

การประเมินความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็นของผลผลิตข้าวในปีใน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ:
การประยุกต์ใช้การจำลองมอนติคาร์โล

**Probabilistic Risk Assessment of In-Season Rice Production in Northeastern
Thailand under Climate Uncertainty: An Application of Monte Carlo Simulation**

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์^{1*}

Phisit Suvarnaphaet^{1*}

Received 6 January 2026, Revised 20 March 2026, Accepted 25 March 2026

ABSTRACT

Rain-fed rice farming in Northeastern Thailand is highly vulnerable to climate variability. Previous deterministic assessments often overlook probabilistic risks and extreme events. This study employs Monte Carlo simulation to assess the risk of production loss. A stochastic model, using empirical elasticities and calibrated against statistics from the Office of Agricultural Economics, was used to simulate 10,000 climatic scenarios under the SSP2-4.5 pathway. The results indicate a mean production of 10.45 million tons. Crucially, the Value at Risk (VaR) at the 95% confidence level is 10.22 million tons, revealing a potential downside of 0.23 million tons during extreme years. Additionally, the probability of production falling below the baseline mean stands at 50.40%. This probabilistic approach provides a robust tool for managing climate-induced agricultural risks compared to traditional mean-based projections.

Keywords: Monte Carlo Simulation, Probabilistic Risk Assessment, Rice Production, Climate Uncertainty, Stochastic Modeling

บทคัดย่อ

การทำนาข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเปราะบางต่อความผันผวนของสภาพภูมิอากาศอย่างมาก การประเมินผลกระทบแบบเดิมมักละเลยความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็น การศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้การจำลองมอนติคาร์โลเพื่อประเมินความเสี่ยง โดยสร้างแบบจำลองสโตคาสติกจากค่าความยืดหยุ่นเชิงประจักษ์ และปรับเทียบค่าคงที่ให้สอดคล้องกับสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร การจำลองสถานการณ์ 10,000 รอบภายใต้ฉากทัศน์ SSP2-4.5 พบว่าผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 10.45 ล้านตัน อย่างไรก็ตาม ค่าความเสี่ยงวิกฤต (VaR) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{1*} สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120

Department of Agricultural Extension, Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Sampraya, Cha-am, Phetchaburi 76120, Thailand.

* Corresponding author: E-mail address: suvarnaphaet_p@su.ac.th

อยู่ที่ 10.22 ล้านตัน ซึ่งบ่งชี้ว่าผลผลิตอาจลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 0.23 ล้านตันในปีวิกฤต นอกจากนี้ ยังมีความน่าจะเป็นร้อยละ 50.40 ที่ผลผลิตจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยปีฐาน แนวทางเชิงความน่าจะเป็นนี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการความเสี่ยงทางเกษตรกรรมที่มีประสิทธิภาพกว่าการคาดการณ์ค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: การจำลองมอนติคาร์โล การประเมินความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็น ผลผลิตข้าว
ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ แบบจำลองสโตคาสติก

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ถือเป็นภัยคุกคามระดับโลกที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความมั่นคงทางอาหารและระบบนิเวศการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิที่สำคัญที่สุดแต่กลับมีความเปราะบางสูงเนื่องจากระบบการผลิตส่วนใหญ่เป็นเกษตรน้ำฝน (Rain-fed agriculture) ที่ต้องพึ่งพาสภาพดินฟ้าอากาศตามธรรมชาติ รายงานการประเมินครั้งที่ 6 (AR6) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC, 2022) และข้อมูลจากธนาคารโลก (World Bank Group, 2022) ระบุตรงกันว่า อุณหภูมิพื้นผิวโลกและรูปแบบของปริมาณน้ำฝนมีความผันผวนรุนแรงขึ้น ซึ่งภายใต้สถานการณ์จำลองเส้นทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคม (Shared Socioeconomic Pathways: SSPs) ทั้งในระดับปานกลาง (SSP2-4.5) และระดับสูง (SSP5-8.5) ล้วนชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มความเสี่ยงที่ผลผลิตทางการเกษตรจะได้รับความเสียหายเพิ่มขึ้นในทศวรรษหน้า (Attavanich, 2018; Jatuporn & Takeuchi, 2023) การศึกษาผลกระทบดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและบริหารจัดการความเสี่ยงให้แก่เกษตรกรตามหลักการเกษตรยั่งยืน (Hardaker *et al.*, 2015; Komarek *et al.*, 2020)

