพย์แต่ละชนิดที่ควรถือครองเพื่อเป็น กระจายการลงทุนและทำให้ความเสี่ยงที่เกิดจากคุณลักษณะเฉพาะแต่ละหลักทรัพย์ (หรือ idiosyncratic risk) ลดลง

โดยการสร้างตะกร้าของหลักทรัพย์มาจากหลักคิดในการลดค่าความแปรปรวนรวมของทั้งตะกร้าที่ทุกๆ ผลตอบแทนสูงสุดที่เป็นไปได้

จากสูตรผลตอบแทนรวมและค่าความแปรปรวนรวมของตะกร้าดังนี้

$$E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i) \quad 21$$

$$\sigma_p^2 = \sum_i w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad 22$$

โดยที่ i คือผลตอบแทนการลงทุนของทรัพย์สิน i และ ρ_{ij} คือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างทรัพย์สิน i และ j , w_i คือน้ำหนักการลงทุนในทรัพย์สิน i ในตะกร้าการลงทุน

ซึ่งในการเลือกทรัพย์สินแต่ละชนิดในการลงทุนเพื่อกระจายความเสี่ยงมีหลักอยู่ที่การให้น้ำหนักในทรัพย์สินที่มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างทรัพย์สิน i และ j หรือ ρ_{ij} ต่ำ ในขณะที่มีอัตราผลตอบแทนรวมสูง

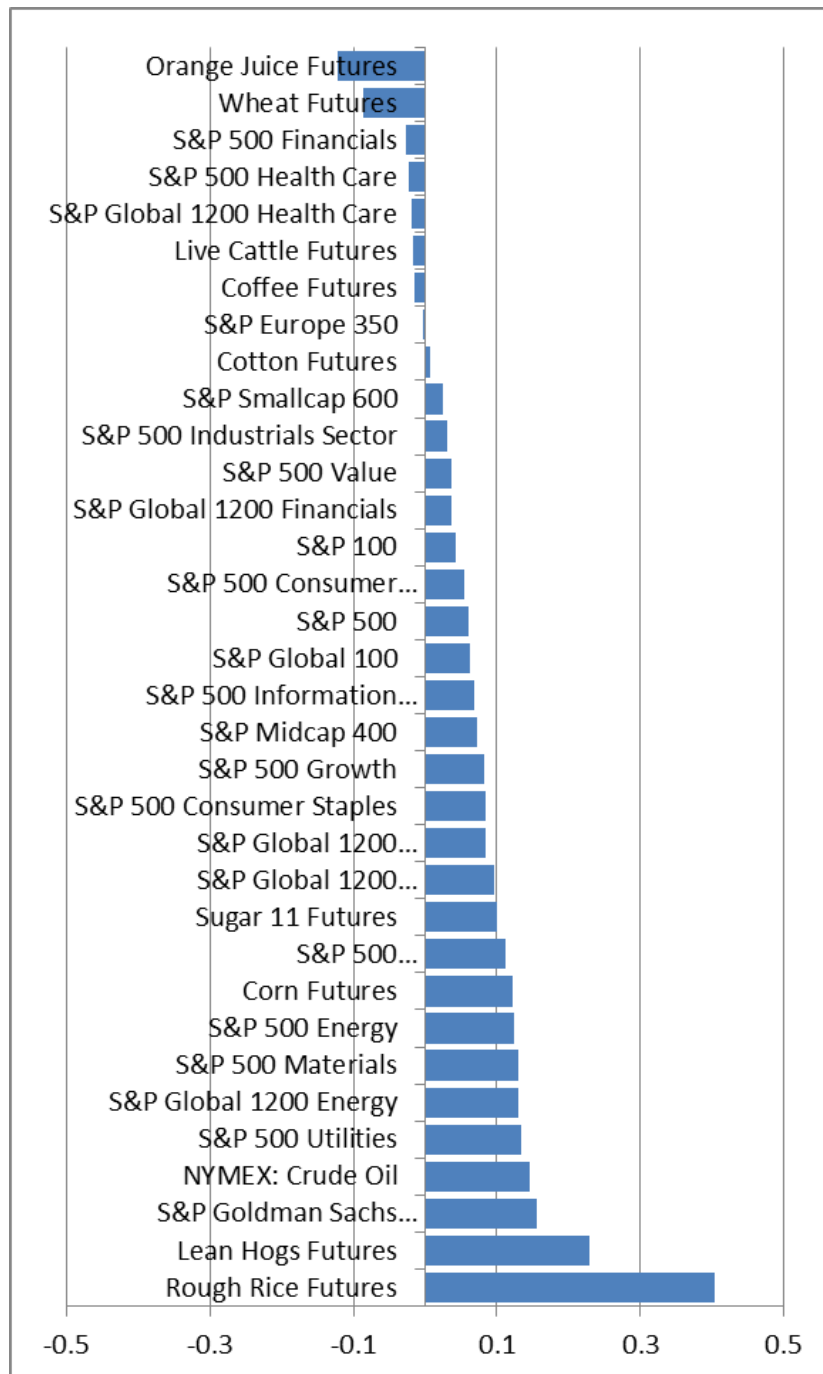
ทั้งนี้การประเมินความสามารถของตะกร้าการลงทุนสามารถใช้หลักเกณฑ์ผลตอบแทนต่อความเสี่ยงของ Sharpe [27] ดังนี้

$$S = \frac{E[R - R_f]}{\sqrt{\text{Var}[R]}} \quad 23$$

โดยที่ R คือผลตอบแทนการลงทุนของตะกร้าทรัพย์สิน และ R_f คือผลตอบแทนของทรัพย์สินไร้ความเสี่ยง

4.4 ผลการศึกษาการวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยใช้หลักการปกป้องความเสี่ยงตามแนวทาง Optimal Hedging

