



การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

นางสาวชนนิกานต์ ภู่อทอง

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2568

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2568

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

โดย นางสาวชนนิกานต์ ภู่ทอง

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและ
นวัตกรรมดิจิทัล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา สดสี)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดช ธรรมศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชวีวรรณ จิตต์สกุล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ)

ชื่อ : นางสาวชนนิกานต์ ภูทอง
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก
 สาขาวิชา : ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรวิวัฒน์ จิตต์สกุล
 ปีการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก 3 เทคนิค พร้อมเปรียบเทียบแบบจำลองในการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในแต่ละเทคนิค ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network Bi-RNN) โดยพิจารณาเลือกเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์แต่ละเทคนิคด้วยเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพ 3 เกณฑ์ คือ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยรากที่สอง (Root Mean Square Error: RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) เพื่อเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานจริงผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่ใช้เทคนิคแบบจำลอง ARIMA เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับงานที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบการทดลองของงานวิจัยนี้ โดยพิจารณาจากการประเมินทางด้านประสิทธิภาพทั้ง 3 เกณฑ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหรือโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลลักษณะดังกล่าวได้ในอนาคต

(การค้นคว้าอิสระมีจำนวนทั้งสิ้น 199 หน้า)

คำสำคัญ : การพยากรณ์การส่งออก เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Miss Chonnikan Phuthong

Independent Study Title : Forecasting Thailand's Durian Exports Using Deep Learning Techniques

Major Field : Management Information Systems

King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Watchareewan Jitsakul

Academic Year : 2025

ABSTRACT

This study aims to develop forecasting models for Thailand's durian exports using three learning techniques and to comparatively evaluate their predictive performance. The methodologies employed include the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model, the Recurrent Neural Network (RNN), and the Bidirectional Recurrent Neural Network (Bi-RNN). The forecasting accuracy of each model is assessed using three standard performance evaluation criteria: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). These metrics are applied to determine the most suitable model for practical implementation.

The results indicate that the ARIMA model demonstrates superior performance within the experimental framework of this study. Based on all three evaluation metrics, ARIMA provides the most appropriate forecasting accuracy compared to the deep learning approaches considered. Furthermore, the selected model can be extended and applied to enhance the efficiency of related systems or models involving similar time-series data processing tasks in future research.

(Total 199 Pages)

Keywords: Forecasting Export, Deep Learning Techniques.

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณต่อทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ ความรู้ และกำลังใจตลอดกระบวนการดำเนินงาน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชชีวรรณ จิตต์สกุลผู้ซึ่งให้คำชี้แนะและข้อเสนออันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างยิ่งตลอดจนประธานสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดช ธรรมศิริ และ กรรมการสอบค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณเฑียรรัตนศิริวงศ์วุฒิ ที่ให้ข้อคิดเห็นนำไปสู่การพัฒนางานวิจัยให้มีความสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนร่วมกลุ่มโปรเจกต์กลุ่มอาจารย์ วัชชีวรรณ จิตต์สกุล ที่ร่วมเป็นกำลังใจเสมอมา พี่ๆที่ทำงานที่เข้าใจและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจและเป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยสำเร็จบรรลุเป้าหมาย ขอขอบคุณน้องมัน กุลจิรา นันทนาทที่ช่วยในการรันโมเดลและช่วยเหลือการทำวิจัยและอธิบายข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่ยะพันธ์ ฤกษ์บำเพ็ญ ที่คอยให้การช่วยเหลือในการรันโมเดลและให้ความช่วยเหลือที่ติมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระนี้จะประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ ไม่มากนักน้อยหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุง และศึกษางานวิจัยต่อไป

ชนนิกานต์ ภูทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)	4
2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN)	5
2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional RNN: Bi-RNN)	5
2.4 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Evaluation Metrics)	6
2.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัย	27
3.2 การรวบรวมข้อมูล	29
3.3 การพัฒนาแบบจำลอง	29
3.4 การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง	29
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และสรุปผล	30
3.6 การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการวิจัย	

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	
4.1 ผลการศึกษาและ การรวบรวมข้อมูล	31
4.2 ผลการเตรียมชุดข้อมูล	34
4.3 ผลการสร้างแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์	34
4.4 การแสดงข้อมูลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยผ่าน POWER BI	185
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	187
5.1 สรุปผลการวิจัย	187
5.2 อภิปรายผล	188
5.3 ข้อเสนอแนะ	189
บรรณานุกรม	190
ประวัติผู้วิจัย	193

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
3-1 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละแบบจำลอง	29
4-1 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียน (หน่วย : ตัน) จากการรวบรวม จำนวน 15 ระเบียบ	32
4-2 ตัวอย่างข้อมูลการส่งออกทุเรียน ที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูล จำนวน 15 ระเบียบ	33
4-3 ผลการทดสอบแบบจำลอง ARIMA ทุกค่าพารามิเตอร์	35
4-4 ผลการทดสอบแบบจำลอง ARIMA เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)	46
4-5 ผลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2568 – 2569 ของแบบจำลอง ARIMA (1,1,2)	47
4-6 ผลการทดสอบแบบจำลอง RNN ทุกค่าพารามิเตอร์	67
4-7 ผลการทดสอบแบบจำลอง RNN เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)	108
4-8 ผลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2563 – 2569	123
4-9 ผลการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN ทุกค่าพารามิเตอร์	143
4-10 ผลการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)	179
4-11 ผลการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)	

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
3-1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	27
3-2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	28
3-3 ภาพแสดงโครงร่างการแสดงผลพยากรณ์การส่งออกทุเรียน ในอีก 24 เดือนข้างหน้า	30
4-1 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บาร์เรน	61
4-2 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บังกลาเทศ	62
4-3 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บรูไน	62
4-4 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ กัมพูชา	62
4-5 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ อินเดีย	63
4-6 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ อินโดนีเซีย	63
4-7 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ คูเวต	63
4-8 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	64
4-9 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ มาเลเซีย	64
4-10 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สาธารณรัฐมัลดีฟส์	64
4-11 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA รัฐกาตาร์	65
4-12 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สหพันธรัฐรัสเซีย	65
4-13 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย	65
4-14 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	66
4-15 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศเวียดนาม	66
4-16 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บาร์เรน	138
4-17 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บังกลาเทศ	138
4-18 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บรูไน	139
4-19 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ กัมพูชา	139
4-20 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ อินเดีย	139
4-21 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ อินโดนีเซีย	140
4-22 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ คูเวต	140
4-23 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	140
4-24 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ มาเลเซีย	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-25 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN รัฐกาตาร์	141
4-26 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN รัฐมัลดีฟส์	141
4-27 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สหพันธรัฐรัสเซีย	142
4-28 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย	142
4-29 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	142
4-30 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศเวียดนาม	143
4-31 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บาร์เรน	180
4-32 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บังกลาเทศ	180
4-33 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บรูไน	181
4-34 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ กัมพูชา	181
4-35 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ อินเดีย	181
4-36 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ อินโดนีเซีย	182
4-37 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ คูเวต	182
4-38 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	182
4-39 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศมาเลเซีย	183
4-40 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สาธารณรัฐมัลดีฟส์	183
4-41 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN รัฐกาตาร์	183
4-42 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สหพันธรัฐรัสเซีย	184
4-43 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย	184
4-44 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	184
4-45 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศเวียดนาม	185
4-46 ภาพรวมการส่งออกทุเรียนโดยมีค่าจริงและค่าพยากรณ์การส่งออก ตั้งแต่ปี พ.ศ 2562 – 2565	185
4-47 ภาพรวมการส่งออกทุเรียนโดยค่าพยากรณ์การส่งออก ตั้งแต่ปี พ.ศ 2568 - 2569	186

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การส่งออกสินค้าเกษตรของประเทศไทยมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มผลไม้ ซึ่งมีมูลค่าสูง และเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ หนึ่งในผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างมากคือ “ทุเรียน” ซึ่งได้รับฉายาว่าเป็น “ราชาแห่งผลไม้” ทุเรียนไทยเป็นที่รู้จักในด้านคุณภาพ และรสชาติที่โดดเด่นจึงสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกอย่างต่อเนื่อง การส่งออกทุเรียนของไทยมีการขยายตัวอย่างมากในช่วงปี 2563 - 2566 โดยมีสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นตลาดส่งออกหลักอันดับหนึ่ง คิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 90% ของมูลค่าส่งออกทั้งหมดตลาดจีนที่มีอุปสงค์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจากข้อมูลสถิติการส่งออกพบว่ามูลค่าการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยเติบโตขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของภาคการเกษตรไทยในการขยายตลาดต่างประเทศ อย่างไรก็ตามความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจสภาพภูมิอากาศ และนโยบายการค้าระหว่างประเทศล้วนเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณและมูลค่าการส่งออก

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ผ่านมามีผู้ได้มีผู้ทำการพยากรณ์โดยใช้อัลกอริทึมต่าง ๆ ในการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตเป็นจำนวนมาก เช่น การพยากรณ์การผลิตและการส่งออกทุเรียนไทย: กรณีศึกษาเชิงประจักษ์ด้วยวิธีการทางอนุกรมเวลา การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปโดยวิธีการ สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ การพยากรณ์ยอดขายสำหรับการขายปลีกในอีคอมเมิร์ซโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องด้วยการศึกษการสร้างแบบจำลองที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ยอดขายสินค้า โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบลึก LSTM เปรียบเทียบสมรรถนะกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ SARIMA และ SARIMAX การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้เทคนิคการปรับให้เรียบ เทคนิค ARIMA และเทคนิค Support Vector Machine ได้ศึกษาการใช้เทคนิคเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน ในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้วิธีพยากรณ์ของ Winter's Method และเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาของ

บอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) และวิธี Support Vector Machine การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ราคาทองคำด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลได้ศึกษาและเปรียบเทียบแบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Holt-Winters และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network: ANN) และเลือกแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เป็นต้น

ดังนั้นความสามารถในการพยากรณ์แนวโน้มการส่งออกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้ผลิตผู้ส่งออก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนการผลิต การตลาด และการบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความต้องการของตลาดในอนาคต การวิจัยในครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อพยากรณ์มูลค่าการส่งออกทุเรียนของประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลทั้งหมด 3 เทคนิคได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์แต่ละเทคนิคด้วยเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพ 3 เกณฑ์ คือ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) เพื่อเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานจริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและตัดสินใจเชิงนโยบายในอนาคตให้สามารถประยุกต์กับความต้องการและปรับปรุงการทำธุรกรรมในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกทุเรียนในประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกทุเรียนในประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

1.2.3 เพื่อนำเสนอข้อมูลการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของทุเรียนในประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกทุเรียนในช่วงปี พ.ศ.2563 ถึงปี พ.ศ. 2567 เท่านั้น จากสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยได้เป็นดังนี้ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) จำนวน 48 เดือน (ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2562 ถึงปี พ.ศ. 2567 เท่านั้น) และชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบ จำนวน 12 เดือน (ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2567 – ธันวาคม พ.ศ. 2567

1.3.2 ขอบเขตด้านอัลกอริทึม

อัลกอริทึมที่จะนำมาเปรียบเทียบการพยากรณ์ 3 วิธีได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN)

1.3.3 ขอบเขตด้านการเปรียบเทียบและประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

โดยพิจารณาจากค่าร้อยละคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE)

1.3.4 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์และภาษาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

1.3.4.1 โปรแกรมที่ใช้รวบรวมข้อมูล Microsoft Excel

1.3.4.2 โปรแกรม Colab สำหรับวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูล

1.3.4.3 ภาษา Python สำหรับพัฒนาแบบจำลอง

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

1.4.2 เพื่อการวางแผนในการเพาะปลูกทุเรียนในการส่งออก

1.4.2 เพื่อปรับปรุงเขตกรรมในการพัฒนาการปลูกทุเรียน

1.4.3 สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการพยากรณ์ไปในงาน

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทบทวนเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกทุเรียนของประเทศไทย โดยเนื้อหาครอบคลุมถึงหลักการทางสถิติ และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ตลอดจนเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง ดังนี้

- 2.1 แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)
- 2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN)
- 2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional RNN: Bi-RNN)
- 2.4 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Evaluation Metrics)
- 2.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

ผู้วิจัยได้นำแบบจำลอง ARIMA หรือวิธีการของ Box-Jenkins มาใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาแบบตัวแปรเดียว เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยผู้วิจัยได้จำแนกโครงสร้างหลักออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนถดถอยอัตโนมัติ (AR)

$$y_t = c + \varphi^1 y_{t-1} + \varphi^2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2-1)$$

ส่วนการหาความแตกต่าง (Integrated)

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (2-2)$$

ส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta^1 \varepsilon_{t-1} + \theta^2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2-3)$$

รูปแบบทั่วไปของ ARIMA เขียนโดยใช้ตัวดำเนินการ B (backshift operator):

$$B y_t = y_{t-1} \quad (2-4)$$

แบบจำลองทั่วไป:

$$\Phi_{p(B)}^d (1-B) y_t = \theta_{q(B)} \varepsilon_t \quad (2-5)$$

โดยที่:

$$\Phi_{p(B)} = 1 - \varphi^1 B - \varphi^2 B^2 - \dots - \varphi_{p_B}^p \quad (2-6)$$

$$\Theta_{q(B)} = 1 + \theta^1 B + \theta^2 B^2 + \dots + \theta_{q_B}^q \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (2-7)$$

จุดเด่นของ ARIMA ได้แก่ความประหยัดพารามิเตอร์ การตีความง่าย และความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความเป็นเชิงเส้น ขณะที่ข้อจำกัดสำคัญคือการไม่สามารถจับรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นหรือความผันผวนสูงได้ดี

2.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างของ RNN ซึ่งเป็นโมเดลที่ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับข้อมูลที่มีลำดับ (Sequential Data) โดยเฉพาะ ผู้วิจัยพบว่าจุดเด่นของ RNN คือการมีหน่วยความจำภายในที่เรียกว่า สถานะซ่อนเร้น (Hidden State) ซึ่งช่วยให้โมเดลสามารถจดจำรูปแบบพฤติกรรมของข้อมูลในอดีตได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาความจางหายของเกรเดียนต์ (Vanishing Gradient) ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อประมวลผลข้อมูลที่มีความยาวมาก ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการจดจำข้อมูลระยะยาวลดลง

องค์ประกอบหลักของ RNN :

$$\text{ลำดับข้อมูลนำเข้า } X = (x^1, x^2, \dots, x_T) \quad (2-8)$$

สถานะแฝง h_t

เมทริกซ์น้ำหนัก W_{xh}, W_{hh}, W_{hy}

ฟังก์ชันกระตุ้น เช่น tanh, sigmoid, ReLU

สมการพื้นฐาน:

$$h_t = \tanh(W_{xh} x_t + W_{hh} h_{t-1} + b_h) \quad (2-9)$$

$$y_t = W_{hy} h_t + b_y \quad (2-10)$$

ข้อดี ได้แก่ความสามารถในการเรียนรู้ลำดับและความสัมพันธ์ตามเวลา ข้อจำกัด ได้แก่ปัญหา vanishing/exploding gradient และภาระการคำนวณที่สูง

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional RNN: Bi-RNN)

ผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Bi-RNN ซึ่งเป็นการประมวลผลข้อมูลในสองทิศทางพร้อมกัน (ทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ) ผู้วิจัยพบว่าวิธีนี้ช่วยให้โมเดลเข้าใจบริบทของข้อมูลได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แต่ใน

การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกนั้น ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการป้องกันปัญหาข้อมูลรั่วไหล (Data Leakage) โดยการกำหนดโครงสร้างให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง (Retrospective Analysis) เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองจะไม่มี การนำข้อมูลในอนาคตมาใช้ในการพยากรณ์

สมการ:

Forward:

$$h_t^{\rightarrow} = f(W_{xh}^{\rightarrow}x_t + W_{hh}^{\rightarrow}h_{t-1}^{\rightarrow} + b_h^{\rightarrow}) \quad (2-11)$$

Backward:

$$h_t^{\leftarrow} = f(W_{xh}^{\leftarrow}x_t + W_{hh}^{\leftarrow}h_{t+1}^{\leftarrow} + b_h^{\leftarrow}) \quad (2-12)$$

ผลลัพธ์รวม:

$$y_t = g(W_y[h_t^{\rightarrow}; h_t^{\leftarrow}] + b_y) \quad (2-13)$$

ข้อดีของ Bi-RNN ได้แก่ความสามารถในการจับรูปแบบได้ละเอียดและแม่นยำกว่า RNN แบบทิศทางเดียว แต่มีข้อจำกัดด้านต้นทุนการคำนวณ และไม่เหมาะสำหรับงานแบบ real-time

2.4 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Evaluation Metrics)

เพื่อให้การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์มีความแม่นยำ และน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การวัดผลทางสถิติ 3 รูปแบบ ดังนี้

2.4.1 ค่า Root Mean Squared Error (RMSE)

ค่าที่ใช้วัดระดับความคลาดเคลื่อนรวมของแบบจำลอง โดยคำนวณจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละจุดข้อมูล (squared error) แล้วหาค่าเฉลี่ย ก่อนนำผลลัพธ์มาถอดรากที่สอง ทำให้ RMSE สามารถสะท้อนความรุนแรงของความคลาดเคลื่อนได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่จะถูกขยายผลในกระบวนการยกกำลังสอง

สูตร :

$$RMSE = \sqrt{(1/n) * \sum (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2-14)$$

คำอธิบายตัวแปร:

y_i : ค่าจริง

$\hat{y}_i$: ค่าทำนาย

$(y_i - \hat{y}_i)$: ค่าคลาดเคลื่อนในลำดับที่ i

Σ : ผลรวมค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองทั้งหมด

n : จำนวนข้อมูล

2.4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย Mean Absolute Error (MAE)

ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนของข้อมูลทุกจุด โดยพิจารณาความแตกต่างเชิงเส้นระหว่างค่าทำนายและค่าจริง MAE เป็นตัวชี้วัดที่ตีความง่ายและไม่ไวต่อค่าผิดปกติ (outliers) มากเท่ากับ RMSE เนื่องจากไม่มีการยกกำลังของค่าคลาดเคลื่อน

สูตร:

$$MAE = (1/n) * \Sigma |y_i - \hat{y}_i| \quad (2-15)$$

คำอธิบายตัวแปร:

y_i : ค่าจริง

$\hat{y}_i$: ค่าทำนาย

$|y_i - \hat{y}_i|$: ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อน

Σ : ผลรวมค่าคลาดเคลื่อนทั้งหมด

n : จำนวนข้อมูล

2.4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของอัตราความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ระหว่างค่าทำนายและค่าจริง โดยแสดงผลในรูปเปอร์เซ็นต์ ทำให้สามารถตีความได้ง่ายและสะดวกสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลต่างระดับกัน แต่ MAPE มีข้อจำกัดเมื่อค่าจริงมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