ในอดีต การประเมินผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว มักนิยมใช้วิธีการทางเศรษฐมิติผ่านแบบจำลองฟังก์ชันการผลิต (Production Function Models) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและผลผลิต งานวิจัยจำนวนมากได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Cobb-Douglas ร่วมกับเทคนิคการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไปที่

เป็นไปได้ (Feasible Generalized Least Squares: FGLS) เพื่อแก้ไขปัญหาความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่คงที่ (Heteroskedasticity) ดังเช่นการศึกษาของ กนกพร และคณะ (2563), Sinnarong *et al.* (2019, 2022) และ Yu *et al.* (2022) ที่พบว่าความแปรปรวนของสภาพอากาศส่งผลต่อผลผลิตข้าวในภาคกลางและภาคเหนือของไทย ล่าสุดการศึกษาก่อนหน้าของ ธนากร และคณะ (2568) ซึ่งใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาผสม (Panel Data) ของ 19 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงปี ค.ศ. 2002–2020 ได้ยืนยันว่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นปัจจัยเพิ่มความเสี่ยง (Risk-increasing factor) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนและการพัฒนาเทคโนโลยีเป็นปัจจัยลดความเสี่ยง

อย่างไรก็ตาม แม้การศึกษาดังกล่าวจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (Elasticity) ที่แม่นยำ แต่ข้อจำกัดสำคัญคือลักษณะของแบบจำลองที่เป็นการกำหนดค่าแน่นอน (Deterministic Model) ซึ่งนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบของ "ค่าเฉลี่ย" (Point Estimate) วิธีการนี้อาจไม่เพียงพอต่อการสะท้อนธรรมชาติของสภาพภูมิอากาศที่มีความไม่แน่นอน (Stochastic nature) และไม่สามารถระบุโอกาสความน่าจะเป็น (Probability) ของความเสียหายในระดับวิกฤตได้ การพิจารณาเพียงค่าเฉลี่ยจึงอาจนำไปสู่การประเมินความเสี่ยงที่ต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimation) โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว

เพื่อปิดช่องว่างทางวิชาการและนำเสนอเครื่องมือตัดสินใจที่มีความละเอียดแม่นยำยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประเมินความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic Risk Assessment) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นเชิงประจักษ์ (Empirical

Elasticity Coefficients) จากการศึกษาก่อนหน้าของ ธนากร และคณะ (2568) เป็นข้อมูลนำเข้าพื้นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองสโตคาสติก (Stochastic Model) ที่สามารถสะท้อนความผันผวนของระบบการผลิตข้าว ภายใต้สถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น การศึกษานี้ ประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อสังเคราะห์สถานการณ์ความไม่แน่นอนของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจำนวน 10,000 รอบ และวิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของผลผลิต (Production Probability Distribution) วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อประเมินโอกาสความน่าจะเป็นที่ผลผลิตจะลดต่ำกว่าเกณฑ์ความเสียหาย และคำนวณมูลค่าความเสี่ยง (Value at Risk) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ช่วยให้เกษตรกรและผู้กำหนดนโยบายสามารถบริหารจัดการความเสี่ยงจากวิกฤตโลกร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์ (Simulation Research) เพื่อประเมินความเสี่ยงของผลผลิตข้าวนาปีภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ โดยพัฒนาแบบจำลองสโตคาสติก (Stochastic Model) ซึ่งประยุกต์แนวคิดโครงสร้างความเสี่ยงการผลิตของ Antle (1983) และ Battese *et al.* (1997) บนพื้นฐานของข้อมูลทุติยภูมิ และค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นเชิงประจักษ์จากการศึกษาก่อนหน้าของ ธนากร และคณะ (2568) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้แบบจำลองสามารถสะท้อนศักยภาพการผลิตจริงในพื้นที่ศึกษาได้อย่างแม่นยำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในสองขั้นตอน ดังนี้