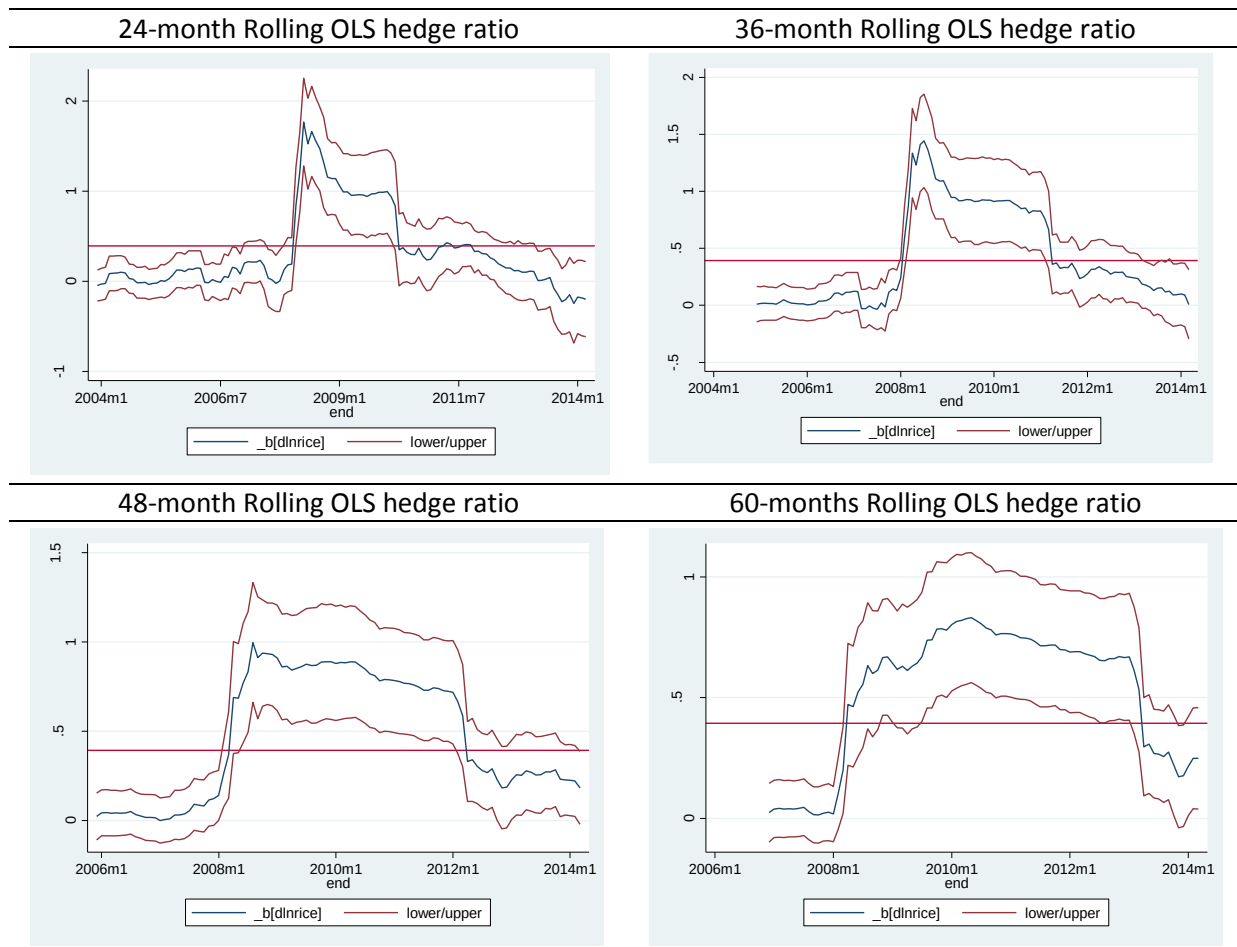
ผู้วิจัยได้จัดสร้างแบบจำลองการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการป้องกันความเสี่ยงที่ดีที่สุด (Optimal Hedging Ratio) ตามแนวทางของ Ederington และคณะ [25] ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า นอกจากการใช้สัญญาซื้อขายเปลือกล่วงหน้าสหรัฐฯ (Rice Futures) เป็นเครื่องมือหลักในการบริหารความเสี่ยงแล้ว ยังสามารถใช้สัญญาซื้อขายล่วงหน้าสินค้าอื่นๆ เป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงด้วยเช่นกัน เช่น การใช้สัญญาซื้อขายล่วงหน้าเนื้อหมู (Lean Hogs Futures) เป็นต้น



รูปที่ 41 : ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างอัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์ต่างๆ กับอัตราผลตอบแทนจากราคาข้าวสารส่งออกของไทยในช่วง มีนาคม 2002 ถึง กุมภาพันธ์ 2013

อย่างไรก็ตาม ในการบริหารความเสี่ยงในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้คำนวณอัตราการป้องกันความเสี่ยงข้าวสารส่งออกของไทยโดยใช้ข้าวเปลือกล่วงหน้าตลาดชิคาโกเป็นเครื่องมือป้องกันความเสี่ยงเป็นหลัก โดยวิธีการคำนวณค่าการป้องกันความเสี่ยงใช้แบบจำลอง OLS และ Rolling OLS ซึ่งก็คือการคำนวณโดยใช้วิธี OLS แบบปกติแต่มีการเคลื่อนที่ของช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณไปข้างหน้าทีละเดือนโดยมีระยะของช่วงเวลาตั้งแต่

24 , 36, 48 และ 60 เดือน ตามลำดับ ซึ่งการใช้วิธีดังกล่าวอาจทำให้อัตราการป้องกันความเสี่ยงสะท้อนการเคลื่อนไหวของราคาที่เปลี่ยนแปลงได้เร็วยิ่งขึ้น



หมายเหตุ อัตราการป้องกันความเสี่ยงที่เป็นค่าคงที่จากการคำนวณโดยใช้ OLS มีค่าเท่ากับ 0.4 และถูกแสดงโดยเส้นตรงขนานแกนอน

รูปที่ 42 : อัตราการป้องกันความเสี่ยงจากการคำนวณโดยวิธี OLS และ Rolling OLS 24 ,36 , 48 และ 60 เดือนตามลำดับ

หลังจากการคำนวณหาค่าอัตราการป้องกันความเสี่ยงที่เหมาะสม Optimal Hedge Ratios เราสามารถสร้างตะกร้าป้องกันความเสี่ยง Hedged Portfolio เพื่อศึกษาความแปรปรวนที่ลดลงจากการป้องกันความเสี่ยง โดยให้ตะกร้าดังกล่าวอยู่ในรูปดังต่อไปนี้

$$x_t = s_t - b_{t-1}f_t \quad 24$$

โดยที่ s_t และ f_t คือการเปลี่ยนแปลงของราคาของข้าวสารส่งออกและราคาข้าวเปลือกล่วงหน้าในตลาดชิคาโกในรูปล็อกการที่เต็ม และ b_{t-1} คือค่าอัตราการป้องกันความเสี่ยงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลในช่วงเวลาก่อนหน้า