สูตร:

$$MAPE = (100/n) * \Sigma |(y_i - \hat{y}_i)/y_i| \quad (2-16)$$

คำอธิบายตัวแปร:

y_i : ค่าจริง

$\hat{y}_i$: ค่าทำนาย

$(y_i - \hat{y}_i)/y_i$: สัดส่วนของค่าคลาดเคลื่อนต่อค่าจริง

Σ : ผลรวมความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ทั้งหมด

n : จำนวนข้อมูล

100 : ใช้เปลี่ยนผลลัพธ์ให้เป็นเปอร์เซ็นต์

2.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพศาล [1] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์การผลิตและการส่งออกทุเรียนไทย กรณีศึกษาเชิงประจักษ์ด้วยวิธีการทางอนุกรมเวลา ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลใช้อนุกรมเวลารายเดือน เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 และพยากรณ์ ด้วยแบบจำลอง Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average หรือ ผลการศึกษาพบว่า (1) การผลิตและการส่งออกทุเรียนมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สืบเนื่องจากอุปสงค์ทุเรียนจากตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศขยายตัวขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การส่งออกทุเรียนไปยังตลาดจีน มีสัดส่วนถึงร้อยละ 72.828 ของมูลค่าการส่งออกทุเรียนรวม โดยในปี พ.ศ. 2563 พบว่า ประเทศไทยส่งออกทุเรียนไปยังตลาดจีนเป็นมูลค่ารวม เท่ากับ 47,798 ล้านบาท คิดเป็นปริมาณส่งออกทุเรียน เท่ากับ 444,411 ตัน หรือเป็นการขยายตัวขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ ช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมาร้อยละ 81.46 และร้อยละ 18.40 ตามลำดับ และ(2) ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ผลผลิตทุเรียนของประเทศไทยการส่งออกทุเรียนไปยังตลาดจีน และการส่งออกทุเรียนไปยังตลาดโลก ได้แก่ SARIMA (2,1,1) (0,1,0)12 SARIMA(6,1,2) (0,1,0)12 และ SARIMA (3,1,1)(1,1,0)12 ตามลำดับ ทั้งนี้ข้อค้นพบแสดงให้เห็นว่าการผลิตทุเรียนของประเทศไทย มีแนวโน้มขยายตัวขึ้นร้อยละ 9.726 ในช่วงครึ่งปีหลังของปี พ.ศ. 2564 สอดคล้องกับการพยากรณ์ การส่งออกทุเรียนไปยังตลาดจีนและตลาดโลกซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวขึ้นในช่วงครึ่งปี หลังของปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 26.988 และร้อยละ 0.968 ตามลำดับ

วรารัณ [2] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป ได้ทำการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือน ธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้น โค้งเลขชี้กำลังของบราวน์วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับ เรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือน

มกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

วรัญชรี [3] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ยอดขายสำหรับการขายปลีกในอีคอมเมิร์ซ โดยการใช้การเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษการสร้างแบบจำลองที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ยอดขายสินค้า โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบลึก LSTM เปรียบเทียบสมรรถนะกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ SARIMA และ SARIMAX ในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าล่วงหน้าโดยใช้ชุดข้อมูลการสินค้าจากร้านค้าแห่งหนึ่ง ที่ขายบนแพลตฟอร์มออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า จากการเปรียบเทียบผลของการพยากรณ์โดยพิจารณาจากค่า RMSE MAE และMAPE ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 4 วิธีผลจากการทดลองพบว่า แบบจำลอง LSTM มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ยอดขายที่แม่นยำกว่า MLP SARIMA และ SARIMAX ในสินค้าแจกันทรงสูง และแจกันทรงเอียงกลาง ซึ่งสินค้าทั้ง 2 ชนิดนี้มีความซับซ้อนของข้อมูลอย่างมาก เนื่องจากในปี 2564 ช่วงสถานการณ์โควิดทำให้มียอดขายสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และในปีต่อมามียอดขายกลับลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งในแบบจำลอง LSTM มีความสามารถในการจัดเรียงข้อมูลและจำความจำในช่วงเวลาย้อนหลังได้ดีและมีความสามารถในการจัดการกับลักษณะข้อมูลที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแบบจำลอง MLP มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ยอดขายที่แม่นยำกว่า LSTM SARIMA และ SARIMAX ในสินค้าแจกันทรงสูงใหญ่ เนื่องจากแจกันทรงสูงใหญ่มีลักษณะของข้อมูลที่มีความซับซ้อนน้อยลง จึงทำให้ MLP มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า และจากการทดลองแบบจำลอง SARIMAX เพื่อพิจารณาวันโปรโมชันเข้าไปเป็นปัจจัยภายนอกในแบบจำลอง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าแบบจำลอง SARIMAX ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบจำลอง SARIMA แสดงว่าวันโปรโมชันส่งผลให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

P. Sowmya and et al. [4] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง The Water Quality Prediction Using Decision Tree ผู้วิจัยได้ศึกษาที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการประเมิน และการพยากรณ์คุณภาพน้ำจืด การศึกษานี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่หลากหลายของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และแก้ไขปัญหาที่องค์การอนามัยโลกระบุไว้โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ผลการศึกษาให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ การศึกษาพบว่าแม้ Decision Tree มีความแม่นยำต่ำกว่า

Logistic Regression เล็กน้อย แต่ยังคงเหมาะสมกับการพยากรณ์คุณภาพน้ำเนื่องจากสามารถตีความผลลัพธ์ได้ง่าย

วินัส และ คณะ [5] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์การขายสินค้าโดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล กรณีศึกษา บริษัทกรีนฟู้ดส์เมเนจเม้นท์ จำกัด ได้ทำการ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วย เทคนิคเหมือนข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ 1) การถดถอยเชิงเส้น 2) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น และ 3) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอยข้อมูล ที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลการขายสินค้าย้อนหลัง 6 ปีจากการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมในการ ทำนายการขายสินค้าของชุดข้อมูลสินค้า 5 ชุดข้อมูล ได้แก่ 1) แบบการจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นมีความเหมาะสมกับหัตถ์เข็มทอง มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 18.32% 2) แบบจำลองการพยากรณ์ด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอยมีความเหมาะสมกับหัตถ์ออริจินจิดอกใหญ่ และหัตถ์ซิเมจิ มีค่าเฉลี่ยการคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ เท่ากับ 6.41% และ 8.80% ตามลำดับ และ 3) แบบการจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นมีความเหมาะสมกับบองุ่นไข่มุกและผลไม้มัสคอตต์ และผลไม้มัสคอตต์ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 10.50% และ 12.95% ตามลำดับ

วีรศักดิ์ , วรภา และเผด็จพรหมสาขา [6] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาศึกษาเทคนิคเหมือนข้อมูลที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนและเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำรายเดือนในเขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำประกอบด้วยปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน ปริมาณน้ำในเขื่อน ปริมาณการปล่อยน้ำ และอัตราการระเหย โดยรวบรวมข้อมูลรายวัน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2535 –พ.ศ. 2559 รวม 25 ปี จำนวน 9,300 รายการ โดยมีการแยกข้อมูลรายเดือนเพื่อนำมาพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณน้ำรายเดือนในเขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูลทั้ง 4 เทคนิค พบว่า วิธีแบบจำลองต้นไม้ เอ็มไพร์พี มีค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ที่ 10.56 และเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปพัฒนาระบบพยากรณ์น้ำในเขื่อน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนแต่ละเทคนิค พบว่าวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน วิธีวิเคราะห์การถดถอย และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.56, 10.84, 11.12 และ 12.53 ตามลำดับ

ณพฐ์ และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้เทคนิคการปรับให้เรียบ เทคนิค ARIMA และเทคนิค Support Vector Machine ได้ศึกษาการใช้เทคนิคเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน ในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้วิธีพยากรณ์ของ Winter's method และเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) และ วิธี Support Vector Machine ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่า เทคนิคการปรับให้เรียบสามารถใช้ได้กับตัวแบบ Winter's method ตัวแบบของ ARIMA พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมคือ $(0,0,0)$ $(0,0,1)$ ซึ่งให้ค่า Akaike Information Criterion (AIC) ที่ให้ค่าน้อยที่สุด วิธีพยากรณ์ของ Support Vector Machine (SVM) ได้ใช้ตัวแบบ Support Vector Regression โดยตัวแบบทั้งสามได้การพยากรณ์ได้ค่าความคลาดเคลื่อนกับข้อมูลชุดชุดหาตัวแบบ (Training Set) ตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดคือ ARIMA มีค่าวัดความคลาดเคลื่อน RMSE เป็น 64.52341 สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า 3 ปี ชุดทดสอบ (Testing Set) วิธีที่เหมาะสมมากที่สุดคือ SVM มีค่าวัดความคลาดเคลื่อน RMSE เป็น 33.84099

กรอภิชาติ และ สมพร [8] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ความผันผวนของตลาดหลักทรัพย์โดยใช้ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน ผู้วิจัยทำการศึกษาการวิเคราะห์และพยากรณ์ความผันผวนด้วยแบบจำลองซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนและเปรียบเทียบผลการพยากรณ์กับแบบจำลอง GARCH ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาผลการเปรียบเทียบค่า RMSE พบว่าแบบจำลองซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนมีค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) น้อยกว่าแบบจำลองประเภท GARCH แสดงถึงความสามารถในการพยากรณ์ที่เหนือกว่าแบบจำลองที่มีพื้นฐานจากซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้เคอร์เนลฟังก์ชันแบบรัศมี (RBF) มีความสามารถในการพยากรณ์ความผันผวนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้แม่นยำที่สุด เมื่อเทียบกับเคอร์เนลฟังก์ชันแบบอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของแบบจำลองที่มีพื้นฐานจากซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนในการพยากรณ์ความผันผวนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกับแบบจำลอง ARCH, GARCH, และ EGARCH พบว่าแบบจำลองที่มีพื้นฐานจากซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีนมีความสามารถในการพยากรณ์ที่เหนือกว่า

พิเชษฐ์ [9] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ราคาทองคำด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลได้ศึกษา และเปรียบเทียบ แบบจำลอง แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Holt-Winters และ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network: ANN) และเลือกแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)

เพิ่มเติม เพื่อสร้างความแตกต่างในงานวิจัย การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) เป็นหลัก และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดคือ window size=120, p=0, d=1, q=1 (ARIMA(0,1,1)) ค่าพารามิเตอร์ RMSE ได้น้อยที่สุด สามารถใช้พยากรณ์ราคาทองคำได้เหมาะสมที่สุดสามารถใช้ราคาทองคำได้จากการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง Box-Jenkins เพื่อวางแผนการตัดสินใจปรับขึ้น-ลงราคาทองคำล่วงหน้า และผู้ประกอบการทองคำสามารถใช้ราคาทองคำที่ได้จากการพยากรณ์เพื่อวางแผนการซื้อทองคำมาบริหารคลังสินค้าให้ได้ต้นทุนที่เหมาะสม

จิรโรจน์ [10] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง แบบจำลองการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบ แบบจำลองโดยปัจจัยที่ใช้พยากรณ์หรือจากกลุ่มอาการของผู้ติดเชื้อโรคไข้เลือดออกมี 4 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเวลา ปัจจัยด้านพื้นที่ และปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ.2564 นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 4 วิธี ได้แก่ วิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีแบบเบย์ วิธีโครงข่ายประสาท และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการวิจัย พบว่า วิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ค่าความแม่นยำและค่าประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 69.83% และ 75.4% ตามลำดับการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากงานวิจัยนี้จะประโยชน์สำหรับการนำไปใช้ประกอบการวางแผนนโยบายและการรณรงค์เพื่อป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก

อรรณพ [11] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ 1) การถดถอยเชิงเส้น 2) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น 3) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอยข้อมูลที่น่ามาใช้ศึกษาเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการกำหนดปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย ได้แก่ ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ปริมาณเงินกู้ ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2564 จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ที่มีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลในปี

2564 พบว่าแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงสุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 2.54% รองลงมาคือ แบบจำลองพหุคูณเชิงเส้น สำหรับการถดถอยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 3.62%

Shakir Khan and Hela Alghulaiakh [12] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ARIMA Model For Accurate Time Series Stocks Forecasting ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง Auto ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) มาใช้ และเปรียบเทียบ พร้อมทั้งปรับแต่ง ARIMA (p,d,q) สองแบบ เพื่อสร้างโมเดลการพยากรณ์หุ้นที่แม่นยำ โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นของบริษัท Netflix ย้อนหลังเป็นเวลา 5 ปีจากโมเดลทั้งสามแบบ พบว่า ARIMA (1,1,33) ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำในการคำนวณค่า MAPE และการทดสอบกับข้อมูลที่กั้นไว้ (holdout testing) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้โมเดล ARIMA ในการพยากรณ์ราคาหุ้นอย่างแม่นยำ

GUO and et al. [13] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Bank Credit Risk Early Warning Model Based on Machine Learning Decision Trees ผลการวิจัย พบว่า การสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ C5.0 เพื่อทำนายสินเชื่อธนาคารที่มีความเสี่ยงสูง จากนั้นได้ประเมินประสิทธิภาพของโมเดลด้วยเมตริกต่าง ๆ รวมถึงเมตริกซ์ความสับสน (confusion matrix) ซึ่งเผยให้เห็นว่าอัตราความผิดพลาดอยู่ที่ 14.9% ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า โมเดลต้นไม้ตัดสินใจที่ใช้คุณลักษณะสำคัญ เช่น ยอดเงินในบัญชีเดินสะพัด (checking balance) และบัญชีออมทรัพย์ (savings balance) สามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในการประเมินความเสี่ยงด้านสินเชื่อของธนาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ C5.0 เพื่อปรับปรุงการบริหารความเสี่ยงด้านสินเชื่อของธนาคารโดยการเปลี่ยนกระบวนการระบุความเสี่ยงจากการตัดสินใจเชิง (subjective judgment) ไปเป็นการวิเคราะห์เชิงวัตถุวิสัย (objective analysis) การวัดความเสี่ยงจากเชิงคุณภาพ (qualitative) ไปสู่เชิงปริมาณ (quantitative) และการควบคุมความเสี่ยงจากแบบคงที่ (static) ไปสู่แบบพลวัต (dynamic) ซึ่งจะช่วยให้อาคารสามารถยกระดับการบริหารความเสี่ยงด้านสินเชื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ข้อมูลจากศูนย์ระบบการเรียนรู้ของเครื่อง และระบบอัจฉริยะ (Center for Machine Learning and Intelligent Systems)

Yamamoto and et al. [14] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Birth and pregnancy numbers decreased during the COVID-19 pandemic in Japan: A time series analysis with the ARIMA model ผู้วิจัยได้ศึกษาได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของจำนวนการเกิดและการตั้งครรภ์ในช่วงการระบาดของ COVID-19 ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลสถิติที่สำคัญประจำเดือนจากใบเกิดระหว่างปี

2010 ถึง 2022 การวิเคราะห์ของเราติดตามขั้นตอนการระบุ การประมาณ และการทำนายของโมเดล การเคลื่อนที่เฉลี่ยเชิงบูรณาการอัตโนมัติ (ARIMA) เราพบว่าโมเดล ARIMA (1, 12, 12) เป็นโมเดลที่เหมาะสมในการทำนายจำนวนการเกิดรายเดือน

Ariyono Setiawan, Abdul Razak Abdul Hadi [15] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Big Data Analytics for Weather Prediction Integrating Regression and ARIMA Models to Assess the Impact of Climate Variability on Fishermen Safety and Maritime Operations ผู้วิจัยได้ศึกษาการวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีการประเมินความเสี่ยงทางอุตุนิยมวิทยา และรวมการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) กับการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ โดยเฉพาะการวิเคราะห์การถดถอยและ ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) เพื่อระบุรูปแบบความแปรปรวนของสภาพอากาศและผลกระทบที่มีต่อความปลอดภัย ทางทะเล ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ประวัติศาสตร์จากดาวเทียม เซ็นเซอร์ IoT บนเรือ และรายงานอุบัติเหตุ ทางทะเลได้รับการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์ เทคนิคการถดถอยและ ARIMA ช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์สภาพอากาศและความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ ซึ่งช่วยเสริมสร้างการพยากรณ์ภัยพิบัติทางทะเลการศึกษาพบว่า ลมแรง คลื่นไม่เสถียร และการลดลงอย่างรวดเร็วของความดันบรรยากาศเป็นปัจจัยเสี่ยงหลักสำหรับชาวประมง นอกจากนี้ โมเดล ARIMA สามารถทำนายสภาพอากาศที่อันตรายได้แม่นยำมากกว่า 85% ซึ่งให้ข้อมูลเชิงลึกสำคัญสำหรับความปลอดภัยทางทะเล

Veysel Süleyman Yavuz [16] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Forecasting monthly rainfall and temperature patterns in Van Province, Türkiye, using ARIMA and SARIMA models: a long-term climate analysis ผู้วิจัยได้ศึกษา ใช้แบบจำลอง ARIMA และ SARIMA ในการวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลปริมาณฝน และอุณหภูมิรายเดือนในจังหวัดวาน ประเทศตุรกี โดยให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับรูปแบบภูมิอากาศตามฤดูกาล และระยะยาว แบบจำลองสามารถจับแนวโน้ม และความเป็นฤดูกาลในข้อมูลอนุกรมเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้ความแตกต่างอันดับหนึ่งและสอง (First- และ Second-Order Differencing) ช่วยให้ข้อมูลมีความนิ่ง (Stationary) มากขึ้น และเพิ่มความแม่นยำของโมเดล แบบจำลองเหล่านี้สามารถจับรูปแบบทั้งตามฤดูกาล และแนวโน้มระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผนในระดับภูมิภาค ทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ และการเกษตร การศึกษานี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของแบบจำลอง ARIMA และ SARIMA ในการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ

Bo Yao [17] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Walmart Sales Prediction Based on Decision Tree, Random Forest, and K Neighbors Regressor การวิจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในแวดวงธุรกิจและวิชาการ และในปัจจุบันก็มีวิธีการพยากรณ์ยอดขายที่พัฒนาอย่างหลากหลาย เช่น โมเดลอนุกรมเวลา (Time Series Model), โมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Model) และโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึก (Deep Neural Network Model) ผู้วิจัยใช้โมเดล 3 แบบ ได้แก่ Decision Tree Regressor, Random Forest Regressor และ K Neighbors Regressor โดยใช้วิธีประเมินผลด้วยค่าสหสัมพันธ์ (Correlation), ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) และค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Squared Error: MSE) พบว่า Random Forest Regressor ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดในบรรดาทั้งสามโมเดล