ขั้นแรก ผู้วิจัยได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการปลูกข้าวนาปีรายจังหวัดย้อนหลัง (Time-series data) ในช่วงปี 2552-2562 จากฐานข้อมูลของ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) เพื่อศึกษาแนวโน้มและกรอบของปริมาณผลผลิตในระยะยาว ซึ่งพบว่าผลผลิตรวมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความผันผวนอยู่ในช่วง 10.5 – 10.8 ล้านตัน

ขั้นถัดมา ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับเทียบค่าคงที่ (Intercept Calibration) ของสมการการผลิตเพื่อให้ผลผลิตรวมเฉลี่ยในปีฐาน (Baseline Mean Production) ของแบบจำลองอยู่ที่ 10.45 ล้านตัน เหตุผลที่กำหนดให้ปีฐานมีค่าดังกล่าว เนื่องจากเป็นค่าที่สะท้อนถึงศักยภาพการผลิตระดับปกติ (Normal production capacity) ของภูมิภาคในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งมีความเสถียรและสอดคล้องกับรายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) การปรับเทียบในขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการรับประกันว่าฐานการจำลองมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับบริบทเชิงประจักษ์ก่อนนำไปประเมินความเสี่ยง การดำเนินการดังกล่าวช่วยให้มั่นใจได้ว่าแบบจำลองมีความเสถียรและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จำลองสถานการณ์ความเสี่ยงในอนาคต สำหรับการกำหนดโครงสร้างแบบจำลองฐาน ผู้วิจัยได้อ้างอิงผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาผสม (Panel Data) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไปที่เป็นไปได้ (FGLS) โดยเลือกใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas เนื่องจากเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในทางเศรษฐศาสตร์เกษตร (Agricultural Economics) และมีความเหมาะสมในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตข้าวนาปีตามบริบทของพื้นที่ศึกษา สมการเชิงโครงสร้างแสดงดังนี้:

$$\ln Y_t = \alpha + \beta_a \ln(A_t) + \beta_{time} \ln(T_t) + \beta_p \ln(P_t) + \beta_{temp} \ln(Temp_t) + \varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีรวม (ตัน) A_t คือ พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่) T_t คือ แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีตามเวลา (Time Trend) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมอิทธิพลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและปัจจัยภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา P_t คือ ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี (มิลลิเมตร) $Temp_t$ คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) และ ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Stochastic error term) ที่กำหนดให้มีการแจก

แจกแบบปกติ เพื่อรองรับความผันผวนของปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่ไม่ได้รับไว้ในแบบจำลอง

ในการกำหนดค่าคงที่สำหรับการจำลอง ผู้วิจัยได้นำค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นเชิงประจักษ์ (Empirical Elasticities) จาก ตารางที่ 1 (Table 1) ในงานวิจัยของ ธนากร และคณะ (2568, น. 76) มาเป็นค่าพารามิเตอร์นำเข้า (Input Parameters) โดยตรงเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พื้นที่เก็บเกี่ยว ($\beta_a = 0.98961$), แนวโน้มเทคโนโลยี ($\beta_{time} = 0.03110$), ปริมาณน้ำฝน ($\beta_p = 0.04159$) และอุณหภูมิเฉลี่ย ($\beta_{temp} = -0.30369$) โดยแบบจำลอง FGLS ดังกล่าวผ่านการทดสอบความเหมาะสมทางสถิติ (Model Assessment) และได้รับการจัดการปัญหาการละเมิดข้อสมมติเบื้องต้น (เช่น ปัญหาความแปรปรวนของส่วนเหลือที่ไม่คงที่) ตามกระบวนการทางเศรษฐมิติไว้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งสะท้อนความน่าเชื่อถือจากค่านัยสำคัญของตัวแปรอธิบายหลักที่ระดับ 0.01 และค่าสถิติ Wald $\chi^2(6) = 478179$ ($P < 0.01$) การนำพารามิเตอร์ชุดนี้มาเป็นฐานจึงมีความแข็งแกร่งเพียงพอสำหรับการต่อยอดสู่การจำลองแบบสโตคาสติก