จากนั้นผลของความแปรปรวนที่เปลี่ยนไปจะถูกนำมาพิจารณาโดยใช้สูตรวัดค่าความแปรปรวนที่ลดลง หรือ Variance Reduction (VR) ซึ่งมีลักษณะการเปรียบเทียบระหว่างตะกร้าที่มีการป้องกันความเสี่ยง x_t กับตะกร้าที่ปลอดจากการป้องกันความเสี่ยง s_t ดังต่อไปนี้

$$VR = 1 - \frac{Var(x)}{Var(s)} \quad 25$$

โดยที่ $Var(x)$ คือค่าความแปรปรวนของตะกร้าการป้องกันความเสี่ยงและ $Var(s)$ คือค่าความแปรปรวนของตะกร้าที่ปลอดจากการป้องกันความเสี่ยง ซึ่งการทำงานของตะกร้าที่มีการป้องกันความเสี่ยงที่ดีที่สุดคือตะกร้าที่มีค่า VR มากที่สุดนั่นเอง

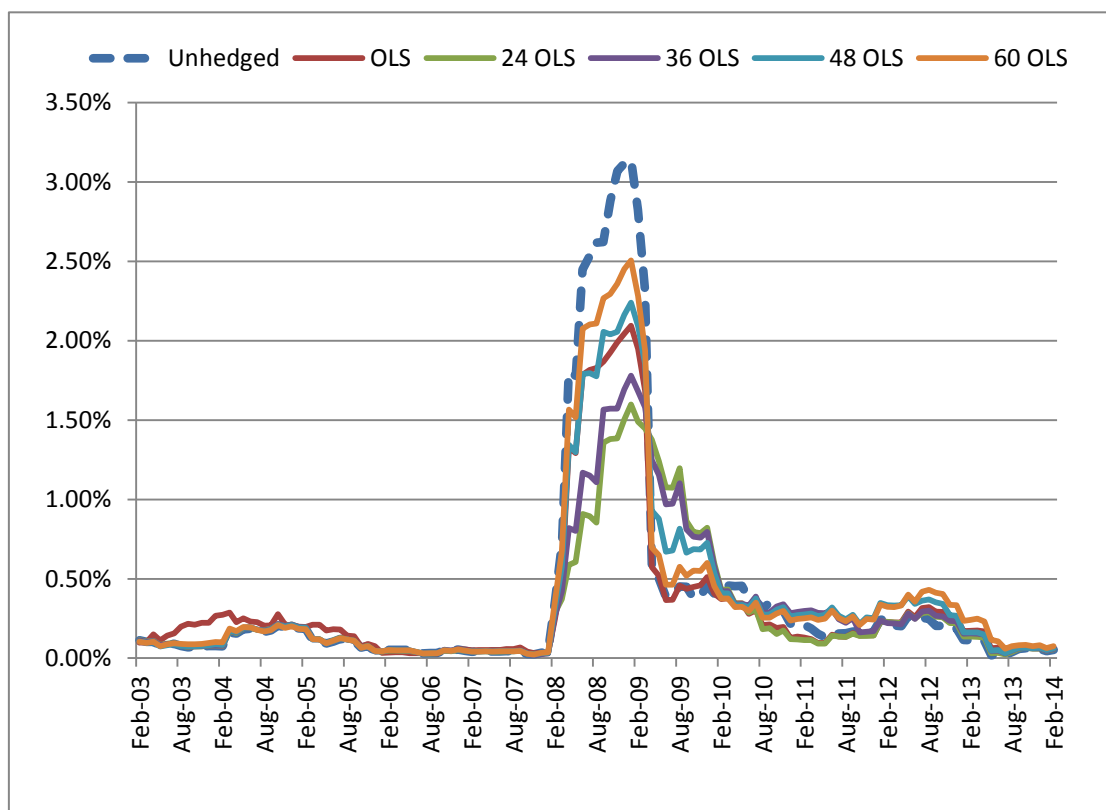
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตะกร้าการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้วิธีต่างๆ

	Unhedged	OLS	24- month R-OLS	36- month R-OLS	48- month R-OLS	60- month R-OLS
Period: February 2002 - August 2011						
Mean	0.92%	0.39%	1.17%	1.13%	0.99%	0.92%
Variance	0.44%	0.36%	0.32%	0.36%	0.40%	0.41%
VR		18.8%	27.4%	19.3%	10.3%	7.6%
Period: September 2011-February 2014						
Mean	-1.06%	-0.96%	-0.89%	-0.97%	-0.79%	-0.85%
Variance	0.13%	0.17%	0.15%	0.16%	0.19%	0.22%
VR		-29.4%	-15.3%	-18.1%	-43.5%	-65.8%
Period: February 2002 - February 2014						
Mean	0.51%	0.11%	0.74%	0.69%	0.62%	0.55%
Variance	0.38%	0.32%	0.29%	0.32%	0.36%	0.37%
VR		16.0%	23.8%	16.1%	6.7%	2.6%

ตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมการใช้การป้องกันความเสี่ยงข้าวสารส่งออกของไทยโดยใช้ข้าวเปลือกล่วงหน้าตลาดชิคาโกเป็นเครื่องมือป้องกันความเสี่ยง สามารถช่วยลดความเสี่ยงได้ ทั้งนี้พิจารณาจากระยะเวลาที่ทำการศึกษา ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2545 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 ถึงแม้ว่า จะมีบางช่วงเวลาจะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากความผันผวนที่เพิ่มขึ้น แต่ในระยะยาวความแปรปรวนของตะกร้าที่มีการป้องกันความเสี่ยงยังลดลงเมื่อเทียบกับราคาข้าวสารที่ปลอดจากการป้องกันความเสี่ยง โดยพบว่าในระยะเวลาที่เราศึกษา

การใช้อัตราค่าการป้องกันความเสี่ยงจากแบบจำลอง Rolling OLS แบบ 24 เดือนให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถลดความแปรปรวนได้ 23.8% เมื่อเทียบกับราคาข้าวสารส่งออกที่ปลอดการป้องกันความเสี่ยง นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาเฉลี่ยเท่ากับ 0.74% สูงกว่าการเปลี่ยนแปลงราคาข้าวสารส่งออกที่ปลอดการป้องกันความเสี่ยงที่เท่ากับ 0.51%

อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์ยังพบว่าในช่วงเวลา ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่รัฐบาลไทยได้มีการเริ่มนำนโยบายจำนำข้าวเปลือกที่ราคา 15,000 บาทต่อตัน มาใช้ การป้องกันความเสี่ยงโดยใช้ราคาข้าวเปลือกตลาดล่วงหน้าชิคาโกไม่สามารถลดความแปรปรวนของข้าวสารส่งออกของไทยได้ ซึ่งกรณีดังกล่าวอาจเกิดได้จากความไม่สมบูรณ์ของการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือแตกต่างกันสินค้าที่ป้องกัน (Basis Risk)



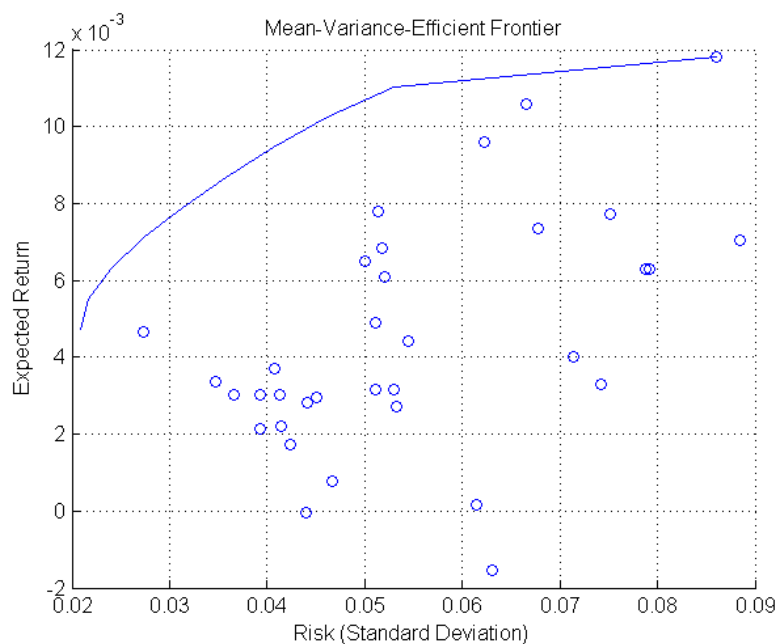
รูปที่ 43 : ความแปรปรวนหลังจากการบริหารความเสี่ยงโดยราคาข้าวเปลือกตลาดล่วงหน้าชิคาโก

นอกจากผลลัพธ์ข้างต้น หากพิจารณาค่าความแปรปรวนเคลื่อนที่ 12 เดือนเพื่อตรวจสอบความผันผวนระยะสั้น จากรูปดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงผลของการลดความแปรปรวนของตะกร้าที่มีการป้องกันความเสี่ยงได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะช่วงปี 2551-2552 ซึ่งเป็นช่วงวิกฤติราคาอาหารพุ่งสูง ปรากฏว่าการใช้การป้องกันความเสี่ยงโดยใช้ราคาข้าวเปลือกตลาดล่วงหน้าชิคาโกจะช่วยให้ความแปรปรวนลดลง อย่างไรก็ตามในระยะเวลาตั้งแต่ปี 2552 เป็นต้นมา กลับพบว่าการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้ข้าวเปลือกล่วงหน้าชิคาโกสามารถ

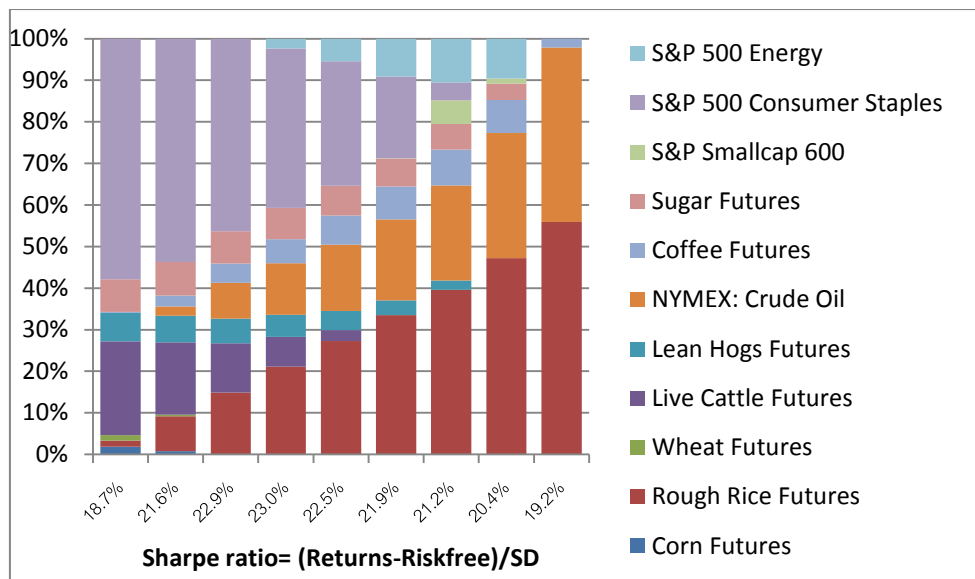
ทำให้ความแปรปรวนลดลง ได้จากบางวิธีเท่านั้น ซึ่งกรณีนี้ยังสะท้อนความเสี่ยงจากความไม่สมบูรณ์ของการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือแตกต่างกับสินค้าที่ป้องกัน (Basis Risk) มากขึ้น

4.5 ผลการวิเคราะห์แนวทางการบริหารความเสี่ยงด้วยวิธีการกระจายความเสี่ยง (Diversification)

ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น การบริหารความเสี่ยงวิธีนี้เป็นการกระจายความเสี่ยงโดยการถือครองหลักทรัพย์หลายๆ ประเภทในตะกร้าเดียวกันเพื่อให้ความเสี่ยงที่เกิดจากคุณลักษณะเฉพาะแต่ละหลักทรัพย์ (หรือ idiosyncratic risk) ลดลงให้มากที่สุด ซึ่งในกรณีของการกระจายความเสี่ยงสำหรับผู้ส่งออกข้าวไทยหรือผู้ผลิตข้าวนั้น จะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนและความเสี่ยงของสินทรัพย์ทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 44 โดยทางผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองตามแนวทาง สมการที่ 21 และ 22 ซึ่งมีส่วนประกอบของตะกร้าดังในรูปที่ 45 ซึ่งสะท้อนการรวมทรัพย์สินในตลาดการเงินในสหรัฐ