Sandhya C, [18] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Sales Forecasting Using ARIMA Model ผู้วิจัยได้ศึกษา วิธี Box-Jenkins ของโมเดล ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) เพื่อพยากรณ์ยอดขายของบริษัท โดยใช้ข้อมูลยอดขายรายวันจำนวน 278,559 รายการในช่วงระยะเวลา 6 เดือน มีการสร้างโมเดลอนุกรมเวลารูปแบบที่เหมาะสม และใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพหลายตัวเพื่อเปรียบเทียบโมเดลต่าง ๆ ผลการวิเคราะห์พบว่า โมเดล ARIMA (0,1,1) เพียงพอสำหรับการพยากรณ์ยอดขาย

Saira Malik and et al. [19] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง Sales Forecasting Using Machine Learning Algorithm in the Retail Sector ผู้จัดทำได้ทำการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายของ Rossmann โดยใช้โมเดลการคาดการณ์ ได้แก่ Extreme Gradient Boosting (XG-Boost), FB-Prophet และ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) หากสามารถคาดการณ์ยอดขายได้อย่างแม่นยำ บริษัทจะสามารถลดต้นทุนที่เกิดจากสินค้าคงคลังส่วนเกิน วางแผนล่วงหน้า และเพิ่มผลกำไรผลวิจัยพบว่า ข้อมูลยอดขายได้รับการวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ในการคาดการณ์ช่วงเวลา 60 วัน โมเดลต่าง ๆ สามารถสร้างค่าประมาณที่ถือว่าประสบความสำเร็จได้ โดยพบว่าแพ็คเกจ XG-Boost, ARIMA และ PROPHET ใน Google Colab มีบทบาทสำคัญอย่างมากในกระบวนการนี้เห็นได้ชัดว่า XG-Boost ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ส่วน ARIMA ไม่สามารถประมวลผลได้ดีเมื่อต้องจัดการกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่โดยสรุปแล้ว XG-Boost มีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีอื่นทั้งหมด

Indrayani Desale [20] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง E-commerce Sales Forecasting Using Machine Learning Algorithm ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและหาวิธีที่ดีที่สุดในการพยากรณ์

ยอดขาย E-commerce โดยการพัฒนา ประเมินผล และเปรียบเทียบ 3 โมเดลแมชชีนเลิร์นนิง สำหรับข้อมูลเชิงเวลา ได้แก่ ARIMA, Facebook (FB) Prophet และ LSTM เป้าหมายของการศึกษา ได้แก่ การเตรียมชุดข้อมูล การสร้างโมเดล การปรับแต่งพารามิเตอร์ และการประเมินผลการดำเนินงานจากทั้ง 3 โมเดล Facebook (FB) Prophet มีประสิทธิภาพดีกว่า ARIMA และ LSTM โดยมีคะแนนการประเมินที่ดี เช่น (RMSE): 273.79, (MSE): 74965.26, (MAE): 221.24 และยังสามารถระบุรูปแบบที่ซับซ้อนได้ พร้อมทั้งให้การวิเคราะห์ข้อมูลยอดขาย E-commerce ที่มีคุณค่า อย่างไรก็ตาม Facebook Prophet ก็ยังไม่สามารถให้การพยากรณ์ยอดขาย E-commerce ที่แม่นยำได้เท่าโมเดล ARIMA และ LSTM

V. Rajalakshmi , S. Ganesh Vaidyanathan [21] ได้ทำการศึกษาเรื่อง Hybrid Time-Series Forecasting Models for Traffic Flow Prediction ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การจราจรล่วงหน้า เพื่อลดปัญหาความแออัดบนท้องถนน โดยใช้วิธีการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลา โดยใช้โมเดลผสมระหว่าง ARIMA กับโครงข่ายประสาทเทียม 2 รูปแบบ ได้แก่ ARIMA-MLP (Multilayer Perceptron) และ ARIMA-RNN (Recurrent Neural Network) ผลการประเมินด้วยตัวชี้วัด MAE, MSE, RMSE และ R^2 แสดงให้เห็นว่าโมเดล ARIMA-RNN ให้ค่าความแม่นยำสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วน ($R^2 = 0.9416$) และช่วงเวลากลางคืน ($R^2 = 0.9319$) ขณะที่ ARIMA-MLP ก็ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลเดี่ยว ARIMA, MLP และ RNN อย่างชัดเจน

Wennian Yu, Il Yong Kim and Chris Mechefske [22] ได้ทำการศึกษาเรื่อง Time Series Reconstruction using a Bidirectional Recurrent Neural Network based Encoder-Decoder Scheme ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Bi-RNN กับ RNN แบบทางเดียว (Unidirectional RNN) โดยใช้ชุดข้อมูล turbofan engine degradation ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาแบบหลายตัวแปร ผลการทดลองพบว่า Bi-RNN มีความสามารถในการสร้างข้อมูลกลับได้ดีกว่า RNN ทางเดียว

ตารางที่ 2-1 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
การพยากรณ์การผลิตและการส่งออกทุเรียนไทย:กรณีศึกษาเชิงประจักษ์ด้วยวิธีการทางอนุกรมเวลา [1]	2563	- เทคนิค Seasonal - เทคนิค Autoregressive - เทคนิค Integrated - เทคนิค Moving Averang	งานวิจัยพบว่าแบบจำลอง SARIMA (2,1,1)(0,1,0)เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ผลผลิตทุเรียนของประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.726 ในช่วงครึ่งหลังของปี 2564 ส่วนการส่งออกทุเรียนไปยังตลาดจีนเหมาะสมกับแบบจำลอง SARIMA (6,1,2)(0,1,0) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.988 ในขณะที่การส่งออกทุเรียนไปยังตลาดโลกเหมาะสมกับแบบจำลอง SARIMA (3,1,1)(1,1,0) โดยมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 0.968 ในช่วงเวลาเดียวกัน
การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปได้ทำการสร้างแบบจำลอง [2]	2563	- บ็อกซ์-เจนกินส์ - ปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโอสต์ - การปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ บราร์น - ปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรม - ปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่ถูกลดอย่างง่าย - ปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ วินเทอร์แบบบวก - วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ	จากผลวิจัยพบว่าในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงที่สุดคือ วิธีการปรับเรียงด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เมื่อเปรียบเทียบกับจากราคาของราคาคาแฟเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
การพยากรณ์ยอดขาย สำหรับการขายปลีกใน อเมริกาโดยใช้การ เรียนรู้ของเครื่อง [3]	2566	- อัลกอริทึม LSTM - อัลกอริทึม ARIMA - อัลกอริทึม MLP - อัลกอริทึม SARIMA MAX	แบบจำลอง LSTM มีประสิทธิภาพสูงในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าที่มีรูปแบบข้อมูลซับซ้อนและผันผวนมาก โดยเฉพาะกรณีที่ยอดขายเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสถานการณ์โควิด เนื่องจาก LSTM สามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลตามลำดับเวลาและจดจำรูปแบบย้อนหลังได้ดีขณะที่แบบจำลอง MLP เหมาะกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า และสามารถให้ความแม่นยำได้ดีในสินค้าที่มีรูปแบบยอดขายค่อนข้างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ การนำปัจจัยภายนอก เช่น วันโปรโมชัน เข้ามาในแบบจำลอง SARIMAX ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ได้ดีกว่าแบบจำลอง SARIMA ที่ไม่รวมปัจจัยดังกล่าว

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
The Water Quality Prediction Using Decision Tree [4]	2025	- เทคนิคการตัดสินใจด้วยต้นไม้ (Decision Tree) - วิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	ผลการศึกษาให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าเกี่ยวกับคุณภาพน้ำการศึกษาพบว่า DecisionTree มีความแม่นยำต่ำกว่า Logistic Regression เล็กน้อย แต่ยังคงเหมาะสมกับการพยากรณ์คุณภาพน้ำเนื่องจากสามารถตีความผลลัพธ์ได้ง่าย
การพยากรณ์การขายสินค้าโดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล กรณีศึกษาบริษัทกรีนฟู้ดส์เมเนจเม้นท์ จำกัด [5]	2566	- อัลกอริทึมการถดถอยเชิงเส้น - อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น - อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมแตกต่างกันตามลักษณะสินค้า โดย MLP เหมาะกับเห็ดเข็มทอง (ความคลาดเคลื่อน 18.32%) ขณะที่ SVR เหมาะกับเห็ดออริจินจิดอกใหญ่ และเห็ดชิเมจิ (6.41% และ 8.80%) และการถดถอยเชิงเส้นเหมาะกับองุ่นไซน์มัสแคทและส้มโอตัดแต่ง (10.50% และ 12.95%) สะท้อนให้เห็นว่าการเลือกแบบจำลองควรสอดคล้องกับลักษณะข้อมูลของสินค้าแต่ละประเภท

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
การพยากรณ์ปริมาณ น้ำในเขื่อนโดยใช้ เทคนิคเหมืองข้อมูล [6]	2566	- อัลกอริทึมแบบจำลอง ต้นไม้เอ็มไพร์พี - อัลกอริทึมการ วิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) - เทคนิคโครงข่าย ประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) - อัลกอริทึมเทคนิค ซัพพอร์ตเวกเตอร์ แมชชีนส์ (SVM)	พบว่าวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนส์วิธี วิเคราะห์การถดถอยและวิธีโครงข่าย ประสาทเทียม มีค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 10.56, 10.84, 11.12
การพยากรณ์ปริมาณ น้ำฝนโดยใช้เทคนิค การปรับให้เรียบ เทคนิค ARIMA และ เทคนิค Support Vector Machine [7]	2567	- อัลกอริทึมวิธีการของ Winter's method - อัลกอริทึม Support Vector Machine - อัลกอริทึม ARIMA	ผลการวิจัยตัวแบบทั้งสามได้การ พยากรณ์ได้ค่าความคลาดเคลื่อนกับ ข้อมูลชุดชุดหาตัวแบบ (Training Set) ตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดคือ ARIMA มีค่าวัดความคลาดเคลื่อน RMSE เป็น 64.52341 สำหรับการ พยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า 3 ปี ชุด ทดสอบ (Testing Set) วิธีที่ เหมาะสมมากที่สุดคือ SVM มีค่าวัด ความคลาดเคลื่อน RMSE เป็น 33.84099

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
การพยากรณ์ความผันผวนของตลาดหลักทรัพย์โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน [8]	2565	- อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน - เทคนิค ARCH - เทคนิค GARCH - เทคนิค EGARCH	จากผลวิจัยพบว่าแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) น้อยกว่าแบบจำลองประเภท GARCH แสดงถึงความสามารถในการพยากรณ์ที่เหนือกว่าแบบจำลองที่มีพื้นฐานจากซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้เคอร์เนลฟังก์ชันแบบรัศมี (RBF) มีความสามารถในการพยากรณ์ความผันผวนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้แม่นยำที่สุดเมื่อเทียบกับเคอร์เนลฟังก์ชันแบบอื่น ๆ
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ราคาทองคำด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล [9]	2565	- เทคนิคอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins - อัลกอริทึมอนุกรมเวลาแบบ Holt-Winters - อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้แบบจำลองอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดคือ window size=120, $p=0$, $d=1$, $q=1$ ARIMA (0,1,1) คำนวณค่า RMSE ได้น้อยที่สุด สามารถใช้พยากรณ์ราคาทองคำได้เหมาะสมที่สุดตามการใช้ราคาทองคำได้จากการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง Box-Jenkins เพื่อวางแผนการการตัดสินใจปรับขึ้น-ลงราคาทองคำ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
แบบจำลองการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล [10]	2564	- อัลกอริทึมวิธีต้นไม้ตัดสินใจ - อัลกอริทึมวิธีแบบเบย์ - อัลกอริทึมวิธีโครงข่ายประสาท - อัลกอริทึมวิธีซัพพอร์เวกเตอร์แมชชีน	จากการวิจัยพบว่าวิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ค่าความแม่นยำและค่าประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 69.83% และ 75.4% ตามลำดับ
การพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล [11]	2564	- อัลกอริทึมการถดถอยเชิงเส้น - อัลกอริทึมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น - อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย	ผลการวิจัยได้พบว่าแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 2.54% รองลงมา คือ แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 3.62%
ARIMA Model for Accurate Time Series Stocks Forecasting [12]	2020	- อัลกอริทึม Auto ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)	ผลการทดสอบพบว่า แบบ พบว่า ARIMA (1,1,33) ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำในการคำนวณค่า MAPE และการทดสอบกับข้อมูลที่กั้นไว้ (holdout testing) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้โมเดล ARIMA ในการพยากรณ์ราคาหุ้นอย่างแม่นยำ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
Bank Credit Risk Early Warning Model Based on Machine Learning Decision Trees [13]	2024	- อัลกอริทึม Decision Tree	การสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ C5.0 เพื่อทำนายสินเชื่อธนาคารที่มีความ เสี่ยงสูง จากนั้นได้ประเมิน ประสิทธิภาพของโมเดลด้วยเมตริกต่าง ๆ รวมถึงเมตริกซ์ ความสับสน (confusion matrix) ซึ่งเผยให้เห็นว่า อัตราความผิดพลาดอยู่ที่ 14.9% ผล การศึกษาชี้ให้เห็นว่า โมเดลต้นไม้ ยอดเงินในบัญชีเดินสะพัด (checking balance) และบัญชีออมทรัพย์ (savings balance) สามารถช่วยเพิ่มความ แม่นยำและประสิทธิภาพในการ ประเมินความเสี่ยงด้านสินเชื่อของ ธนาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ
Birth and pregnancy numbers decreased during the COVID-19 pandemic in Japan: A time series analysis with the ARIMA model [14]	2025	- อัลกอริทึม ARIMA	ผู้วิจัยใช้โมเดล ARIMA (1, 12, 12) พยากรณ์จำนวนการเกิดรายเดือนใน ญี่ปุ่น พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงปี 2020–2022 โดยเฉพาะเดือน ม.ค. 2564 และ พ.ค. 2565 ซึ่งผล การศึกษาชี้ให้เห็นว่าการลดลงของ จำนวนการเกิดมีความสอดคล้องเชิง สถิติกับการลดลงของการแจ้งตั้งครรภ์ ในช่วง 7-9 เดือนก่อนหน้า"

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
Big Data Analytics for Weather Prediction Integrating Regression and ARIMA Models to Assess the Impact of Climate Variability on Fishermen Safety and Maritime Operations [15]	2025	- อัลกอริทึม ARIMA	ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงจากคลื่นลมและความดันบรรยากาศต่อความปลอดภัยทางการประมง โดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT และรายงานอุบัติเหตุ ผลการศึกษาพบว่าโมเดล ARIMA และเทคนิคการถดถอยสามารถพยากรณ์สภาพอากาศอันตรายได้แม่นยำกว่า 85% ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการเสริมสร้างความปลอดภัยทางทะเลและวางแผนเดินเรือ
Forecasting monthly rainfall and temperature patterns in Van Province, Türkiye, using ARIMA and SARIMA models: a long-term climate analysis [16]	2025	- อัลกอริทึม ARIMA - อัลกอริทึม SARIMA	ผู้วิจัยเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณฝนและอุณหภูมิระหว่างโมเดล ARIMA และ SARIMA โดยใช้เกณฑ์ AIC/BIC พบว่า SARIMA (3,1,0)(2,1,0) และ SARIMA (0,1,1)(2,1,0) มีประสิทธิภาพสูงสุด (ค่า AIC ต่ำสุด) สามารถตรวจจับรูปแบบฤดูกาลและแนวโน้มระยะยาวได้แม่นยำ เหมาะสำหรับการวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำและการเกษตรระดับภูมิภาค

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
Walmart Sales Prediction Based on Decision Tree, Random Forest, and K Neighbors Regressor [17]	2023	- อัลกอริทึม Decision Tree Regressor - อัลกอริทึม Random Forest Regressor - อัลกอริทึม K Neighbors Regressor	ผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลพยากรณ์ยอดขายรายสัปดาห์ของ Walmart โดยใช้เกณฑ์ Correlation, MAE และ MSE พบว่า Random Forest Regressor มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วยค่า $SR^2 = 0.937$ และค่า MAE เท่ากับ \$1,937.81\$ จึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ยอดขายรายสาขาเพื่อวางแผนการบริหารจัดการ
Sales Forecasting Using ARIMA Model [18]	2022	- เทคนิค Box-Jenkins	ผู้วิจัยทำการพยากรณ์ยอดขายโดยใช้ข้อมูลรายวันจำนวน 278,559 รายการ (6 เดือน) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลอนุกรมเวลาหลายรูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าโมเดล ARIMA (0,1,1) มีความเหมาะสมและเพียงพอสำหรับการพยากรณ์ยอดขายของบริษัทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
Sales Forecasting Using Machine Learning Algorithm in the Retail Sector [19]	2023	- อัลกอริทึม ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) - อัลกอริทึม XGBoost (Extreme Gradient Boosting) - อัลกอริทึม FB Prophet	ผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ ยอดขายระยะ 60 วัน ระหว่างโมเดล XG-Boost, ARIMA และ Prophet ผลการศึกษาพบว่า XG-Boost มีประสิทธิภาพสูงสุดเหนือกว่าทุกโมเดลจึงสรุปได้ว่า XG-Boost เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ยอดขายที่มีชุดข้อมูลปริมาณมาก
E-commerce Sales Forecasting Using Machine Learning Algorithm [20]	2024	- อัลกอริทึม ARIMA - อัลกอริทึม Facebook (FB) Prophet - อัลกอริทึม LSTM	ผู้วิจัยเปรียบเทียบโมเดล Prophet, ARIMA และ LSTM ในการพยากรณ์ ยอดขาย E-commerce พบว่า FB Prophet มีความโดดเด่นในการระบุ รูปแบบข้อมูลที่ซับซ้อนในด้านความแม่นยำของการพยากรณ์เชิงตัวเลข พบว่า ARIMA และ LSTM ยังคงให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าในบางเงื่อนไข
Hybrid Time-Series Forecasting Models for Traffic Flow Prediction [21]	2021	- อัลกอริทึม ARIMA-MLP - อัลกอริทึม ARIMA-RNN	ผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์โดยใช้ดัชนี MAE, MSE, RMSE และพบว่าโมเดลไฮบริด ARIMA-RNN ให้ความแม่นยำสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน และช่วงเวลาคงที่โดยมีประสิทธิภาพเหนือกว่าโมเดลเดี่ยวอย่าง ARIMA และให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าโมเดล ARIMA-MLP เล็กน้อย