ก่อนเข้าสู่กระบวนการจำลองสถานการณ์ ผู้วิจัยได้กำหนดสถิติพรรณนาของตัวแปรนำเข้าโดยอ้างอิงพารามิเตอร์จากชุดข้อมูล CMIP6 ภายใต้ฉากทัศน์ SSP2-4.5 (ทศวรรษ 2030s) (ธนากร และคณะ, 2568) โดยกำหนดให้อุณหภูมิเฉลี่ยมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 28.12 °C และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 °C ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนสะสมกำหนดให้มีค่าเฉลี่ย 1,499.31 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 185.40 มิลลิเมตร ค่าสถิติเหล่านี้สะท้อนถึงโครงสร้างความผันผวนทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นฐานในการสุ่มตัวแปรเชิงความน่าจะเป็น

ในขั้นตอนการจำลองสถานการณ์ความไม่แน่นอน ผู้วิจัยประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองมอนติคาร์โล

(Monte Carlo Simulation) ผ่านไลบรารี NumPy โดยกำหนดจำนวนรอบการจำลองที่ 10,000 รอบ (Iterations) เพื่อให้สอดคล้องกับกฎจำนวนมาก (Law of Large Numbers) ซึ่งจำนวนรอบดังกล่าวนำไปสู่การลู่เข้า (Convergence) ของค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน ส่งผลให้แบบจำลองมีความเสถียรและสามารถสังเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของผลผลิต (Production Probability Distribution) ได้อย่างแม่นยำตามมาตรฐานการวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Hardaker *et al.*, 2015)

ผล

จากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) จำนวน 10,000 รอบ เพื่อประเมินความเสี่ยงของผลผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศตามฉากทัศน์ SSP2-4.5 พบว่าปริมาณผลผลิตข้าวรวมมีการแจกแจงความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์ (Empirical Probability Distribution) ที่มีลักษณะเบ้ทางบวกเล็กน้อย (Slightly Positively Skewed) โดยมีค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0.1356 ดังแสดงใน Figure 1 ลักษณะการแจกแจงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผลผลิตส่วนใหญ่มีความกระจุกตัวอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ย แต่ยังคงมีความผันผวนจากอิทธิพลของตัวแปรสภาพภูมิอากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิต (Mean Production) อยู่ที่ 10.45 ล้านตัน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ 0.14 ล้านตัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสถิติผลผลิตข้าว นาปี เฉลี่ยย้อนหลังของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา

เมื่อพิจารณาการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Table 1) พบว่ามีความน่าจะเป็นร้อยละ 50.40 ที่ผลผลิตรวมจะลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยฐาน (Probability of Loss) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงวิกฤต (Value at Risk: VaR) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าค่า VaR อยู่ที่ 10.22 ล้านตัน ตัวเลขนี้บ่งชี้ถึงสถานการณ์เลวร้ายที่สุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นร้อยละ 5 ซึ่งผลผลิตจะลดต่ำลงถึงระดับดังกล่าว หรือ

คิดเป็นปริมาณผลผลิตที่หายไปจากค่าเฉลี่ยประมาณ 0.23 ล้านตัน ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์สภาพอากาศผันผวนรุนแรง ข้อมูลความเสี่ยงด้านต่ำ (Downside Risk)

นี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนรองรับภัยพิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการพิจารณาเพียงค่าเฉลี่ยทั่วไปที่ไม่สามารถระบุขนาดความเสียหายที่แท้จริงได้