รูปที่ 46 : ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนและความเสี่ยงของแต่ละสินทรัพย์ และเส้นขอบเขตของการได้รับผลตอบแทนสูงสุดที่เป็นไปได้ในแต่ละระดับความเสี่ยง (Mean-Variance Efficient Frontier)



รูปที่ 47 : สัดส่วนของแต่ละสินทรัพย์ใน Efficient Portfolio ที่เส้นขอบเขตของการได้รับผลตอบแทนสูงสุดที่เป็นไปได้ ในแต่ละระดับความเสี่ยง (Mean-Variance Efficient Frontier)

ทั้งนี้หากต้องการปรับสัดส่วนการถือหลักทรัพย์ที่เป็นสัญญาซื้อขายเปลือกล่วงหน้า (Rough Rice Futures) ให้มากขึ้นจะต้องลดสัดส่วนของการถือครองหลักทรัพย์ประเภทอื่นๆ ลง และถือครองสัญญาซื้อน้ำมันดิบล่วงหน้า (NYMEX: Crude Oil) มากขึ้น ซึ่งช่วยให้ความสัดส่วนของผลตอบแทนต่อความเสี่ยง (Sharpe ratio) ลดลงจากระดับที่ 21.6% - 23.0% มาอยู่ที่ระดับ 19.2%

4.6 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกข้าวในประเทศไทยมีขนาดใหญ่ ตลอดจนความเสี่ยงจากความผันผวนของสภาวะอากาศมักส่งผลกระทบเป็นวงกว้างภายในประเทศและส่งผลพร้อมๆ กันในหลายพื้นที่ต่อผู้ที่อาจเป็นกลุ่มผู้ซื้อกรรมธรรม์พร้อมๆ กัน (Covariate Risks) ส่งผลให้การรับความเสี่ยงภัยพิบัติโดยเอกชนรายใดรายหนึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการดำเนินงานของ บริษัทประกันนั้นๆ ในขณะที่การลงทุนในตลาดล่วงหน้าของสินค้าโภคภัณฑ์ในต่างประเทศเพื่อบริหารความเสี่ยงของผู้รับประกันนั้นจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพสูงและคล่องตัว และจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่เพื่อให้เกิดความประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ในการซื้อขายสัญญาล่วงหน้าโภคภัณฑ์และอัตราแลกเปลี่ยน ดังนั้นหลักการสำคัญคือไม่ว่าผู้ขายกรรมธรรม์ประกันภัยพิบัติให้กับเกษตรกรจะเป็นการดำเนินการโดยภาครัฐหรือภาคเอกชน บริษัทที่รับประกันภัยต่อหรือซื้อความเสี่ยงบางส่วนไปบริหารโดยเฉพาะความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความผันผวนของสภาวะอากาศ จำเป็นต้องมีความสามารถในการกระจายความเสี่ยงได้ในระดับนานาชาติและสามารถป้องกันความเสี่ยงดังกล่าวในตลาดล่วงหน้าต่างประเทศได้อย่างคล่องตัว

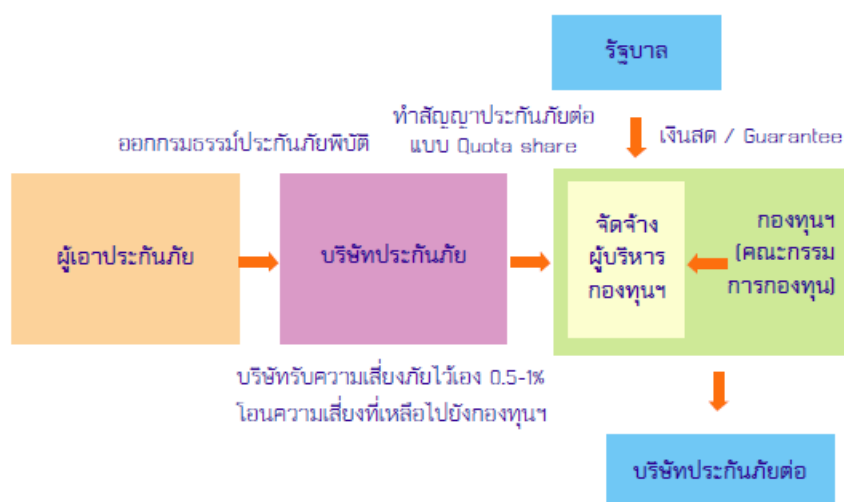
ผลจากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 พบว่าแนวทางการใช้การป้องกันความเสี่ยงโดยวิธี Optimal Hedging มีความเป็นไปได้ในการช่วยลดความเสี่ยงของผู้ส่งออกข้าวไทยโดยศึกษาจากแบบจำลองที่เชื่อมโยงกับตลาด

สินค้าโภคภัณฑ์ล่วงหน้าชิคาโก รวมทั้งการศึกษาในเรื่องการกระจายความเสี่ยงโดยการสร้างแบบจำลอง ตระกัทรัพียสินโดยมีสัญญาซื้อขายล่วงหน้าข่าวสารชิคาโกรวมอยู่นั้นสามารถกระจายความเสี่ยงได้จริง ซึ่งผล จากการศึกษาในขั้นนี้จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดได้ในระดับนโยบายต่อไป

ในปัจจุบัน ระบบการบริหารความเสี่ยงจากภัยพิบัติได้มีความพยายามใช้กลไกตลาดเข้ามาเพื่อบริหารให้ เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะหลังจากเกิดเหตุการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ.2554 และหลังจากรัฐบาลได้ ประกาศใช้พระราชกำหนดกองทุนส่งเสริมการประกันภัยพิบัติ พ.ศ. 2555 จึงได้มีการจัดตั้งกองทุนส่งเสริมการ ประกันภัยพิบัติ โดยมีจุดประสงค์ของกองทุนเพื่อเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติโดยการรับ ประกันภัยและทำประกันภัยต่อ และให้ความช่วยเหลือทางการเงินแก่ผู้ประกอบการธุรกิจประกันวินาศภัย