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ทฤษฎี	ปี	เทคนิค/อัลกอริทึม	ผลการวิจัย/ข้อเสนอแนะ
Time Series Reconstruction using a Bidirectional Recurrent Neural Network based Encoder-Decoder Scheme [22]	2019	- อัลกอริทึม Recurrent Neural Network - อัลกอริทึม Bidirectional Recurrent Neural Network	ผู้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง Bi-RNN และ RNN แบบทางเดียว โดยใช้ชุดข้อมูลอนุกรมเวลาหลายตัวแปร ผลการศึกษาพบว่า Bi-RNN มีประสิทธิภาพเหนือกว่าในการเรียนรู้และสร้างข้อมูลย้อนกลับได้ดีกว่า RNN แบบทางเดียวอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทบทวนทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่าเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลเชิงอนุกรมเวลามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคต โดยเฉพาะแบบจำลอง ARIMA ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่ได้รับความนิยมและสามารถอธิบายรูปแบบข้อมูลในอดีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เช่น RNN และ BI-RNN มีความสามารถในการเรียนรู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลตามลำดับเวลาได้ดี โดยเฉพาะข้อมูลที่มีความซับซ้อนและไม่เป็นเชิงเส้น งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าแต่ละเทคนิคมีจุดเด่นแตกต่างกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยไปยังประเทศต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนปรับปรุงพื้นที่การเกษตร การบริหารจัดการการผลิต และการกำหนดแนวทางการเพาะปลูกทุเรียนในอนาคตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่อไป

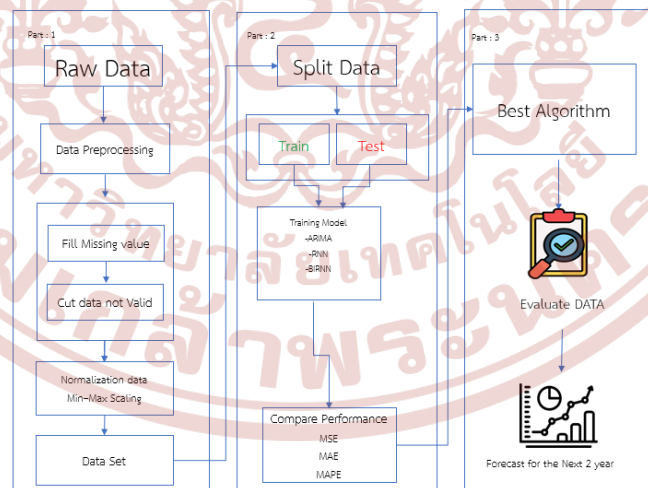
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการผลิตและส่งออกรายประเทศ โดยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

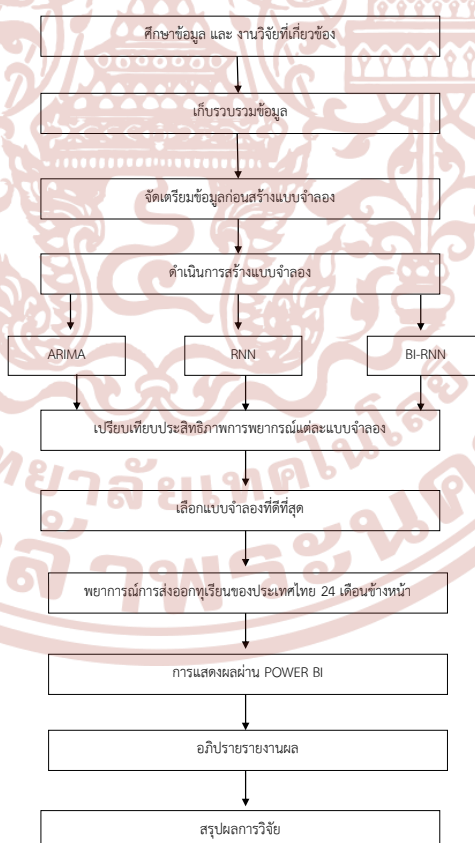
- 3.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย
- 3.2 การจัดเตรียมข้อมูล
- 3.3 การจัดทำแบบจำลอง
- 3.4 การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง
- 3.5 การวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัย



ภาพที่ 3-1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อมา ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยทำการจัดเตรียมข้อมูล จัดการข้อมูล ก่อนนำเข้าสู่ข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองโดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการเตรียมข้อมูล 3 ส่วนได้แก่การตัดข้อมูลที่หายไป จากนั้นทำการคัดเลือกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องในการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนออกและนำทั้งหมดของแต่ละเดือน มาทำการสรุปมูลค่าส่งออกทุเรียนของประเทศไทยและทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนโดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้และชุดสำหรับทดสอบข้อมูลจากนั้นเข้าสู่กระบวนการทดสอบ ประสิทธิภาพวิธีการพยากรณ์ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธี โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ สองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) โดยคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด จากการใช้ เกณฑ์ในการวัดผล 3 เกณฑ์ คือ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) เพื่อใช้แบบจำลองนั้นในการพยากรณ์การส่งออกทุเรียน ในประเทศไทยในอีก 2 ปีข้างหน้า โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน แสดงดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเนื่องจากการจัดการข้อมูลก่อนนำเข้าสู่แบบจำลองผู้วิจัยจึงมีการเตรียมข้อมูลก่อนนำเข้าสู่แบบจำลองโดยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออกจากชุดข้อมูล ก่อนนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลองข้อมูลเพื่อให้ค่าผลลัพธ์สามารถวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำและไม่มีข้อผิดพลาด

3.3 การพัฒนาแบบจำลอง

ผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลการเรียนรู้ (Training Data) ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลมาสร้างแบบจำลองโดยใช้การพยากรณ์ 3 จำลอง ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA, วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง

3.4 การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ผู้วิจัยทำการทดสอบด้วยชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Testing Data) เพื่อประเมินและ วัดประสิทธิภาพของแบบจำลองแต่ละแบบจำลองโดยพิจารณาจาก ประสิทธิภาพ 3 เกณฑ์ คือ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) จากนั้นผู้วิจัยจึงนำวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดไปสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทย

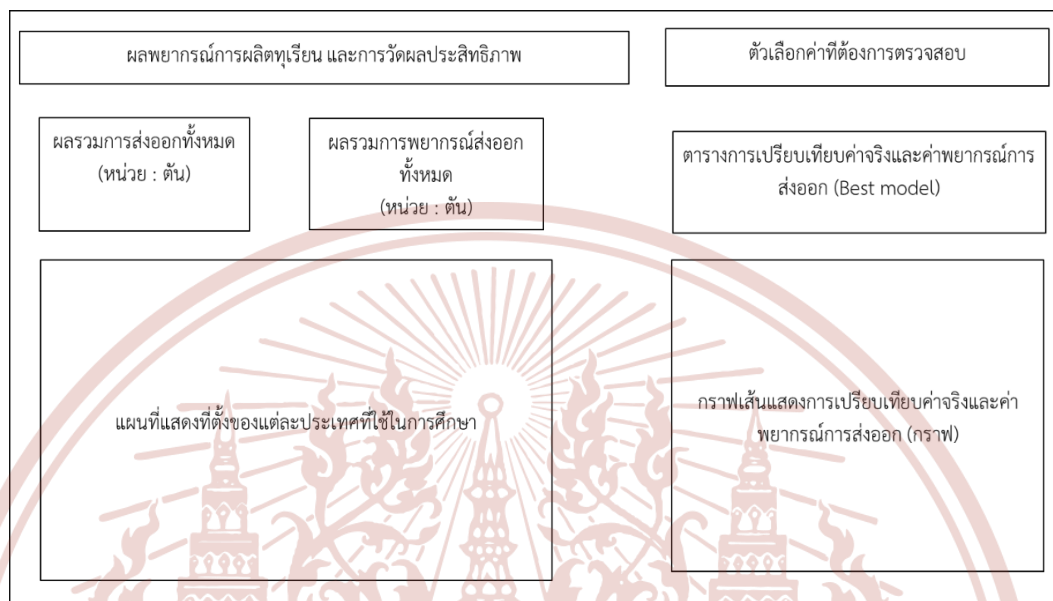
ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของแต่ละแบบจำลองที่ใช้ทำการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละแบบจำลอง

Algorithms	Parameters
ARIMA	$P = 0-2$ $D = 0-2$ $Q = 0-2$
RNN	$look_back_periods = [1, 3, 6]$ $epochs_list = [2,4]$ $batch_size_list = [1,4,8]$ $lstm_units_list = [1,4,8]$ $learning_rate_list = [0.001]$
BI-RNN	$look_back_periods = [1, 3, 6]$ $epochs_list = [2,4]$ $batch_size_list = [1,4,8]$ $lstm_units_list = [1,4,8]$ $learning_rate_list = [0.001]$

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และสรุปผล

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกพารามิเตอร์ของแต่ละแบบจำลองโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจาก 3 เกณฑ์การวัดผล เพื่อค้นหาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากการทดสอบกับข้อมูลจำนวน 12 เดือน (ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ 2567 – ธันวาคม พ.ศ. 2567) เมื่อได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้วจึงนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกทุเรียนในประเทศไทย 24 เดือนข้างหน้า (เดือนมกราคม พ.ศ 2568 – เดือนธันวาคม พ.ศ 2569) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมต่อไป



ภาพที่ 3-3 ภาพแสดงโครงร่างการแสดงผลพยากรณ์การส่งออกทุเรียน
ในอีก 24 เดือนข้างหน้า

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ประกอบไปด้วยการสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดข้อมูลตามวิธีการดำเนินงานในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการดำเนินงานวิจัยดังนี้

- 4.1 ผลการศึกษาและ การรวบรวมข้อมูล
- 4.2 ผลการเตรียมชุดข้อมูล
- 4.3 ผลการสร้างแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์
- 4.4 ผลพยากรณ์มูลค่าส่งออกทุเรียนล่วงหน้า และ แสดงผลผ่าน POWER BI

4.1 ผลการศึกษาและ การรวบรวมข้อมูล

4.1.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลการส่งออกทุเรียนในประเทศไทยจากข้อมูลสถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เผยแพร่บนเว็บไซต์กลางข้อมูลเปิดภาครัฐ (เว็บไซต์ <https://tradereport.moc.go.th/th>) ประกอบไปด้วยข้อมูลประเทศที่ส่งออก มูลค่าการส่งออกทุเรียน ปริมาณการส่งออกทุเรียน สัดส่วน (ร้อยละ) โดยมีระยะเวลาเป็นข้อมูลรายเดือน จำนวน 1,080 ระเบียบ ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2562 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2567 โดยทำให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.1.1.1 ชื่อประเทศ
- 4.1.1.2 ปีที่มีการส่งออกทุเรียน
- 4.1.1.3 เดือนที่มีการส่งออกทุเรียน
- 4.1.1.4 จำนวนการส่งออก (ตัน)

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียน (หน่วย : ตัน) จากการรวบรวม จำนวน 15 ระเบียบ

ชื่อประเทศ	เดือนที่ส่งออก	ปีที่ส่งออก	ปริมาณการส่งออก (กิโลกรัม)
บาหลีเรน	มกราคม	2562	289
บาหลีเรน	มกราคม	2563	75
บังกลาเทศ	มกราคม	2562	0
บังกลาเทศ	มกราคม	2563	615
บรูไน	มกราคม	2562	0
บรูไน	มกราคม	2563	0
กัมพูชา	มกราคม	2562	0
กัมพูชา	มกราคม	2563	0
จีน	มกราคม	2562	2529715
จีน	มกราคม	2563	2774418
ฮ่องกง	มกราคม	2562	3089121
ฮ่องกง	มกราคม	2563	1545696
อินเดีย	มกราคม	2562	1078
อินเดีย	มกราคม	2563	932
อินโดนีเซีย	มกราคม	2562	0
อินโดนีเซีย	มกราคม	2563	0
ญี่ปุ่น	มกราคม	2562	980
ญี่ปุ่น	มกราคม	2563	3953
คูเวต	มกราคม	2562	322
คูเวต	มกราคม	2563	270

จากตารางที่ 4-1 แสดงตัวอย่างข้อมูลพบว่าข้อมูลเริ่มต้นมีความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล เนื่องจากมีข้อมูลที่ขาดหาย และมีช่วงความกว้างของข้อมูลที่ต่างกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าว เข้าสู่กระบวนการเตรียมข้อมูลได้แก่ การทำความสะอาดข้อมูลด้วยวิธีการเติมข้อมูลที่สูญหาย และ เปลี่ยนแปลงข้อมูลปริมาณการส่งออกให้อยู่ในหน่วยตัน

4.1.2 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing) การทำความสะอาดข้อมูลด้วยวิธีการเติมข้อมูลที่สูญหาย และ เปลี่ยนแปลงข้อมูลปริมาณการส่งออกให้อยู่ในหน่วยตัน

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างข้อมูลการส่งออกทุเรียน ที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูล จำนวน 15 ระเบียบ

ชื่อประเทศ	เดือนที่ส่งออก	ปีที่ส่งออก	ปริมาณการส่งออก (ตัน)
บาร์เรน	มกราคม	2567	0.11
บังกลาเทศ	มกราคม	2567	0.12
บรูไน	มกราคม	2567	0
กัมพูชา	มกราคม	2567	2.04
อินเดีย	มกราคม	2567	0
อินโดนีเซีย	มกราคม	2567	0
คูเวต	มกราคม	2567	0.16
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	มกราคม	2567	0
มาเลเซีย	มกราคม	2567	0
สาธารณรัฐมัลดีฟส์	มกราคม	2567	0.17
รัฐกาตาร์	มกราคม	2567	0.17
สหพันธรัฐรัสเซีย	มกราคม	2567	0.34
ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย	มกราคม	2567	0.29
สหรัฐอเมริกาบริติช	มกราคม	2567	1.29
เวียดนาม	มกราคม	2567	0

4.2 ผลการเตรียมชุดข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม – เดือนธันวาคม พ.ศ.2567 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

4.2.1 Data Cleaning ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

4.2.2 Data Processing ตรวจสอบค่าที่ขาดหายของตัวแปรและทำการจัดกลุ่มข้อมูลรายประเทศ เพื่อเตรียมข้อมูลในการนำเข้าแบบจำลองแบบแยกกลุ่มประเทศ โดยเลือกกลุ่มประเทศที่อยู่ในทวีปเอเชียเท่านั้น

4.2.3 การจัดการข้อมูลสูญหายด้วยเทคนิค Forward Fill และ Backward Fill ภายในแต่ละประเทศ

4.2.4 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบเพื่อหาข้อมูลที่เหมาะสมในการนำเข้าแบบจำลองอนุกรมเวลา โดยใช้แบบทดสอบ Augmented Dickey–Fuller (ADF) โดยผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เพื่อคัดเลือกประเทศที่มีข้อมูลที่ไม่มีการผสมกันของข้อมูลระหว่างแนวโน้มและความแปรผันตามฤดูกาล

4.2.5 ผู้วิจัยดำเนินการปรับมาตราส่วนข้อมูล (Scaling) โดยใช้เทคนิค Min-Max Normalization ผ่านเครื่องมือ MinMaxScaler เพื่อปรับข้อมูลให้อยู่ในช่วงขอบข้อมูล [0-1]

$$x_{scaled} = \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})}$$

4.2.6 การแบ่งชุดข้อมูลตามช่วงเวลาผู้วิจัยกำหนดชุดฝึกสอน (Training) ปีพ.ศ. 2562–2566 และกำหนดชุดทดสอบ (Testing) เป็นปี พ.ศ. 2567 เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์การสร้างแบบจำลองการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยโดย 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN)

4.3 ผลการสร้างแบบจำลองและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์

ในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้วจำนวน 1,080 ชุดข้อมูลมาดำเนินการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง 3 รูปแบบประกอบด้วย ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) โดยผู้วิจัยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ชุดข้อมูลการฝึก (Train splitting) ในสัดส่วน ปี พ.ศ 2562 -พ.ศ 2566 เพื่อให้แบบจำลองเรียนรู้ชุดข้อมูล และชุดข้อมูลการทดสอบ (Test set) พ.ศ 2567 เพื่อใช้ในการวัดประเมินผลและประสิทธิภาพของชุดข้อมูลชุดที่ไม่เคยผ่านการทดสอบโดยแต่ละโมเดลจะผ่านกระบวนการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดก่อนนำเลือกแบบจำลองทั้ง 3 แบบได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก่อนนำไปทำการพยากรณ์ต่อไป

4.3.1 แบบจำลอง ARIMA ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง ARIMA โดยใช้กระบวนการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง ARIMA จากข้อมูลในช่วงเวลาปี พ.ศ.2562-2567 เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ของการทดสอบในทุกการทดสอบแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแต่ละประเทศในลำดับถัดไป โดยแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบแบบจำลอง ARIMA ทุกค่าพารามิเตอร์

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	0	0	0	0.1544	0.1464	361.9656
Bahrain	0	0	1	0.1496	0.1399	350.7131
Bahrain	0	0	2	0.1469	0.1380	336.4018
Bahrain	0	1	0	0.0620	0.0434	54.3111
Bahrain	0	1	1	0.1913	0.1849	447.0172
Bahrain	0	1	2	0.1495	0.1397	350.4913
Bahrain	1	0	0	0.1467	0.1370	337.5775
Bahrain	1	0	1	0.1471	0.1374	339.3766
Bahrain	1	0	2	0.1468	0.1401	326.1929
Bahrain	1	1	0	0.0543	0.0474	104.8470
Bahrain	1	1	1	0.1461	0.1361	334.8327
Bahrain	1	1	2	0.1464	0.1364	336.1236
Bahrain	2	0	0	0.1473	0.1377	340.1427
Bahrain	2	0	1	0.1193	0.1101	265.0027