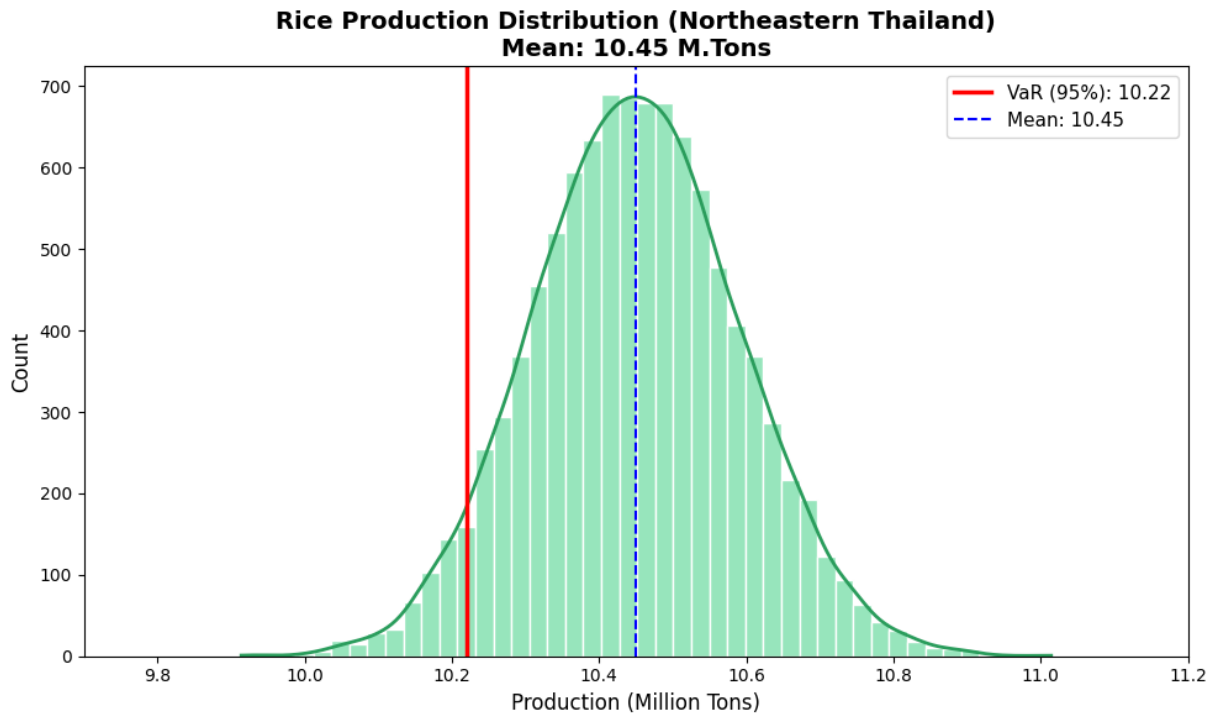


Figure 1 Probabilistic distribution of in-season rice production under climate uncertainty scenarios (SSP2-4.5) derived from Monte Carlo simulation (10,000 iterations)

Table 1 Descriptive statistics and risk assessment metrics of simulated rice production

Statistic Indicator	Value	Unit
Mean Production	10.45	Million Tons
Standard Deviation (SD)	0.14	Million Tons
Minimum Production	9.91	Million Tons
Maximum Production	10.98	Million Tons
Probability of Loss 1/	50.40	%
Value at Risk (VaR 95%) 2/	10.22	Million Tons

Note: 1/ Probability of production falling below the baseline mean. 2/ Value at Risk at 95% confidence level, representing the worst-case scenario with a 5% probability.

วิจารณ์

ผลการศึกษาจากการจำลองสถานการณ์ชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญว่า การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยพิจารณาเพียงค่าเฉลี่ย (Mean estimation) ไม่เพียงพอต่อการสะท้อนความเป็นจริงของระบบการผลิตข้าวนาปีที่

ความแปรปรวน การค้นพบการแจกแจงความน่าจะเป็นของผลผลิตที่มีลักษณะเบ้ทางบวกเล็กน้อย (Slightly Positively Skewed) โดยมีค่าความเบ้เท่ากับ 0.1356 แม้จะแสดงถึงโอกาสที่จะเกิดผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยในบางปี แต่เมื่อพิจารณาโอกาสความน่าจะเป็นของความสูญเสีย (Probability of Loss) ที่สูงถึง