ภายใต้ระบบรับประกันภัยพิบัติผ่านกองทุนประกันภัยพิบัตินี้ จะทำงานโดยเริ่มจากบริษัทประกันภัยรับ ทำกรรมธรรม์ประกันภัยพิบัติ ซึ่งในปัจจุบันมีการออกกรรมธรรม์ให้กับลูกค้า 4 กลุ่มได้แก่ ผู้อยู่อาศัย ผู้ประกอบการ SME ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม และกลุ่มเกษตรกรชาวนา โดยบริษัทประกันภัยจะรับความ เสี่ยงไว้เองขั้นต่ำที่ 0.5%-1% เพื่อให้เกิดการกระจายความเสี่ยงที่ระดับล่างสุด (pool risks) ส่วนที่เหลือจะส่ง ต่อความเสี่ยงไปยังกองทุนประกันภัยพิบัติ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการรับประกันภัยต่อ (Reinsurance) โดยกองทุน ประกันภัยพิบัติจะเป็นผู้รับความเสี่ยงไว้เองส่วนหนึ่งและจะโอนแบ่งความเสี่ยงส่วนที่เหลือไปยังบริษัท ประกันภัยต่อต่างประเทศ สำหรับความเสี่ยงที่กองทุนต้องเป็นผู้บริหารจัดการเองนั้น ทางกองทุนจะมี ผู้บริหารกองทุนเพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการความเสี่ยงแทนกองทุน เพื่อความคล่องตัวในการบริหาร และอาจมี การช่วยเหลือทางการเงินจากทางรัฐบาลในการ เพื่อการดำรงสถานะทางการเงินและดำเนินงานของกองทุน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หลัก

โครงสร้างการรับประกันภัยพิบัติ



รูปที่ 48 : โครงสร้างการรับประกันภัยพิบัติผ่านทางกองทุนส่งเสริมการประกันภัยพิบัติตาม พรบ.กองทุนส่งเสริมการ ประกันภัยพิบัติ พ.ศ.2555, ที่มา: [28]

โดยในปีการผลิต 2557 รัฐบาลได้มีโครงการประกันภัยนาข้าว ซึ่งดำเนินการขายกรมธรรม์ผ่านทางธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยได้รับการผลักดันจาก สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กระทรวงการคลัง ร่วมกับสมาคมประกันวินาศภัย และคณะกรรมการบริหารและกำกับระบบประกันภัย (คปภ) โดยตั้งเป้าหมายพื้นที่นาข้าวที่จะเข้าร่วมโครงการ 1.5 ล้านไร่ โดยกำหนดให้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ รับภาระค่าเบี้ยประกันภัยตามลำดับความเสี่ยงของพื้นที่ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับตามความเสี่ยง และคิดอัตราค่าเบี้ยประกันภัยรวมภาษีมูลค่าเพิ่มและอากรแสตมป์อยู่ที่ 129.47 บาท/ไร่ 247.17 บาท/ไร่ 376.64 บาท/ไร่ 472.94 บาท/ไร่ และ 510.39 บาท/ไร่ ตามลำดับ โดยเกษตรกรจะจ่ายค่าเบี้ยประกันในอัตราเพียง 60 บาท/ไร่ 70 บาท/ไร่ 80 บาท/ไร่ 90 บาท/ไร่ และ 100 บาท/ไร่ โดยที่เหลือรัฐจะเป็นผู้อุดหนุนค่าเบี้ยประกันแทนเกษตรกรในอัตรา 69.47 บาท/ไร่ 177.17 บาท/ไร่ / 296.64 บาท/ไร่ 382.94 บาท/ไร่ และ 410.39 บาท/ไร่ ตามลำดับ

ซึ่งโครงการดังกล่าว มีส่วนช่วยในการบริหารจัดการงบประมาณของภาครัฐอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ เกษตรกรได้รู้จักการบริหารความเสี่ยงภัยด้วยตนเอง ตลอดจนส่งเสริมกลไกตลาดประกันภัยภาคการเกษตรของภาคเอกชน

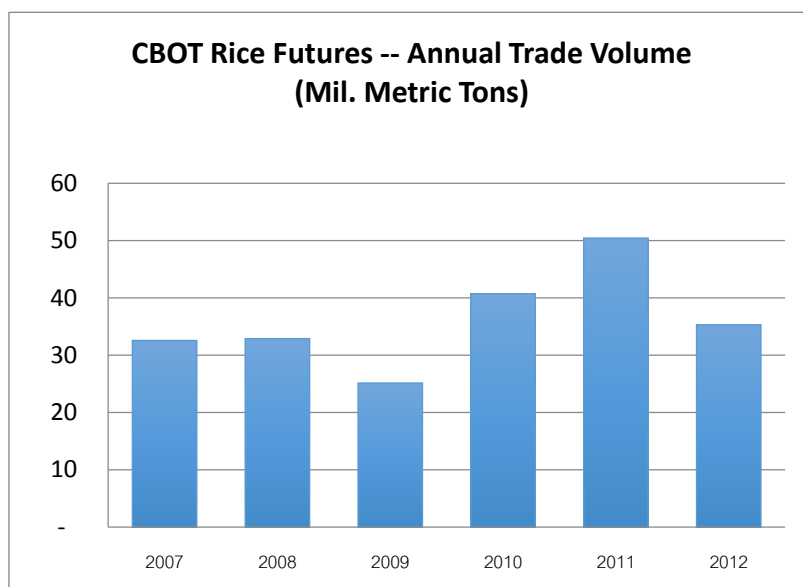
ในระยะยาว เพื่อให้มีการใช้ระบบประกันภัยพิบัติที่เป็นระบบเดียวกัน และเป็นการอิงกับกลไกในระบบตลาดควรผลักดันให้มีการรับความเสี่ยงการประกันภัยพิบัติของภาคเกษตรโดยมีการอิงกับดัชนีพืชผลการเกษตรหรืออิงกับเทคโนโลยีระยะไกลเป็นส่วนเพิ่มเติม โดยใช้ระบบการบริหารงานผ่านกองทุนส่งเสริมการประกันภัยพิบัติด้วยเช่นกันเพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการบริหารความเสี่ยง โดยกองทุนจะมีหน้าที่รับความเสี่ยงมาจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร หรือบริษัทประกันภัยที่เป็นเอกชน ส่งผ่านความเสี่ยงส่วนหนึ่งไปยัง บริษัทรับประกันภัยต่อ และเหลือความเสี่ยงส่วนหนึ่งในการบริหารต่อเอง ซึ่งการที่กองทุนได้รับความเสี่ยงมาบริหารโดยการได้รับเงินอุดหนุนส่วนหนึ่งจากรัฐบาลจะช่วยให้ค่าเบี้ยประกันภัยของเกษตรกรอยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหา Adverse Selection และยังเปิดโอกาสให้ระบบตลาดทำงานได้โดยผ่านการซื้อประกันความเสี่ยงของเกษตรกร และส่งต่อความเสี่ยงไปยังผู้รับประกันภัยต่อ