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	2	0	2	0.1507	0.1448	339.3801
Bahrain	2	1	0	0.0647	0.0564	143.0388
Bahrain	2	1	1	0.1464	0.1365	336.3862
Bahrain	2	1	2	0.1455	0.1369	330.3435
Bangladesh	0	0	0	0.1553	0.1047	39.7857
Bangladesh	0	0	1	0.1556	0.1039	38.4002
Bangladesh	0	0	2	0.1609	0.1149	54.8222
Bangladesh	0	1	0	0.1477	0.1014	41.7536
Bangladesh	0	1	1	0.1474	0.1367	129.0291
Bangladesh	0	1	2	0.1530	0.1410	135.2405
Bangladesh	1	0	0	0.1556	0.1050	40.1096
Bangladesh	1	0	1	0.1556	0.1235	72.1198
Bangladesh	1	0	2	0.1739	0.1411	93.2165
Bangladesh	1	1	0	0.3087	0.2682	271.4972
Bangladesh	1	1	1	0.1545	0.1422	136.8492
Bangladesh	1	1	2	0.1557	0.1432	138.1465
Bangladesh	2	0	0	0.1646	0.1234	67.8670
Bangladesh	2	0	1	0.1652	0.1344	86.0170
Bangladesh	2	0	2	0.1747	0.1374	86.4526
Bangladesh	2	1	0	0.2704	0.2347	236.1354
Bangladesh	2	1	1	0.1478	0.1368	126.4539
Bangladesh	2	1	2	0.1696	0.1470	144.4199
Brunei	0	0	0	0.0556	0.0480	132.0032
Brunei	0	0	1	0.0523	0.0443	129.7514
Brunei	0	0	2	0.0509	0.0427	128.0691
Brunei	0	1	0	0.0684	0.0468	100.0000

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Brunei	0	1	1	0.0684	0.0468	100.0162
Brunei	0	1	2	0.0684	0.0468	99.9782
Brunei	1	0	0	0.0451	0.0342	109.5830
Brunei	1	0	1	0.0463	0.0370	117.6817
Brunei	1	0	2	0.0464	0.0373	121.7672
Brunei	1	1	0	0.0684	0.0468	100.0000
Brunei	1	1	1	0.0684	0.0468	100.0147
Brunei	1	1	2	0.0457	0.0359	114.9615
Brunei	2	0	0	0.0486	0.0407	126.4665
Brunei	2	0	1	0.0519	0.0480	167.3033
Brunei	2	0	2	0.0496	0.0423	131.3189
Brunei	2	1	0	0.0684	0.0468	100.0000
Brunei	2	1	1	0.0477	0.0395	124.1046
Brunei	2	1	2	0.0502	0.0441	137.1334
Cambodia	0	0	0	0.2878	0.0858	57.7695
Cambodia	0	0	1	0.2878	0.0858	57.6210
Cambodia	0	0	2	0.2877	0.0858	57.3797
Cambodia	0	1	0	0.2872	0.0868	33.1616
Cambodia	0	1	1	0.2877	0.0858	57.7017
Cambodia	0	1	2	0.2877	0.0858	57.3315
Cambodia	1	0	0	0.2877	0.0858	57.5917
Cambodia	1	0	1	0.2878	0.0858	57.7488
Cambodia	1	0	2	0.2877	0.0858	57.3867
Cambodia	1	1	0	0.2877	0.0860	57.3504
Cambodia	1	1	1	0.2877	0.0858	57.3451
Cambodia	1	1	2	0.2878	0.0858	57.7066

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	2	0	0	0.2878	0.0858	57.3774
Cambodia	2	0	1	0.2880	0.0857	70.0016
Cambodia	2	0	2	0.2877	0.0858	57.3927
Cambodia	2	1	0	0.2878	0.0856	72.4820
Cambodia	2	1	1	0.2877	0.0858	57.2720
Cambodia	2	1	2	0.2877	0.0858	57.2411
India	0	0	0	0.1481	0.1409	166.5146
India	0	0	1	0.1471	0.1399	173.5502
India	0	0	2	0.1468	0.1393	181.2251
India	0	1	0	0.0567	0.0333	100.0000
India	0	1	1	0.0566	0.0333	99.8529
India	0	1	2	0.0560	0.0335	98.3006
India	1	0	0	0.1057	0.0920	138.0033
India	1	0	1	0.0725	0.0610	83.0326
India	1	0	2	0.0607	0.0530	68.1980
India	1	1	0	0.0567	0.0333	100.0000
India	1	1	1	0.0555	0.0336	97.0606
India	1	1	2	0.0559	0.0335	97.9367
India	2	0	0	0.0892	0.0739	106.6110
India	2	0	1	0.0603	0.0528	67.4173
India	2	0	2	0.0606	0.0530	68.1178
India	2	1	0	0.0567	0.0333	100.0000
India	2	1	1	0.0564	0.0334	99.2270
India	2	1	2	0.0565	0.0334	99.6645
Indonesia	0	0	0	0.3534	0.1668	99.8822
Indonesia	0	0	1	0.3534	0.1668	99.8820

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	0	0	2	0.3534	0.1668	99.8818
Indonesia	0	1	0	0.3536	0.1667	100.0000
Indonesia	0	1	1	0.3536	0.1667	99.9995
Indonesia	0	1	2	0.3535	0.1667	99.9849
Indonesia	1	0	0	0.3534	0.1668	99.8813
Indonesia	1	0	1	0.3534	0.1668	99.8819
Indonesia	1	0	2	0.3536	0.1667	99.9990
Indonesia	1	1	0	0.3536	0.1667	100.0000
Indonesia	1	1	1	0.3536	0.1667	99.9989
Indonesia	1	1	2	0.3535	0.1667	99.9915
Indonesia	2	0	0	0.3534	0.1668	99.8820
Indonesia	2	0	1	0.3534	0.1668	99.8819
Indonesia	2	0	2	0.3534	0.1668	99.8821
Indonesia	2	1	0	0.3536	0.1667	100.0000
Indonesia	2	1	1	0.3536	0.1667	99.9995
Indonesia	2	1	2	0.3535	0.1667	99.9915
Kuwait	0	0	0	0.1088	0.0951	26.3323
Kuwait	0	0	1	0.1136	0.0976	27.2920
Kuwait	0	0	2	0.1334	0.1085	31.2009
Kuwait	0	1	0	0.1508	0.1236	36.2911
Kuwait	0	1	1	0.1185	0.0987	28.3016
Kuwait	0	1	2	0.1161	0.0981	27.8744
Kuwait	1	0	0	0.1217	0.1028	29.1428
Kuwait	1	0	1	0.1189	0.1009	28.5788
Kuwait	1	0	2	0.1299	0.1081	30.8275
Kuwait	1	1	0	0.1265	0.1034	30.1011

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Kuwait	1	1	1	0.1314	0.1072	31.3289
Kuwait	1	1	2	0.1225	0.1012	29.2362
Kuwait	2	0	0	0.1187	0.1009	28.5500
Kuwait	2	0	1	0.1226	0.1034	29.3848
Kuwait	2	0	2	0.1294	0.1076	30.7643
Kuwait	2	1	0	0.1270	0.1037	30.2036
Kuwait	2	1	1	0.1155	0.1004	27.7845
Kuwait	2	1	2	0.1179	0.1024	28.1604
Lao PDR	0	0	0	0.0425	0.0412	44.0790
Lao PDR	0	0	1	0.0418	0.0404	44.4279
Lao PDR	0	0	2	0.0417	0.0403	44.4550
Lao PDR	0	1	0	0.0350	0.0137	100.0000
Lao PDR	0	1	1	0.0425	0.0412	44.1808
Lao PDR	0	1	2	0.0417	0.0404	44.4341
Lao PDR	1	0	0	0.0414	0.0400	44.7276
Lao PDR	1	0	1	0.0417	0.0404	44.4432
Lao PDR	1	0	2	0.0564	0.0543	28.8390
Lao PDR	1	1	0	0.0350	0.0137	100.0000
Lao PDR	1	1	1	0.0413	0.0398	44.8300
Lao PDR	1	1	2	0.0416	0.0402	44.5848
Lao PDR	2	0	0	0.0420	0.0407	44.2266
Lao PDR	2	0	1	0.0590	0.0570	32.4392
Lao PDR	2	0	2	0.0585	0.0565	31.7172
Lao PDR	2	1	0	0.0350	0.0137	100.0000
Lao PDR	2	1	1	0.0418	0.0404	44.3103
Lao PDR	2	1	2	0.0413	0.0398	44.6774

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Malaysia	0	0	0	0.1285	0.0904	4874.7495
Malaysia	0	0	1	0.1277	0.0883	4821.7739
Malaysia	0	0	2	0.1273	0.0873	4802.6260
Malaysia	0	1	0	0.1476	0.0727	100.0000
Malaysia	0	1	1	0.1304	0.0810	3532.8347
Malaysia	0	1	2	0.1302	0.1085	7322.4038
Malaysia	1	0	0	0.1268	0.0853	4623.0664
Malaysia	1	0	1	0.1272	0.0866	4740.3878
Malaysia	1	0	2	0.1269	0.0857	4926.7163
Malaysia	1	1	0	0.1476	0.0727	100.0000
Malaysia	1	1	1	0.1267	0.0849	4600.7675
Malaysia	1	1	2	0.1266	0.0910	5447.2616
Malaysia	2	0	0	0.1276	0.0880	4859.4161
Malaysia	2	0	1	0.1489	0.0976	3322.1102
Malaysia	2	0	2	0.1270	0.0858	4933.0338
Malaysia	2	1	0	0.1471	0.0723	115.6274
Malaysia	2	1	1	0.1279	0.0992	6376.1970
Malaysia	2	1	2	0.1299	0.0866	5006.0118
Maldives	0	0	0	0.3976	0.2979	67.2352
Maldives	0	0	1	0.3971	0.2975	67.1837
Maldives	0	0	2	0.3991	0.3000	67.6258
Maldives	0	1	0	0.3714	0.2661	53.4675
Maldives	0	1	1	0.3109	0.2197	41.6687
Maldives	0	1	2	0.3118	0.2203	41.7203
Maldives	1	0	0	0.3967	0.2974	67.0778
Maldives	1	0	1	0.3835	0.2847	61.5925

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Maldives	1	0	2	0.3963	0.2974	67.1931
Maldives	1	1	0	0.3714	0.2661	53.4675
Maldives	1	1	1	0.3128	0.2202	41.3852
Maldives	1	1	2	0.3106	0.2194	41.6500
Maldives	2	0	0	0.3951	0.2963	66.4445
Maldives	2	0	1	0.3917	0.2931	65.1619
Maldives	2	0	2	0.3986	0.2991	67.4853
Maldives	2	1	0	0.3653	0.2584	50.3302
Maldives	2	1	1	0.3236	0.2204	38.8934
Maldives	2	1	2	0.3262	0.2211	38.6033
Qatar	0	0	0	0.2710	0.1658	107.2331
Qatar	0	0	1	0.2716	0.1682	110.8283
Qatar	0	0	2	0.2720	0.1694	113.3211
Qatar	0	1	0	0.2571	0.1859	212.1230
Qatar	0	1	1	0.2574	0.1591	139.5311
Qatar	0	1	2	0.2593	0.1599	134.8697
Qatar	1	0	0	0.2721	0.1698	113.9982
Qatar	1	0	1	0.2687	0.1685	119.3531
Qatar	1	0	2	0.2689	0.1687	119.4607
Qatar	1	1	0	0.2535	0.1702	183.8364
Qatar	1	1	1	0.2599	0.1601	133.5021
Qatar	1	1	2	0.2576	0.1595	138.0004
Qatar	2	0	0	0.2719	0.1709	118.0453
Qatar	2	0	1	0.2688	0.1686	119.4310
Qatar	2	0	2	0.2684	0.1683	119.0594
Qatar	2	1	0	0.2535	0.1631	163.1580

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Qatar	2	1	1	0.2696	0.1697	122.3363
Qatar	2	1	2	0.2588	0.1598	135.3724
Russia	0	0	0	0.1389	0.1038	25.8207
Russia	0	0	1	0.1483	0.1138	30.5811
Russia	0	0	2	0.1663	0.1307	38.2053
Russia	0	1	0	0.1907	0.1693	61.0292
Russia	0	1	1	0.1372	0.1148	40.5146
Russia	0	1	2	0.1383	0.1149	40.3926
Russia	1	0	0	0.1527	0.1172	34.7273
Russia	1	0	1	0.1499	0.1156	34.1369
Russia	1	0	2	0.1475	0.1147	33.7957
Russia	1	1	0	0.1571	0.1309	47.7045
Russia	1	1	1	0.1651	0.1372	50.2310
Russia	1	1	2	0.1650	0.1370	50.1706
Russia	2	0	0	0.1505	0.1159	34.2584
Russia	2	0	1	0.1435	0.1138	33.5879
Russia	2	0	2	0.1443	0.1147	33.8356
Russia	2	1	0	0.1370	0.1145	40.3672
Russia	2	1	1	0.1650	0.1370	50.1753
Russia	2	1	2	0.1513	0.1264	45.9130
Saudi Arabia	0	0	0	0.2425	0.1429	102.8097
Saudi Arabia	0	0	1	0.2411	0.1403	99.7513
Saudi Arabia	0	0	2	0.2388	0.1361	91.5654
Saudi Arabia	0	1	0	0.2947	0.1809	64.8730
Saudi Arabia	0	1	1	0.2941	0.1803	64.8557
Saudi Arabia	0	1	2	0.2929	0.1788	64.8141

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	1	0	0	0.2370	0.1330	84.3049
Saudi Arabia	1	0	1	0.2632	0.1449	57.2847
Saudi Arabia	1	0	2	0.2650	0.1471	58.2721
Saudi Arabia	1	1	0	0.3049	0.1950	68.9383
Saudi Arabia	1	1	1	0.2927	0.1786	64.7809
Saudi Arabia	1	1	2	0.2933	0.1793	64.6985
Saudi Arabia	2	0	0	0.2359	0.1252	65.1725
Saudi Arabia	2	0	1	0.2652	0.1473	58.3655
Saudi Arabia	2	0	2	0.2651	0.1472	58.1830
Saudi Arabia	2	1	0	0.3041	0.1922	64.9257
Saudi Arabia	2	1	1	0.2920	0.1775	64.3805
Saudi Arabia	2	1	2	0.2934	0.1794	64.6994
United Arab Emirates	0	0	0	0.1874	0.1225	73.5761
United Arab Emirates	0	0	1	0.1863	0.1196	68.5938
United Arab Emirates	0	0	2	0.1843	0.1139	58.3751
United Arab Emirates	0	1	0	0.2297	0.1491	52.7418
United Arab Emirates	0	1	1	0.2126	0.1340	53.7539
United Arab Emirates	0	1	2	0.1840	0.1571	123.6798
United Arab Emirates	1	0	0	0.1866	0.1153	57.0629
United Arab Emirates	1	0	1	0.1865	0.1152	57.0783
United Arab Emirates	1	0	2	0.1840	0.1104	49.5914
United Arab Emirates	1	1	0	0.2225	0.1432	53.4043
United Arab Emirates	1	1	1	0.1743	0.1302	84.1473
United Arab Emirates	1	1	2	0.1741	0.1316	86.0429
United Arab Emirates	2	0	0	0.1865	0.1152	57.0781
United Arab Emirates	2	0	1	0.1868	0.1153	56.8148

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	2	0	2	0.1787	0.1074	45.8674
United Arab Emirates	2	1	0	0.2135	0.1350	54.2781
United Arab Emirates	2	1	1	0.1874	0.1152	55.8537
United Arab Emirates	2	1	2	0.1744	0.1319	88.5295
Vietnam	0	0	0	0.0964	0.0964	16752.3349
Vietnam	0	0	1	0.0926	0.0921	16520.2732
Vietnam	0	0	2	0.0921	0.0903	16959.9374
Vietnam	0	1	0	0.0028	0.0010	100.0000
Vietnam	0	1	1	0.0027	0.0010	84.3622
Vietnam	0	1	2	0.0026	0.0017	179.2479
Vietnam	1	0	0	0.0804	0.0784	15017.2324
Vietnam	1	0	1	0.0859	0.0844	15994.3926
Vietnam	1	0	2	0.0741	0.0717	13494.8226
Vietnam	1	1	0	0.0028	0.0010	98.0588
Vietnam	1	1	1	0.0064	0.0062	1179.4100
Vietnam	1	1	2	0.0036	0.0035	563.5130
Vietnam	2	0	0	0.0859	0.0843	16018.6815
Vietnam	2	0	1	0.0856	0.0840	15935.1895
Vietnam	2	0	2	0.0952	0.0944	16851.7587
Vietnam	2	1	0	0.0027	0.0010	81.3287
Vietnam	2	1	1	0.0027	0.0011	57.1375
Vietnam	2	1	2	0.0028	0.0012	125.9602

ดำเนินการใช้ Gridsearch เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแบบจำลอง ARIMA ซึ่งผลของการดำเนินการแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการทดสอบแบบจำลอง ARIMA เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)

Country	Parameter			Performance		
	p	d	q	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	1	1	0	0.0543	0.0474	104.8470
Bangladesh	0	1	1	0.1474	0.1367	129.0291
Brunei	1	0	0	0.0451	0.0342	109.5830
Cambodia	0	1	0	0.2872	0.0868	33.1616
India	1	1	1	0.0555	0.0336	97.0606
Indonesia	1	0	0	0.3534	0.1668	99.8813
Kuwait	0	0	0	0.1088	0.0951	26.3323
Lao PDR	0	1	0	0.0350	0.0137	100.0000
Malaysia	1	1	2	0.1266	0.0910	5447.2616
Maldives	1	1	2	0.3106	0.2194	41.6500
Qatar	1	1	0	0.2535	0.1702	183.8364
Russia	2	1	0	0.1370	0.1145	40.3672
Saudi Arabia	2	0	0	0.2359	0.1252	65.1725
United Arab Emirates	1	1	2	0.1741	0.1316	86.0429
Vietnam	0	1	2	0.0026	0.0017	179.2479

หลังจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงผลออกมาในแต่ละประเทศเพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับแบบจำลอง ARIMA โดยวิเคราะห์ จากประสิทธิภาพของแบบจำลองผ่าน RMSE, MAE และ MAPE ในแต่ละประเทศควบคู่กัน พบว่า พารามิเตอร์ (p,d,q) ของแบบจำลอง ARIMA ที่ดีที่สุดคือ $P = 1$, $D = 1$ และ $Q = 2$ โดยแสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลอง ARIMA (1,1,2) ผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2568 – 2569 ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2568 – 2569 ของแบบจำลอง ARIMA (1,1,2)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Bahrain	31/01/2568	0.1571
Bahrain	28/02/2568	0.2091
Bahrain	31/03/2568	0.2324
Bahrain	30/04/2568	0.2428
Bahrain	31/05/2568	0.2475
Bahrain	30/06/2568	0.2496
Bahrain	31/07/2568	0.2506
Bahrain	31/08/2568	0.251
Bahrain	30/09/2568	0.2512
Bahrain	31/10/2568	0.2513
Bahrain	30/11/2568	0.2513
Bahrain	31/12/2568	0.2513
Bahrain	31/01/2569	0.2513
Bahrain	28/02/2569	0.2513
Bahrain	31/03/2569	0.2513
Bahrain	30/04/2569	0.2513
Bahrain	31/05/2569	0.2513
Bahrain	30/06/2569	0.2513
Bahrain	31/07/2569	0.2513
Bahrain	31/08/2569	0.2513
Bahrain	30/09/2569	0.2513
Bahrain	31/10/2569	0.2513
Bahrain	30/11/2569	0.2513
Bahrain	31/12/2569	0.2513