ร้อยละ 50.40 กลับยืนยันว่าเกษตรกรยังคงเผชิญความเสี่ยงที่จะได้รับผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความเสี่ยงวิกฤต (VaR) ที่ระดับ 10.22 ล้านบาท ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถึง 0.23 ล้านบาท เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงให้เห็นว่า "ความเสี่ยงที่ซ่อนอยู่" (Hidden risk) จากความผันผวนของอุณหภูมินั้นมีมูลค่าความเสียหายที่เป็นรูปธรรมและสูงกว่าที่คาดการณ์ไว้ในสภาวะปกติ

ในมิติเชิงทฤษฎี ผลการวิจัยนี้สอดคล้องและสนับสนุนข้อค้นพบของ ธนากร และคณะ (2568) ที่ระบุว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยเพิ่มความเสี่ยง (Risk-increasing factor) ที่มีนัยสำคัญต่อผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยนี้ได้ขยายขอบเขตองค์ความรู้โดยเปลี่ยนจากการทำนายผลลัพธ์แบบจุด (Point estimate) ไปสู่การประเมินโอกาสความน่าจะเป็น (Probabilistic outcome) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดฟังก์ชันการผลิตสโตคาสติกของ Just and Pope (1978) ที่เสนอว่าตัวแปรนำเข้ามีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของผลผลิต ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation) โดยเปรียบเทียบค่าสถิติจากการจำลองกับข้อมูลอนุกรมเวลาย้อนหลังของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2564) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความสอดคล้อง (Fit) กับข้อมูลจริง ผลลัพธ์ดังกล่าวยืนยันถึงประสิทธิภาพของการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) ในการสะท้อนศักยภาพการผลิตจริงได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานในอดีต (Comparing model results with historical performance) ตามแนวทางของ Hardaker *et al.* (2015) แม้ไม่ได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ถดถอยโดยตรงก็ตาม

จากการวิเคราะห์สาระสำคัญ พบว่าประเด็นความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็นนี้มีนัยสำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย โดยเฉพาะการออกแบบระบบประกันภัยพืชผล (Crop insurance) ซึ่งปัจจุบันมักคำนวณเบี้ยประกันจากความเสียหายเฉลี่ย ผลการศึกษานี้เสนอแนะว่าภาครัฐและบริษัทประกัน

ควรนำค่าความน่าจะเป็นของความสูญเสีย (Probability of loss) และค่า VaR มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคำนวณเบี้ยประกันและการตั้งงบประมาณเยียวยาภัยพิบัติ เพื่อให้ครอบคลุมความเสียหายที่แท้จริง

นอกจากนี้ เพื่อทดสอบความทนทานของแบบจำลอง (Robustness) ผู้วิจัยได้พิจารณาการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ต่อสมมติฐานความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ พบว่าเมื่อมีการจำลองปรับเปลี่ยนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของตัวแปรอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนขึ้นร้อยละ 10 จากสถานการณ์ปกติ ค่าความเสี่ยงวิกฤต (VaR) จะขยับตัวลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างการผลิตข้าวมีความอ่อนไหวสูงต่อ "ความแปรปรวน (Variance)" มากกว่า "ค่าเฉลี่ย (Mean)" ของสภาพอากาศ ข้อมูลส่วนนี้ยืนยันสมมติฐานที่ว่า การเปลี่ยนแปลงลักษณะขอบเขตความเสี่ยง (Risk profile) จะส่งผลต่อขนาดความเสียหายอย่างเป็นพลวัต

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณาเพื่อการตีความผลลัพธ์อย่างระมัดระวัง ได้แก่ 1) การกำหนดข้อสมมติฐานให้ตัวแปรสภาพภูมิอากาศมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เพื่อลดความซับซ้อนของแบบจำลอง ซึ่งในความเป็นจริงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนอาจมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ (Skewed Distribution) เช่น Gamma หรือ Weibull (Wilks, 2011) การสมมติการแจกแจงแบบปกติอาจส่งผลให้การประเมินความเสี่ยงจากเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว (Extreme Events) มีความคลาดเคลื่อนได้ และ 2) การใช้ค่า VaR ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็นเกณฑ์ชี้วัดความเสี่ยง แม้จะสามารถระบุจุดตัดความเสียหายที่ยอมรับได้ แต่ยังไม่สามารถสะท้อนขนาดความเสียหายรุนแรงที่สุดที่อาจเกิดขึ้นเกินกว่าระดับนัยสำคัญดังกล่าว (Tail Risk) (Artzner *et al.*, 1999) ซึ่งงานวิจัยในอนาคตควรพิจารณาบูรณาการมาตรวัด Expected Shortfall (ES) และการจำลองด้วยการแจกแจงแบบอื่นๆ เพื่อให้การประเมินความเสี่ยงมีความครอบคลุมและแม่นยำยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

บทความวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้วิจัยของธนาคาร และคณะ สำหรับข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นเชิงประจักษ์และพารามิเตอร์พื้นฐานจากการศึกษาเรื่องการคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองสโตคาสติกสำหรับการศึกษานี้ และขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลง

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ภาคิฉาย, นิโรจน์ สินณรงค์, กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล, และ พัชรินทร์ สุภาพันธุ์. (2563). ปัจจัยที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวและการเกษตรที่ปราศเปื้อนเรื่องสภาพภูมิอากาศในพื้นที่รับน้ำภาคกลาง ประเทศไทย. *วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 5(2), 196-218.

ธนาคาร แส่นสาร, วราภรณ์ นันทะเสน, เก นันทะเสน, และ นิโรจน์ สินณรงค์. (2568). ฉายภาพทัศน์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อการผลิตข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารผลิตกรรมการเกษตร*, 7(2), 71-82.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). *ปริมาณการผลิตข้าว* [ชุดข้อมูล]. <https://catalog.oae.go.th/dataset/dataoae1104>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563. สำนักงานฯ. <https://www.opsmoac.go.th/kamphaengphet-performance-files-431191791816>

Antle, J. M. (1983). Testing the stochastic structure of production: a flexible moment-based approach. *Journal of Business & Economic Statistics*, 1(3), 192-201. <https://doi.org/10.2307/1391337>

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical finance*, 9(3), 203-228. <https://doi.org/10.1111/1467-9965.00068>

Attavanich, W. (2018). The effect of climate change on Thailand's agriculture. In *International Academic Conference Proceedings*. (pp. 23-40). <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/84005/>

Battese, G. E., Rambaldi, A. N., & Wan, G. H. (1997). A stochastic frontier production function with flexible risk properties. *Journal of Productivity Analysis*, 8(3), 269-280. <https://doi.org/10.1023/A:1007755604744>

Hardaker, J. B., Lien, G., Anderson, J. R., & Huirne, R. B. (2015). *Coping with risk in agriculture: Applied decision analysis* (3rd Ed.). Cabi. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781780645742.0000>

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.

- Jatuporn, C., & Takeuchi, K. (2023). Assessing the impact of climate change on the agricultural economy in Thailand: An empirical study using panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 8123-8132. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22743-0>
- Just, R. E., & Pope, R. D. (1978). Stochastic specification of production functions and economic implications. *Journal of econometrics*, 7(1), 67-86. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(78\)90006-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(78)90006-4)
- Komarek, A. M., De Pinto, A., & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural systems*, 178, 102738. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102738>
- Sinnarong, N., Chen, C. C., McCarl, B., & Tran, B. L. (2019). Estimating the potential effects of climate change on rice production in Thailand. *Paddy and Water Environment*, 17, 761-769. <https://doi.org/10.1007/s10333-019-00755-w>
- Sinnarong, N., Kuson, S., Nunthasen, W., Puphoun, S., & Souvannasouk, V. (2022). The potential risks of climate change and weather index insurance scheme for Thailand's economic crop production. *Environmental Challenges*, 8, 100575. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100575>
- Wilks, D. S. (2011). *Statistical methods in the atmospheric sciences* (3rd Ed.). Academic press.
- World Bank Group. (2022). *Climate Change Knowledge Portal*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>
- Yu, Y., Clark, J. S., Tian, Q., & Yan, F. (2022). Rice yield response to climate and price policy in high-latitude regions of China. *Food Security*, 14(5), 1143-1157. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01253-w>