สำหรับกรณีที่กองทุนต้องแบกรับภาระการบริหารความเสี่ยงเอง เราจะพบว่าข้อดีของการป้องกันความเสี่ยงโดยใช้ Optimal Hedging ผ่านทาง ตลาดโภคภัณฑ์ล่วงหน้าไม่จำเป็นต้องทำการป้องกันความเสี่ยงเต็มทั้งจำนวนของความเสี่ยงที่ได้รับมาซึ่งจะช่วยลดต้นทุนของการป้องกันความเสี่ยงในขั้นแรก และการวางเงินเพื่อเป็นหลักประกัน (deposit) การซื้อหรือขายในตลาดล่วงหน้าเป็นการวางเงินที่ระดับตามสัดส่วนของมูลค่าเต็มในสัญญาล่วงหน้า (maintenance margin) หรือคิดเป็นเท่าที่บริษัทนายหน้าซื้อขายต้องการเพื่อเป็นหลักประกันเท่านั้นเท่านั้น ไม่ใช่การจ่ายเต็มราคา จึงเปิดโอกาสให้ผู้บริหารกองทุนสามารถบริหารความเสี่ยงโดยการกระจายความเสี่ยงของรายได้จากค่าเบี้ยประกันในทรัพย์สินที่สร้างรายได้ชนิดอื่นได้

จากแนวทางดังกล่าวก็นำไปสู่คำถามอีกสองข้อคือ ประเทศไทยซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดของโลกเป็นผู้ขายความเสี่ยง (hedger) โดยใช้สัญญาซื้อขายข้าวล่วงหน้าสหรัฐฯ ณ ตลาด CBOT ขนาดของ

ตลาดเพียงพอที่จะรองรับธุรกรรมดังกล่าว (Market Depth) ซึ่งในกรณีสูงสุดคิดเป็นมูลค่าการค้าข้าวทั้งหมดของไทยได้หรือไม่ รวมถึงจะมีมูลค่าสภาพคล่องของการซื้อขายในตลาด (Liquidity) เพียงพอหรือไม่

สำหรับประเด็นทั้งหมดนี้ ทั้งในกรณีความลึก (Market Depth) และในกรณีของสภาพคล่องของการซื้อขายในตลาด (Liquidity) พบว่าจากการพิจารณาปริมาณการซื้อขายสถานะในตลาดตราสารข้าวเปลือกล่วงหน้าสหรัฐ (CBOT) มีความลึกพอเพียงและสภาพคล่องกับการป้องกันความเสี่ยงจากการเพิ่มสถานะการซื้อขายของผู้ส่งออกหรือผู้ผลิตไทย ทั้งนี้จากการที่สหรัฐเป็นผู้ผลิตข้าวรายใหญ่กว่าประเทศไทย จึงทำให้มีมูลค่าการซื้อขายสัญญาล่วงหน้าข้าวคิดโดยเปรียบเทียบเป็นน้ำหนักข้าวสูงกว่าปริมาณการผลิตข้าวของไทยตลอดช่วงปี ค.ศ. 2007 – 2012 (ยกเว้นปี 2009) จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้กลไกการบริหารความเสี่ยงดังที่ได้นำเสนอมาทั้งในด้านการทำ Hedging และ การทำ Diversification



รูปที่ 49 : ปริมาณการซื้อขายข้าวตามสัญญาล่วงหน้าข้าวตลาดชิคาโก

เอกสารอ้างอิง

- [1] Y. Bayarjargala, A. Karnieli, M. Baysgalan, S. Khudulmur, C. Gandush และ C. J. Tucker, “A comparative study of NOAA-AVHRR derived drought indices using change vector analysis,” *Remote Sensing of Environment*, เล่มที่ 105, %11, p. 9–22, 2006.
- [2] P. Gibson และ C. Power, *Introductory Remote Sensing Principles and Concepts*, Routledge, 2000.
- [3] E. . M. de Silveira, . L. M. T. de Carvalho และ F. W. Ace, “The assessment of vegetation seasonal dynamics using multitemporal NDVI and EVI images derived from MODIS,” ใน *International Workshop on the MultiTemp* , Leuven, 2007.
- [4] F. Deng, G. Su และ C. Liu, “Seasonal variation of MODIS vegetation indexes and their statistical relationship with climate over the subtropic evergreen forest in Zhejiang, China,” *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, เล่มที่ 4, %12, pp. 236-240, 2007.
- [5] T. Sakamoto, M. Yokozawa, H. Toritani และ M. shibayam, “A crop phenology detection method using time-series MODIS data,” *Remote Sensing of Environment*, เล่มที่ 96, pp. 366-374, 2005.
- [6] C. . F. Chen, N. T. Son และ L. Y. Change, “Monitoring of rice cropping intensity in the upper Mekong Delta, Vietnam using time-series MODIS data,” *Advances in Space Research*, เล่มที่ 49, %12, pp. 292-301, 2012.
- [7] H. Zhao, Z. Yang, L. Li และ H. Zhu, “Crop phenology date estimation based on NDVI derived from the reconstructed MODIS daily surface reflectance data,” ใน *17th Intl. Conf. on Geoinformatics*, Fairfax, USA., 2009.