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Bangladesh	31/01/2568	0.3528
Bangladesh	28/02/2568	0.4616
Bangladesh	31/03/2568	0.3638
Bangladesh	30/04/2568	0.4517
Bangladesh	31/05/2568	0.3726
Bangladesh	30/06/2568	0.4437
Bangladesh	31/07/2568	0.3798
Bangladesh	31/08/2568	0.4373
Bangladesh	30/09/2568	0.3856
Bangladesh	31/10/2568	0.432
Bangladesh	30/11/2568	0.3903
Bangladesh	31/12/2568	0.4278
Bangladesh	31/01/2569	0.3941
Bangladesh	28/02/2569	0.4244
Bangladesh	31/03/2569	0.3971
Bangladesh	30/04/2569	0.4217
Bangladesh	31/05/2569	0.3996
Bangladesh	30/06/2569	0.4194
Bangladesh	31/07/2569	0.4016
Bangladesh	31/08/2569	0.4176
Bangladesh	30/09/2569	0.4032
Bangladesh	31/10/2569	0.4162
Bangladesh	30/11/2569	0.4045
Bangladesh	31/12/2569	0.415
Brunei	31/01/2568	0.749

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Brunei	28/02/2568	1.0437
Brunei	31/03/2568	1.2265
Brunei	30/04/2568	1.3399
Brunei	31/05/2568	1.4102
Brunei	30/06/2568	1.4538
Brunei	31/07/2568	1.4808
Brunei	31/08/2568	1.4976
Brunei	30/09/2568	1.508
Brunei	31/10/2568	1.5144
Brunei	30/11/2568	1.5184
Brunei	31/12/2568	1.5209
Brunei	31/01/2569	1.5224
Brunei	28/02/2569	1.5234
Brunei	31/03/2569	1.524
Brunei	30/04/2569	1.5244
Brunei	31/05/2569	1.5246
Brunei	30/06/2569	1.5247
Brunei	31/07/2569	1.5248
Brunei	31/08/2569	1.5249
Brunei	30/09/2569	1.5249
Brunei	31/10/2569	1.5249
Brunei	30/11/2569	1.5249
Brunei	31/12/2569	1.5249
Cambodia	31/01/2568	10.4356
Cambodia	28/02/2568	9.0975

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Cambodia	31/03/2568	10.2952
Cambodia	30/04/2568	9.2232
Cambodia	31/05/2568	10.1827
Cambodia	30/06/2568	9.3239
Cambodia	31/07/2568	10.0925
Cambodia	31/08/2568	9.4045
Cambodia	30/09/2568	10.0203
Cambodia	31/10/2568	9.4692
Cambodia	30/11/2568	9.9625
Cambodia	31/12/2568	9.5209
Cambodia	31/01/2569	9.9161
Cambodia	28/02/2569	9.5624
Cambodia	31/03/2569	9.879
Cambodia	30/04/2569	9.5956
Cambodia	31/05/2569	9.8493
Cambodia	30/06/2569	9.6223
Cambodia	31/07/2569	9.8255
Cambodia	31/08/2569	9.6436
Cambodia	30/09/2569	9.8064
Cambodia	31/10/2569	9.6607
Cambodia	30/11/2569	9.7911
Cambodia	31/12/2569	9.6744
India	31/01/2568	0.0559
India	28/02/2568	0.0501
India	31/03/2568	0.0496

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
India	30/04/2568	0.0495
India	31/05/2568	0.0495
India	30/06/2568	0.0495
India	31/07/2568	0.0495
India	31/08/2568	0.0495
India	30/09/2568	0.0495
India	31/10/2568	0.0495
India	30/11/2568	0.0495
India	31/12/2568	0.0495
India	31/01/2569	0.0495
India	28/02/2569	0.0495
India	31/03/2569	0.0495
India	30/04/2569	0.0495
India	31/05/2569	0.0495
India	30/06/2569	0.0495
India	31/07/2569	0.0495
India	31/08/2569	0.0495
India	30/09/2569	0.0495
India	31/10/2569	0.0495
India	30/11/2569	0.0495
India	31/12/2569	0.0495
Indonesia	31/01/2568	2.3514
Indonesia	28/02/2568	2.7737
Indonesia	31/03/2568	2.8766
Indonesia	30/04/2568	2.9017

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Indonesia	31/05/2568	2.9078
Indonesia	30/06/2568	2.9093
Indonesia	31/07/2568	2.9096
Indonesia	31/08/2568	2.9097
Indonesia	30/09/2568	2.9098
Indonesia	31/10/2568	2.9098
Indonesia	30/11/2568	2.9098
Indonesia	31/12/2568	2.9098
Indonesia	31/01/2569	2.9098
Indonesia	28/02/2569	2.9098
Indonesia	31/03/2569	2.9098
Indonesia	30/04/2569	2.9098
Indonesia	31/05/2569	2.9098
Indonesia	30/06/2569	2.9098
Indonesia	31/07/2569	2.9098
Indonesia	31/08/2569	2.9098
Indonesia	30/09/2569	2.9098
Indonesia	31/10/2569	2.9098
Indonesia	30/11/2569	2.9098
Indonesia	31/12/2569	2.9098
Kuwait	31/01/2568	0.2364
Kuwait	28/02/2568	0.2413
Kuwait	31/03/2568	0.2449
Kuwait	30/04/2568	0.2475
Kuwait	31/05/2568	0.2495

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Kuwait	30/06/2568	0.2509
Kuwait	31/07/2568	0.2519
Kuwait	31/08/2568	0.2527
Kuwait	30/09/2568	0.2532
Kuwait	31/10/2568	0.2537
Kuwait	30/11/2568	0.254
Kuwait	31/12/2568	0.2542
Kuwait	31/01/2569	0.2543
Kuwait	28/02/2569	0.2545
Kuwait	31/03/2569	0.2546
Kuwait	30/04/2569	0.2546
Kuwait	31/05/2569	0.2547
Kuwait	30/06/2569	0.2547
Kuwait	31/07/2569	0.2547
Kuwait	31/08/2569	0.2548
Kuwait	30/09/2569	0.2548
Kuwait	31/10/2569	0.2548
Kuwait	30/11/2569	0.2548
Kuwait	31/12/2569	0.2548
Lao PDR	31/01/2568	9.054
Lao PDR	28/02/2568	11.4205
Lao PDR	31/03/2568	11.6046
Lao PDR	30/04/2568	11.619
Lao PDR	31/05/2568	11.6201
Lao PDR	30/06/2568	11.6202

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Lao PDR	31/07/2568	11.6202
Lao PDR	31/08/2568	11.6202
Lao PDR	30/09/2568	11.6202
Lao PDR	31/10/2568	11.6202
Lao PDR	30/11/2568	11.6202
Lao PDR	31/12/2568	11.6202
Lao PDR	31/01/2569	11.6202
Lao PDR	28/02/2569	11.6202
Lao PDR	31/03/2569	11.6202
Lao PDR	30/04/2569	11.6202
Lao PDR	31/05/2569	11.6202
Lao PDR	30/06/2569	11.6202
Lao PDR	31/07/2569	11.6202
Lao PDR	31/08/2569	11.6202
Lao PDR	30/09/2569	11.6202
Lao PDR	31/10/2569	11.6202
Lao PDR	30/11/2569	11.6202
Lao PDR	31/12/2569	11.6202
Malaysia	31/01/2568	381.7363
Malaysia	28/02/2568	576.4799
Malaysia	31/03/2568	627.1667
Malaysia	30/04/2568	640.3592
Malaysia	31/05/2568	643.7928
Malaysia	30/06/2568	644.6865
Malaysia	31/07/2568	644.9191

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Malaysia	31/08/2568	644.9797
Malaysia	30/09/2568	644.9954
Malaysia	31/10/2568	644.9995
Malaysia	30/11/2568	645.0006
Malaysia	31/12/2568	645.0009
Malaysia	31/01/2569	645.0009
Malaysia	28/02/2569	645.001
Malaysia	31/03/2569	645.001
Malaysia	30/04/2569	645.001
Malaysia	31/05/2569	645.001
Malaysia	30/06/2569	645.001
Malaysia	31/07/2569	645.001
Malaysia	31/08/2569	645.001
Malaysia	30/09/2569	645.001
Malaysia	31/10/2569	645.001
Malaysia	30/11/2569	645.001
Malaysia	31/12/2569	645.001
Maldives	31/01/2568	0.0869
Maldives	28/02/2568	0.0915
Maldives	31/03/2568	0.0937
Maldives	30/04/2568	0.0947
Maldives	31/05/2568	0.0952
Maldives	30/06/2568	0.0954
Maldives	31/07/2568	0.0955
Maldives	31/08/2568	0.0956

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Maldives	30/09/2568	0.0956
Maldives	31/10/2568	0.0956
Maldives	30/11/2568	0.0956
Maldives	31/12/2568	0.0956
Maldives	31/01/2569	0.0956
Maldives	28/02/2569	0.0956
Maldives	31/03/2569	0.0956
Maldives	30/04/2569	0.0956
Maldives	31/05/2569	0.0956
Maldives	30/06/2569	0.0956
Maldives	31/07/2569	0.0956
Maldives	31/08/2569	0.0956
Maldives	30/09/2569	0.0956
Maldives	31/10/2569	0.0956
Maldives	30/11/2569	0.0956
Maldives	31/12/2569	0.0956
Qatar	31/01/2568	0.243
Qatar	28/02/2568	0.2922
Qatar	31/03/2568	0.3088
Qatar	30/04/2568	0.3144
Qatar	31/05/2568	0.3162
Qatar	30/06/2568	0.3169
Qatar	31/07/2568	0.3171
Qatar	31/08/2568	0.3172
Qatar	30/09/2568	0.3172

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Qatar	31/10/2568	0.3172
Qatar	30/11/2568	0.3172
Qatar	31/12/2568	0.3172
Qatar	31/01/2569	0.3172
Qatar	28/02/2569	0.3172
Qatar	31/03/2569	0.3172
Qatar	30/04/2569	0.3172
Qatar	31/05/2569	0.3172
Qatar	30/06/2569	0.3172
Qatar	31/07/2569	0.3172
Qatar	31/08/2569	0.3172
Qatar	30/09/2569	0.3172
Qatar	31/10/2569	0.3172
Qatar	30/11/2569	0.3172
Qatar	31/12/2569	0.3172
Russia	31/01/2568	0.8671
Russia	28/02/2568	0.8153
Russia	31/03/2568	0.7781
Russia	30/04/2568	0.7514
Russia	31/05/2568	0.7322
Russia	30/06/2568	0.7185
Russia	31/07/2568	0.7086
Russia	31/08/2568	0.7015
Russia	30/09/2568	0.6964
Russia	31/10/2568	0.6928

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Russia	30/11/2568	0.6902
Russia	31/12/2568	0.6883
Russia	31/01/2569	0.6869
Russia	28/02/2569	0.686
Russia	31/03/2569	0.6853
Russia	30/04/2569	0.6848
Russia	31/05/2569	0.6844
Russia	30/06/2569	0.6842
Russia	31/07/2569	0.684
Russia	31/08/2569	0.6838
Russia	30/09/2569	0.6838
Russia	31/10/2569	0.6837
Russia	30/11/2569	0.6836
Russia	31/12/2569	0.6836
Saudi Arabia	31/01/2568	0.8439
Saudi Arabia	28/02/2568	0.7235
Saudi Arabia	31/03/2568	0.7961
Saudi Arabia	30/04/2568	0.7524
Saudi Arabia	31/05/2568	0.7787
Saudi Arabia	30/06/2568	0.7628
Saudi Arabia	31/07/2568	0.7724
Saudi Arabia	31/08/2568	0.7666
Saudi Arabia	30/09/2568	0.7701
Saudi Arabia	31/10/2568	0.768
Saudi Arabia	30/11/2568	0.7693

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Saudi Arabia	31/12/2568	0.7685
Saudi Arabia	31/01/2569	0.769
Saudi Arabia	28/02/2569	0.7687
Saudi Arabia	31/03/2569	0.7689
Saudi Arabia	30/04/2569	0.7688
Saudi Arabia	31/05/2569	0.7688
Saudi Arabia	30/06/2569	0.7688
Saudi Arabia	31/07/2569	0.7688
Saudi Arabia	31/08/2569	0.7688
Saudi Arabia	30/09/2569	0.7688
Saudi Arabia	31/10/2569	0.7688
Saudi Arabia	30/11/2569	0.7688
Saudi Arabia	31/12/2569	0.7688
United Arab Emirates	31/01/2568	2.9075
United Arab Emirates	28/02/2568	3.3252
United Arab Emirates	31/03/2568	3.5241
United Arab Emirates	30/04/2568	3.6189
United Arab Emirates	31/05/2568	3.6641
United Arab Emirates	30/06/2568	3.6856
United Arab Emirates	31/07/2568	3.6958
United Arab Emirates	31/08/2568	3.7007
United Arab Emirates	30/09/2568	3.703
United Arab Emirates	31/10/2568	3.7041
United Arab Emirates	30/11/2568	3.7047
United Arab Emirates	31/12/2568	3.7049

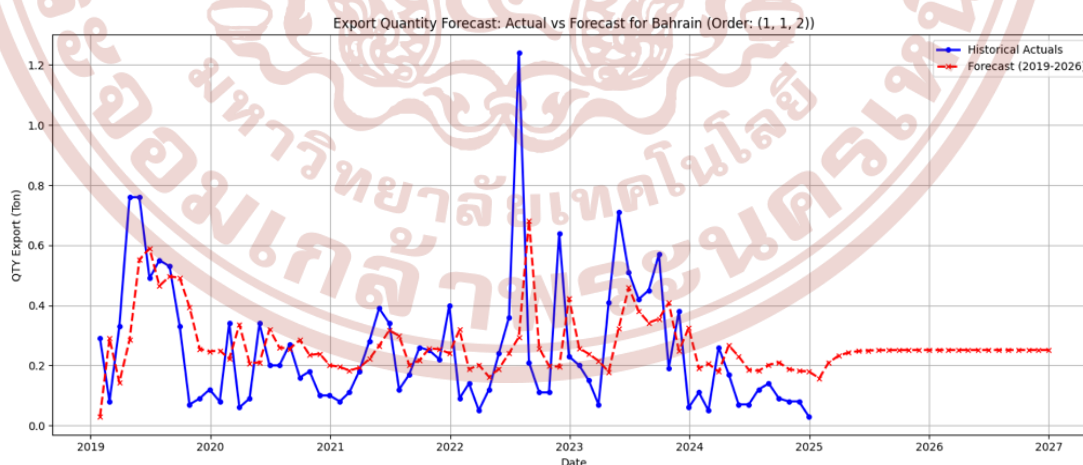
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
United Arab Emirates	31/01/2569	3.705
United Arab Emirates	28/02/2569	3.7051
United Arab Emirates	31/03/2569	3.7051
United Arab Emirates	30/04/2569	3.7051
United Arab Emirates	31/05/2569	3.7051
United Arab Emirates	30/06/2569	3.7051
United Arab Emirates	31/07/2569	3.7052
United Arab Emirates	31/08/2569	3.7052
United Arab Emirates	30/09/2569	3.7052
United Arab Emirates	31/10/2569	3.7052
United Arab Emirates	30/11/2569	3.7052
United Arab Emirates	31/12/2569	3.7052
Vietnam	31/01/2568	37.6136
Vietnam	28/02/2568	60.43
Vietnam	31/03/2568	65.6965
Vietnam	30/04/2568	66.9121
Vietnam	31/05/2568	67.1927
Vietnam	30/06/2568	67.2574
Vietnam	31/07/2568	67.2724
Vietnam	31/08/2568	67.2758
Vietnam	30/09/2568	67.2766
Vietnam	31/10/2568	67.2768
Vietnam	30/11/2568	67.2768
Vietnam	31/12/2568	67.2768
Vietnam	31/01/2569	67.2769

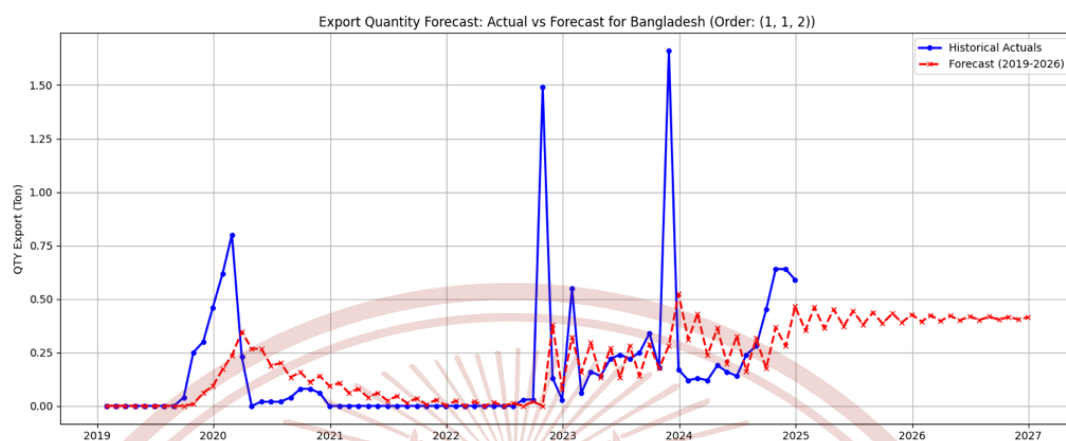
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ประเทศ	เดือน/ปี	ค่าพยากรณ์ (ตัน)
Vietnam	28/02/2569	67.2769
Vietnam	31/03/2569	67.2769
Vietnam	30/04/2569	67.2769
Vietnam	31/05/2569	67.2769
Vietnam	30/06/2569	67.2769
Vietnam	31/07/2569	67.2769
Vietnam	31/08/2569	67.2769
Vietnam	30/09/2569	67.2769
Vietnam	31/10/2569	67.2769
Vietnam	30/11/2569	67.2769
Vietnam	31/12/2569	67.2769