- [8] W. Kleynhans, J. C. Olivier, K. J. Wessels, F. van den Bergh, B. P. Salmon และ K. C. Steenkamp, "Improving land cover class separation using an extended Kalman filter on MODIS NDVI time-series data," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, เล่มที่ 7, %12, pp. 381-385, 2010.
- [9] W. Kleynhans, J. C. Olivier, K. J. Wessels, F. van den Bergh, B. P. Salmon และ K. C. Steenkamp, "Detecting land cover change using an extended Kalman filter on MODIS NDVI time-series data," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, เล่มที่ 8, %13, pp. 507-511, 2011.
- [10] J. W. Davis และ M. A. Keck, "Modeling Pest Behavior and Detecting Event anomalies using a Seasonal kalman Filter," Computer Science and Engineering Technical Report, Ohio State University, Ohio, 2005.
- [11] K. H. Coble, T. O. Knight, R. D. Pope และ J. . R. Williams, "Modeling Farm-Level Crop Insurance Demand with Panel Data," *American Journal of Agricultural Economics*, เล่มที่ 78, %12, p. 439-447, 1996.
- [12] J. . D. Woodard, G. . D. Schnitkey, B. . J. Sherrick, N. Lozano-Gracia และ L. Anselin, "A Spatial Econometric Analysis of Loss Experience in the U.S. Crop Insurance Program," *Journal of Risk and Insurance*, เล่มที่ 79, %11, p. 261-286, 2012.
- [13] S. Shaik, "Crop Insurance Adjusted Panel Data Envelopment Analysis Efficiency Measures," *American Journal of Agricultural Economics*, เล่มที่ 95, %15, pp. 1155-1177, 2013.
- [14] C.-C. Chen และ C.-C. Chang, "The impact of weather on crop yield distribution in Taiwan: some new evidence from panel data models and implications for crop insurance," *Agricultural Economics*, เล่มที่ 33, %13, pp. 503-511, 2005.
- [15] H. Bühlmann, *Mathematical Methods in Risk Theory*, Springer, 1996.
- [16] K. H. Borch, *The Mathematical Theory of Insurance: An Annotated Selection of Papers on Insurance Published 1960-1972*, Lexington Books , 1974.

- [17] R. V. Hogg และ S. A. Klugman , Loss Distributions, Wiley, 1984.
- [18] R. I. Mehr, E. Cammack และ T. Rose, Principles of Insurance, Richard D Irwin; 8 Sub edition, 1985.
- [19] S. M. Ahsan, A. A. G. Ali และ N. J. Kurian, “Toward a Theory of Agricultural Insurance,” *American Journal of Agricultural Economics*, เล่มที่ 64, %13, pp. 520-529, 1982.
- [20] B. K. Goodwin และ V. H. Smith, The Economics of Crop Insurance and Disaster Aid, Aei Press, 1995.
- [21] G. R. Josephson, R. B. Lord และ C. W. Mitchell, “Actuarial Documentation of Multiple Peril Crop Insurance Ratemaking Procedures,” MILLIMAN & ROBERTSON, INC., 2000.
- [22] B. A. Babcock, C. E. Hart และ D. J. Hayes, “Actuarial Fairness of Crop Insurance Rates with Constant Rate Relativities,” *American Journal of Agricultural Economics*, เล่มที่ 86, %13, pp. 563-575, 2004.
- [23] R. T. Bailliea, G. G. Bootha, Y. Tse และ T. Zabolina, “Price discovery and common factor models,” *Journal of Financial Markets*, เล่มที่ 5, %13, pp. 309-321, 2002.
- [24] J. Gonzalo และ C. Granger, “Estimation of Common Long-Memory Components in Cointegrated Systems,” *Journal of Business & Economic Statistics*, เล่มที่ 13, %11, pp. 27-35, 1995.
- [25] L. Ederington, “The Hedging Performance of the New Futures Markets,” *Journal of Finance*, pp. 157-170, 1979.
- [26] H. Markowitz, “Portfolio Selection,” *The Journal of Finance*, เล่มที่ 7, %11, pp. 77-91, 1952.
- [27] W. F. Sharpe, “Mutual Fund Performance,” *Journal of Business*, เล่มที่ 39, %1S1, p. 119–138, 1966.

- [28] L. Tingting และ L. Chuang, "Study on extraction of crop information using time-series MODIS data in the Chao Phraya Basin of Thailand," *Advances in Space Research*, เล่มที่ 45, %16, pp. 775-784, 2010.
- [29] T. Sakamoto, N. . V. Nguyen , H. Ohno และ N. Ishitsuka, "Spatio-temporal distribution of rice phenology and cropping systems in the Mekong Delta with special reference to the seasonal water flow of the Mekong and Bassac rivers," *Remote Sensing of Environment*, เล่มที่ 100, pp. 1-16, 2006.
- [30] K. F. Kroner และ J. Sultan, "Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, pp. 535-551, 1993.
- [31] J. Hill และ T. Schneeweis, "The Hedging Effectiveness of Foreign Currency Futures," *Journal of Financial Research*, pp. 95-104, 1982.
- [32] S. G. Cecchetti, R. E. Cumby และ S. Figlewski, "Estimation of Optimal Futures Hedge," *Review of Economics and Statistics*, pp. 623-30, 1988.
- [33] C. Brooks, O. T. Henry และ G. Persaud, "The Effect of Asymmetries on Optimal Hedge Ratios," *The Journal of Business*, pp. 333-352, 2002.
- [34] R. T. Baillie และ R. J. Myers, "Bivariate GARCH Estimation of the Optimal Commodity Futures Hedge," *Journal of Applied Econometrics*, pp. 109-24, 1991.
- [35] R. F. Engle และ C. W. J. Granger, "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing," *Econometrica*, pp. 251-276, 1987.
- [36] S. Johansen, "Statistical Analysis of Cointegration Vectors," *Journal of Economic Dynamics and Control*, pp. 231-254, 1988.
- [37] T. Bollerslev, E. F. Engle และ J. M. Wooldridge, "A Capital Asset Pricing Model with Time-varying Covariances," *Journal of Political Economy*, pp. 116-131, 1988.

- [38] R. F. Engle, "Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models," *Journal of Business & Economic Statistics*, pp. 339-350, 2002.
- [39] G. C. Lamoureux และ W. D. Lastrapes, "Heteroskedasticity in Stock Return Data: Volume versus GARCH Effects," *Journal of Finance*, pp. 221-229, 1990.
- [40] T. Bollerslev, "Modelling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH model.," *Review of Economics and Statistics*, %152, pp. 5-59, 1990.
- [41] S. Y. Park และ S. Y. Jei, "Estimation and Hedging Effectiveness of Time-varying Hedge Ratio: Flexible Bivariate Garch Approaches," *Journal of Futures Markets*, %11, pp. 71-99, 2010.