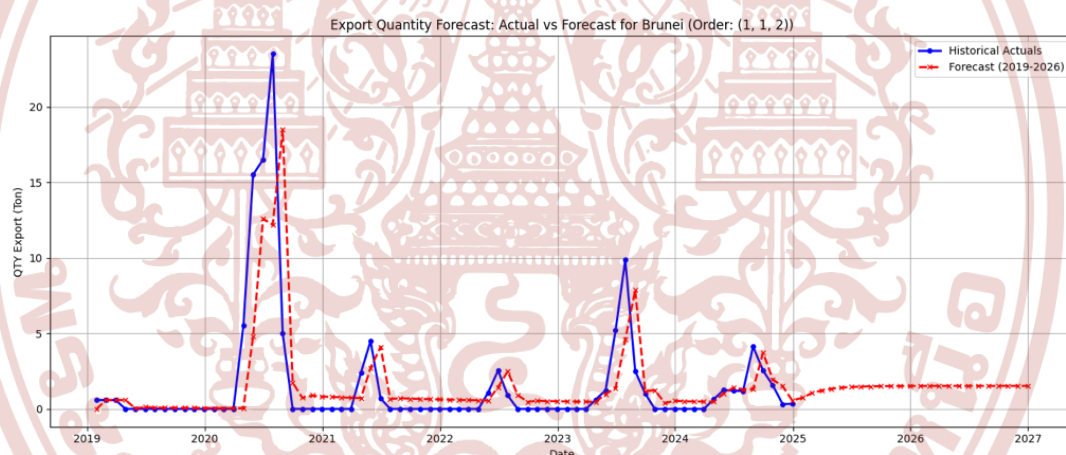
ผลพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ARIMA โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด



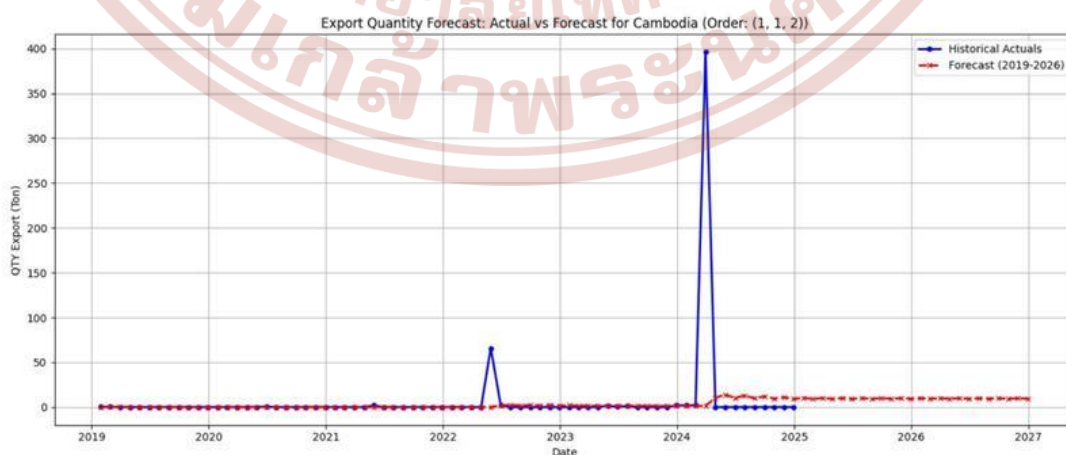
ภาพที่ 4-1 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บาร์เรน



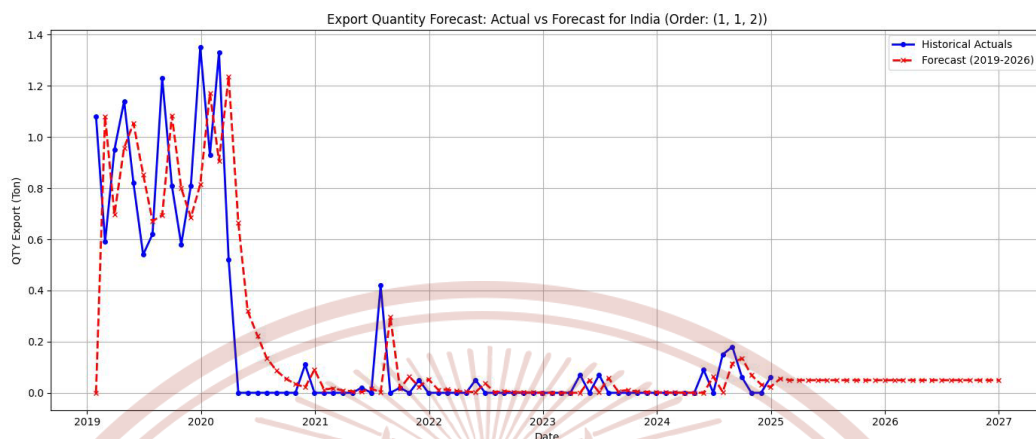
ภาพที่ 4-2 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บังกลาเทศ



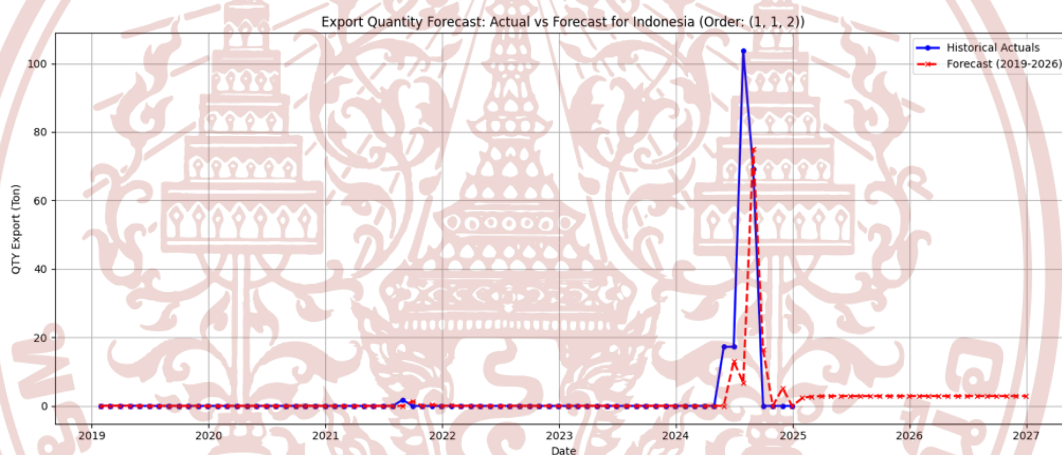
ภาพที่ 4-3 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ บรูไน



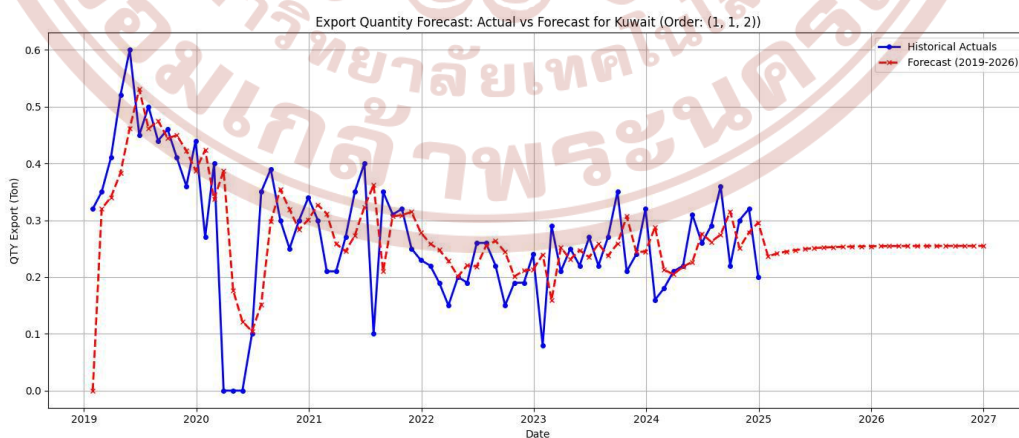
ภาพที่ 4-4 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ กัมพูชา



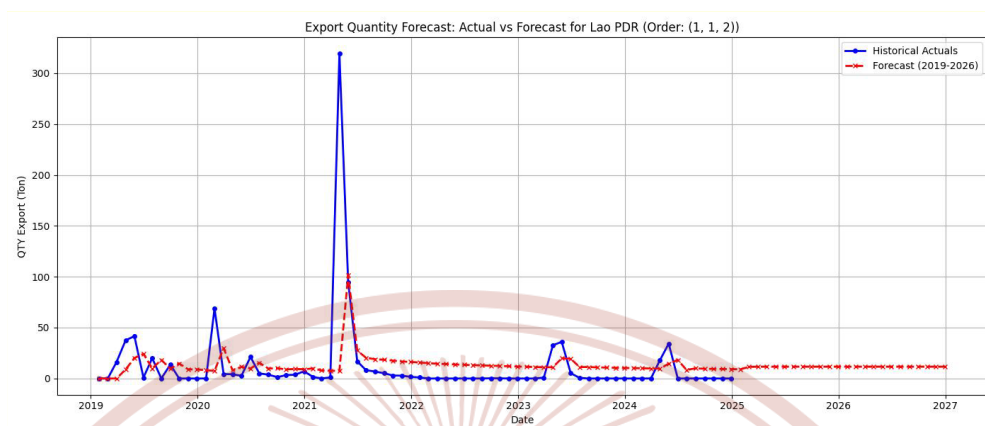
ภาพที่ 4-5 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ อินเดีย



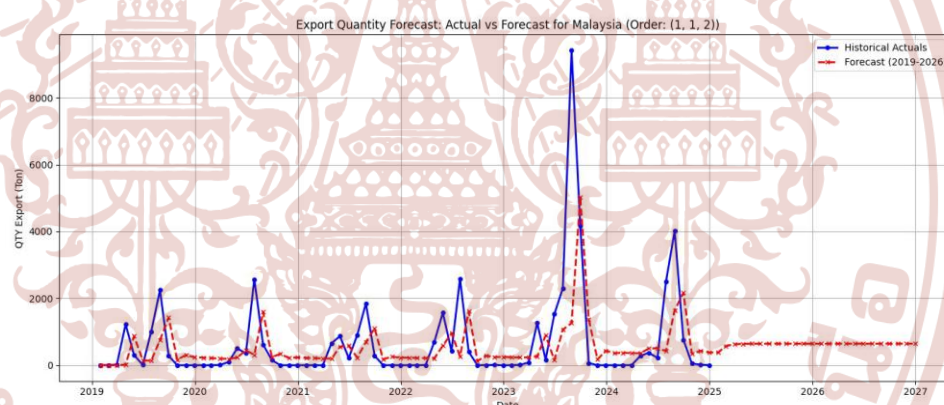
ภาพที่ 4-6 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ อินโดนีเซีย



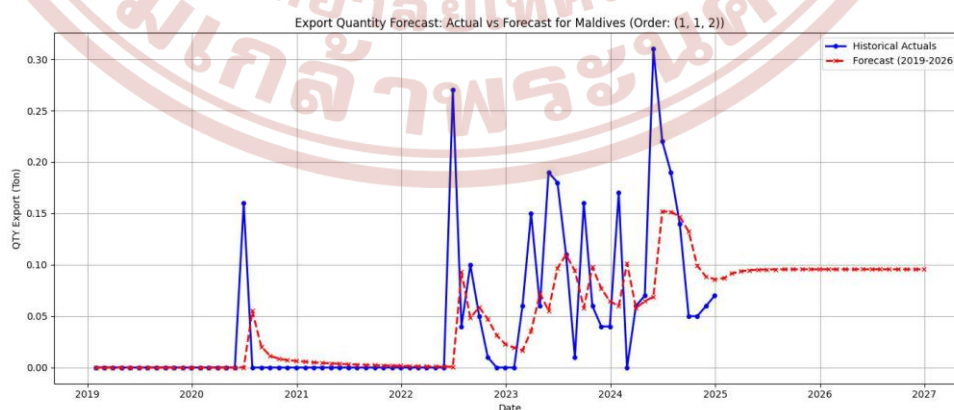
ภาพที่ 4-7 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ คูเวต



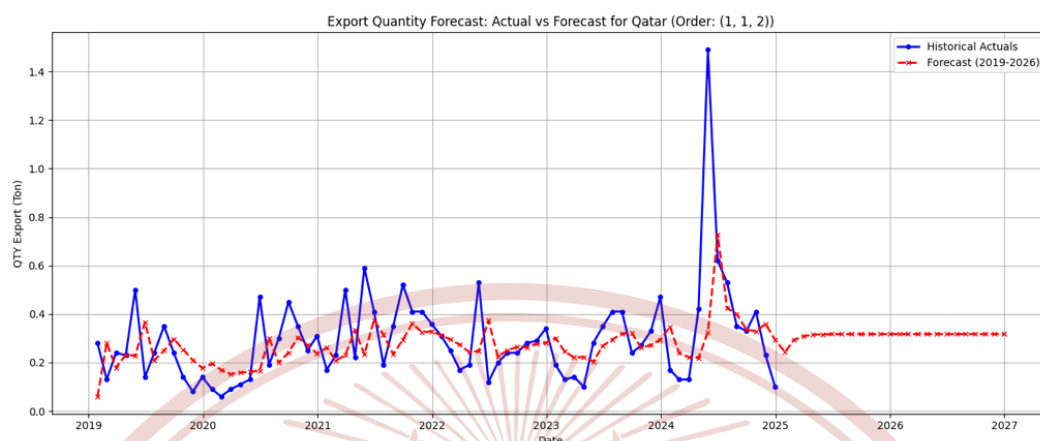
ภาพที่ 4-8 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



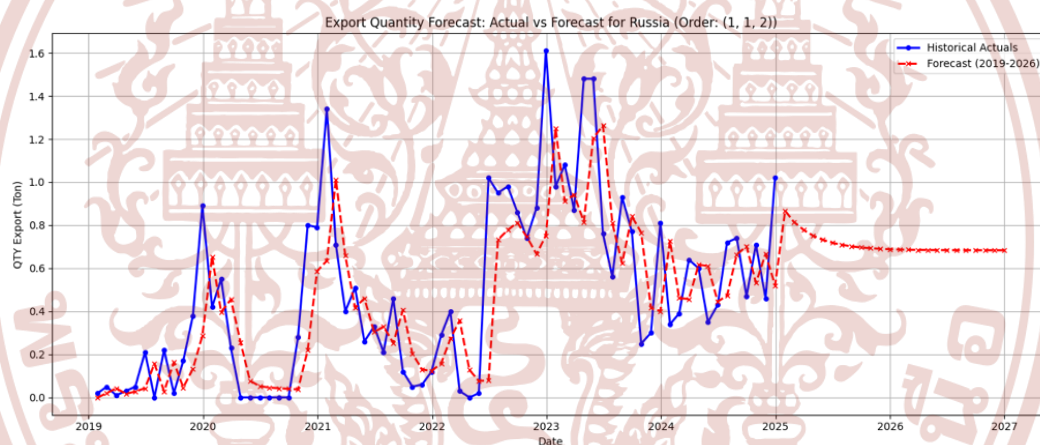
ภาพที่ 4-9 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศ มาเลเซีย



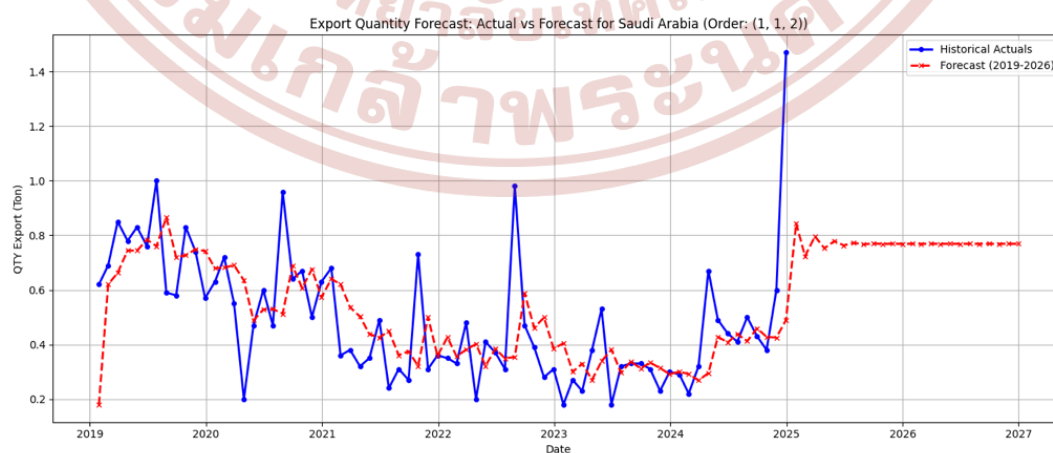
ภาพที่ 4-10 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สาธารณรัฐมัลดีฟส์



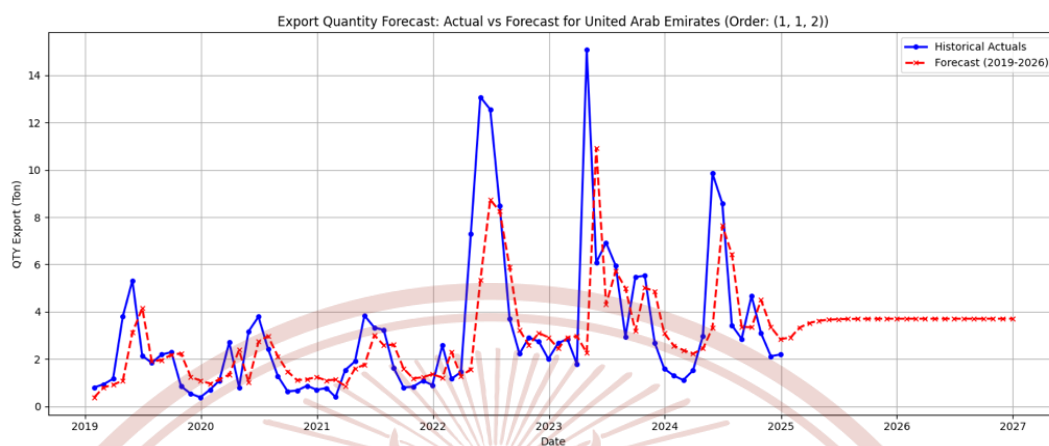
ภาพที่ 4-11 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA รัฐกาตาร์



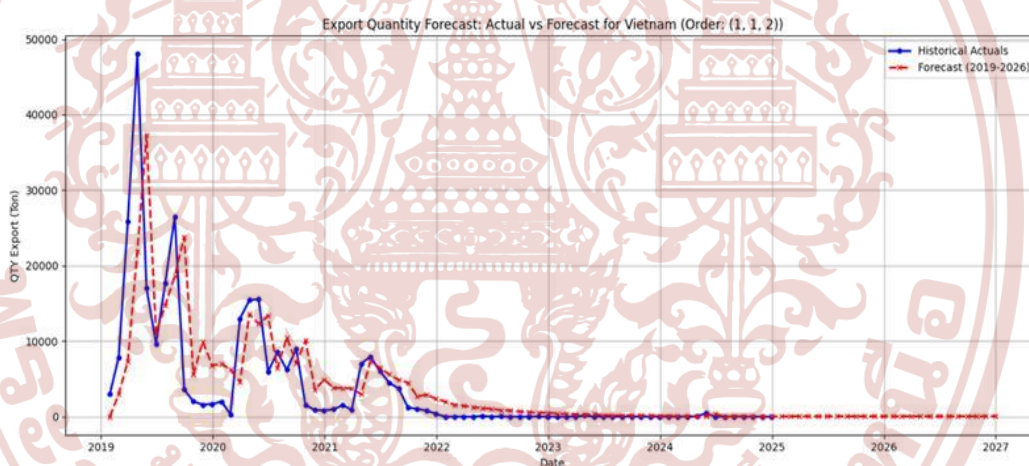
ภาพที่ 4-12 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สหพันธรัฐรัสเซีย



ภาพที่ 4-13 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย



ภาพที่ 4-14 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA สำหรับสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์



ภาพที่ 4-15 ผลการจำลองการพยากรณ์ ARIMA ประเทศเวียดนาม

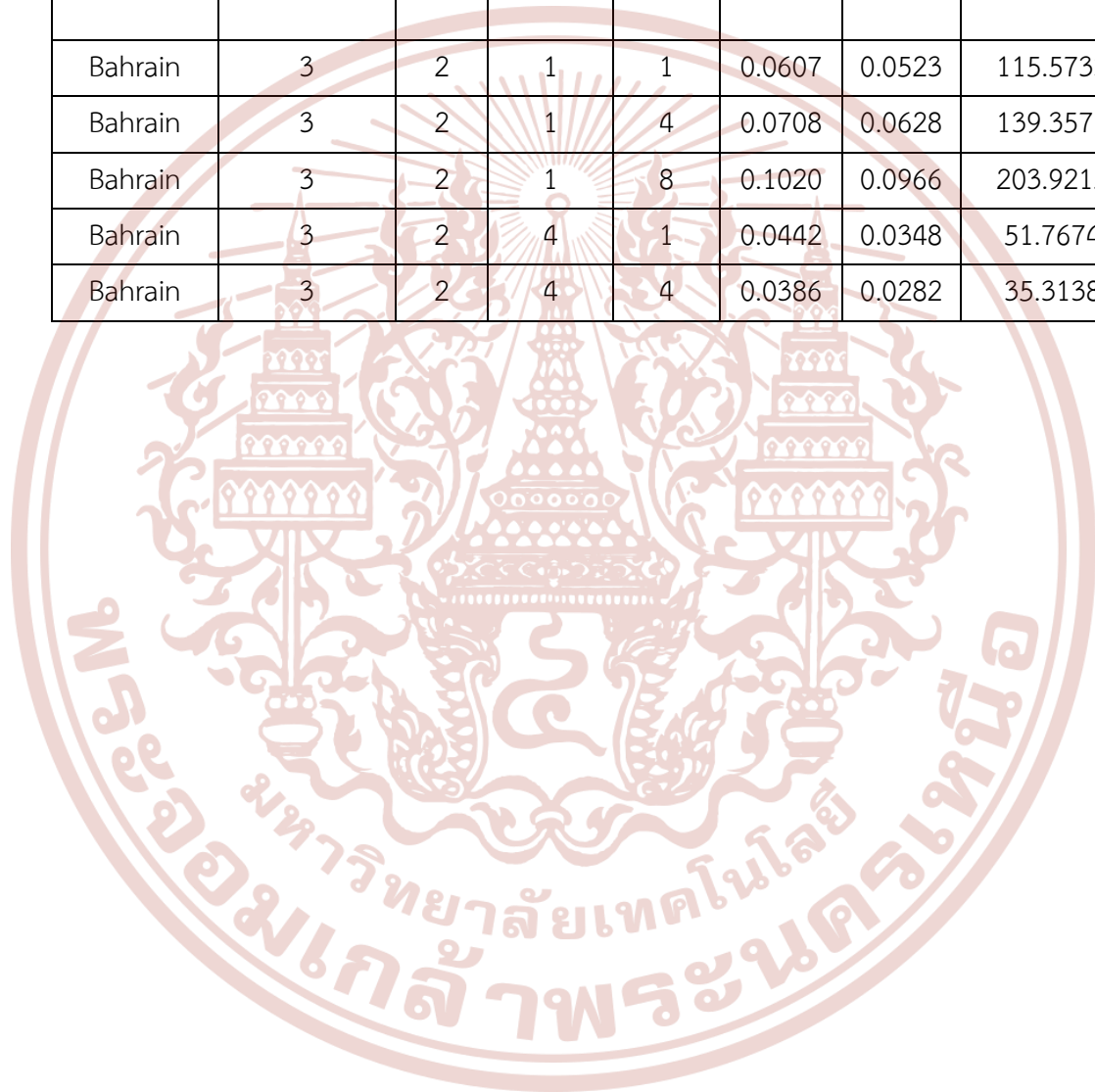
4.3.2 แบบจำลอง RNN ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง RNN โดยใช้กระบวนการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง RNN จากข้อมูลในช่วงเวลาปี พ.ศ.2562-2567 เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ของการทดสอบในทุกการทดสอบแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแต่ละประเทศในลำดับถัดไปโดยแสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบแบบจำลอง RNN ทุกค่าพารามิเตอร์

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	1	2	1	1	0.0531	0.0444	95.7417
Bahrain	1	2	1	4	0.0607	0.0517	127.3514
Bahrain	1	2	1	8	0.0607	0.0529	129.2324
Bahrain	1	2	4	1	0.0632	0.0432	52.8202
Bahrain	1	2	4	4	0.0559	0.0361	46.1736
Bahrain	1	2	4	8	0.0608	0.0402	48.0522
Bahrain	1	2	8	1	0.0561	0.0348	50.0104
Bahrain	1	2	8	4	0.0703	0.0504	65.8091
Bahrain	1	2	8	8	0.0638	0.0435	53.8312
Bahrain	1	4	1	1	0.0840	0.0777	200.3306
Bahrain	1	4	1	4	0.0953	0.0897	230.6495
Bahrain	1	4	1	8	0.1009	0.0949	244.8379
Bahrain	1	4	4	1	0.0528	0.0368	55.0173
Bahrain	1	4	4	4	0.0522	0.0403	71.0791
Bahrain	1	4	4	8	0.0533	0.0434	95.7072
Bahrain	1	4	8	1	0.0658	0.0455	55.6757
Bahrain	1	4	8	4	0.0618	0.0416	50.2090
Bahrain	1	4	8	8	0.0582	0.0378	45.2085

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	3	2	1	1	0.0607	0.0523	115.5733
Bahrain	3	2	1	4	0.0708	0.0628	139.3571
Bahrain	3	2	1	8	0.1020	0.0966	203.9215
Bahrain	3	2	4	1	0.0442	0.0348	51.7674
Bahrain	3	2	4	4	0.0386	0.0282	35.3138



ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
ahrain	3	2	4	8	0.0403	0.0295	37.7157
Bahrain	3	2	8	1	0.0512	0.0424	71.7038
Bahrain	3	2	8	4	0.0333	0.0263	38.5357
Bahrain	3	2	8	8	0.0342	0.0260	34.9404
Bahrain	3	4	1	1	0.0944	0.0885	189.9507
Bahrain	3	4	1	4	0.1163	0.1116	237.6260
Bahrain	3	4	1	8	0.1172	0.1125	236.4402
Bahrain	3	4	4	1	0.0332	0.0295	49.3730
Bahrain	3	4	4	4	0.0331	0.0288	46.1404
Bahrain	3	4	4	8	0.0520	0.0450	95.5581
Bahrain	3	4	8	1	0.0419	0.0320	44.7038
Bahrain	3	4	8	4	0.0400	0.0294	37.7187
Bahrain	3	4	8	8	0.0385	0.0271	31.7310
Bahrain	6	2	1	1	0.0379	0.0303	45.6278
Bahrain	6	2	1	4	0.0727	0.0679	119.9860
Bahrain	6	2	1	8	0.0816	0.0773	137.0981
Bahrain	6	2	4	1	0.0306	0.0252	37.3127
Bahrain	6	2	4	4	0.0378	0.0314	50.2043
Bahrain	6	2	4	8	0.0307	0.0255	32.9417
Bahrain	6	2	8	1	0.0404	0.0356	61.7480
Bahrain	6	2	8	4	0.0432	0.0384	68.8190
Bahrain	6	2	8	8	0.0346	0.0297	44.3034
Bahrain	6	4	1	1	0.0972	0.0933	166.6730
Bahrain	6	4	1	4	0.1163	0.1129	202.5426

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	6	4	1	8	0.1155	0.1122	201.6734
Bahrain	6	4	4	1	0.0286	0.0220	23.7497
Bahrain	6	4	4	4	0.0301	0.0254	32.9168
Bahrain	6	4	4	8	0.0496	0.0410	69.2720
Bahrain	6	4	8	1	0.0364	0.0316	49.6803
Bahrain	6	4	8	4	0.0320	0.0269	37.1858
Bahrain	6	4	8	8	0.0283	0.0221	24.1320
Bangladesh	1	2	1	1	0.1753	0.1334	56.3314
Bangladesh	1	2	1	4	0.2001	0.1539	66.6195
Bangladesh	1	2	1	8	0.1796	0.1375	58.7382
Bangladesh	1	2	4	1	0.1920	0.1566	74.5957
Bangladesh	1	2	4	4	0.2341	0.1928	93.8711
Bangladesh	1	2	4	8	0.1929	0.1564	73.7679
Bangladesh	1	2	8	1	0.2221	0.1854	92.0434
Bangladesh	1	2	8	4	0.2221	0.1854	92.0434
Bangladesh	1	2	8	8	0.2413	0.2003	98.9108
Bangladesh	1	4	1	1	0.1803	0.1324	52.5204
Bangladesh	1	4	1	4	0.1651	0.1162	42.4289
Bangladesh	1	4	1	8	0.1610	0.1146	42.5949
Bangladesh	1	4	4	1	0.2126	0.1689	77.4541
Bangladesh	1	4	4	4	0.1932	0.1524	68.6860
Bangladesh	1	4	4	8	0.1907	0.1513	68.8371
Bangladesh	1	4	8	1	0.2445	0.2000	96.4700
Bangladesh	1	4	8	4	0.2206	0.1805	86.8422

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bangladesh	1	4	8	8	0.2235	0.1822	87.1421
Bangladesh	3	2	1	1	0.2759	0.2270	92.0010
Bangladesh	3	2	1	4	0.2183	0.1826	75.1667
Bangladesh	3	2	1	8	0.1709	0.1367	51.9974
Bangladesh	3	2	4	1	0.2384	0.2062	89.7114
Bangladesh	3	2	4	4	0.1819	0.1488	58.8472
Bangladesh	3	2	4	8	0.2400	0.2060	88.6181
Bangladesh	3	2	8	1	0.2079	0.1795	77.6479
Bangladesh	3	2	8	4	0.2142	0.1841	79.0819
Bangladesh	3	2	8	8	0.2178	0.1863	79.4702
Bangladesh	3	4	1	1	0.1989	0.1590	60.5681
Bangladesh	3	4	1	4	0.2011	0.1596	60.2644
Bangladesh	3	4	1	8	0.1630	0.1241	43.4917
Bangladesh	3	4	4	1	0.2250	0.1906	80.0767
Bangladesh	3	4	4	4	0.2307	0.1941	80.8222
Bangladesh	3	4	4	8	0.2344	0.1967	81.6556
Bangladesh	3	4	8	1	0.2416	0.2067	88.3832
Bangladesh	3	4	8	4	0.2425	0.2074	88.6827
Bangladesh	3	4	8	8	0.2156	0.1816	75.5555
Bangladesh	6	2	1	1	0.2158	0.1981	66.6615
Bangladesh	6	2	1	4	0.2088	0.1900	63.1628
Bangladesh	6	2	1	8	0.2239	0.2055	69.1515
Bangladesh	6	2	4	1	0.2862	0.2686	93.2506
Bangladesh	6	2	4	4	0.3716	0.3448	118.2394

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bangladesh	6	2	4	8	0.2557	0.2382	81.8277
Bangladesh	6	2	8	1	0.0776	0.0556	16.8764
Bangladesh	6	2	8	4	0.2817	0.2649	92.2214
Bangladesh	6	2	8	8	0.2448	0.2288	78.9594
Bangladesh	6	4	1	1	0.1562	0.1417	48.1441
Bangladesh	6	4	1	4	0.1842	0.1659	54.6126
Bangladesh	6	4	1	8	0.1799	0.1559	48.6954
Bangladesh	6	4	4	1	0.2723	0.2537	87.1366
Bangladesh	6	4	4	4	0.2162	0.1979	66.3314
Bangladesh	6	4	4	8	0.2278	0.2047	66.9327
Bangladesh	6	4	8	1	0.4465	0.4108	140.2302
Bangladesh	6	4	8	4	0.2679	0.2504	86.4225
Bangladesh	6	4	8	8	0.2828	0.2649	91.6964
Brunei	1	2	1	1	0.0515	0.0371	70.4633
Brunei	1	2	1	4	0.0535	0.0381	66.7496
Brunei	1	2	1	8	0.0516	0.0365	66.4704
Brunei	1	2	4	1	0.0622	0.0421	58.9592
Brunei	1	2	4	4	0.0563	0.0381	58.6214
Brunei	1	2	4	8	0.0618	0.0420	59.0779
Brunei	1	2	8	1	0.0613	0.0415	61.0060
Brunei	1	2	8	4	0.0643	0.0442	68.2941
Brunei	1	2	8	8	0.0605	0.0409	59.6146
Brunei	1	4	1	1	0.0501	0.0365	83.0990
Brunei	1	4	1	4	0.0497	0.0370	91.8448

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	LookBack Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Brunei	1	4	1	8	0.0501	0.0364	84.1606
Brunei	1	4	4	1	0.0563	0.0391	60.5805
Brunei	1	4	4	4	0.0580	0.0403	61.8833
Brunei	1	4	4	8	0.0544	0.0377	61.4078
Brunei	1	4	8	1	0.0597	0.0410	60.0569
Brunei	1	4	8	4	0.0533	0.0367	60.5775
Brunei	1	4	8	8	0.0594	0.0407	59.6071
Brunei	3	2	1	1	0.0604	0.0411	57.7701
Brunei	3	2	1	4	0.0594	0.0407	61.9758
Brunei	3	2	1	8	0.0596	0.0409	61.8369
Brunei	3	2	4	1	0.0548	0.0406	103.3134
Brunei	3	2	4	4	0.0720	0.0528	71.8980
Brunei	3	2	4	8	0.0590	0.0418	68.8242
Brunei	3	2	8	1	0.0888	0.0713	127.4457
Brunei	3	2	8	4	0.0690	0.0495	62.1279
Brunei	3	2	8	8	0.0748	0.0562	82.5928
Brunei	3	4	1	1	0.0483	0.0312	91.6665
Brunei	3	4	1	4	0.0507	0.0342	81.8040
Brunei	3	4	1	8	0.0482	0.0336	102.8525
Brunei	3	4	4	1	0.0672	0.0467	58.8919
Brunei	3	4	4	4	0.0590	0.0411	66.0123
Brunei	3	4	4	8	0.0605	0.0422	63.9876
Brunei	3	4	8	1	0.0567	0.0414	91.0403
Brunei	3	4	8	4	0.0570	0.0405	73.4484

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Brunei	3	4	8	8	0.0676	0.0473	57.0609
Brunei	6	2	1	1	0.0738	0.0537	62.2841
Brunei	6	2	1	4	0.0614	0.0464	111.7817
Brunei	6	2	1	8	0.0637	0.0482	112.2564
Brunei	6	2	4	1	0.0817	0.0589	59.4261
Brunei	6	2	4	4	0.0709	0.0529	81.9307
Brunei	6	2	4	8	0.0813	0.0600	67.6104
Brunei	6	2	8	1	0.0773	0.0558	66.6745
Brunei	6	2	8	4	0.0861	0.0652	80.3163
Brunei	6	2	8	8	0.0796	0.0582	67.0519
Brunei	6	4	1	1	0.0599	0.0469	107.0133
Brunei	6	4	1	4	0.0615	0.0463	107.2158
Brunei	6	4	1	8	0.0583	0.0475	161.9094
Brunei	6	4	4	1	0.0639	0.0467	123.3420
Brunei	6	4	4	4	0.0583	0.0443	125.7387
Brunei	6	4	4	8	0.0630	0.0474	105.2806
Brunei	6	4	8	1	0.0807	0.0576	56.0221
Brunei	6	4	8	4	0.0894	0.0713	106.9168
Brunei	6	4	8	8	0.0661	0.0497	95.1303
Cambodia	1	2	1	1	0.3012	0.1016	55.0226
Cambodia	1	2	1	4	0.3002	0.0996	56.9784
Cambodia	1	2	1	8	0.3003	0.0971	52.7944
Cambodia	1	2	4	1	0.3003	0.0939	60.9436
Cambodia	1	2	4	4	0.3010	0.0973	73.0902

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	1	2	4	8	0.3003	0.0938	60.2676
Cambodia	1	2	8	1	0.3092	0.1147	71.3771
Cambodia	1	2	8	4	0.3005	0.0953	63.8878
Cambodia	1	2	8	8	0.3006	0.0955	65.7686
Cambodia	1	4	1	1	0.3000	0.0946	50.0106
Cambodia	1	4	1	4	0.3007	0.1001	51.8984
Cambodia	1	4	1	8	0.3001	0.0967	50.6187
Cambodia	1	4	4	1	0.3005	0.0936	66.4293
Cambodia	1	4	4	4	0.3016	0.1006	68.3171
Cambodia	1	4	4	8	0.3005	0.0952	65.4623
Cambodia	1	4	8	1	0.3004	0.0938	63.2754
Cambodia	1	4	8	4	0.3020	0.1021	67.3144
Cambodia	1	4	8	8	0.3004	0.0939	63.2084
Cambodia	3	2	1	1	0.0126	0.0101	inf
Cambodia	3	2	1	4	0.0212	0.0151	inf
Cambodia	3	2	1	8	0.0142	0.0118	inf
Cambodia	3	2	4	1	0.0369	0.0235	inf
Cambodia	3	2	4	4	0.0041	0.0041	inf
Cambodia	3	2	4	8	0.0141	0.0093	inf
Cambodia	3	2	8	1	0.0351	0.0218	inf
Cambodia	3	2	8	4	0.0063	0.0059	inf
Cambodia	3	2	8	8	0.0354	0.0222	inf
Cambodia	3	4	1	1	0.1026	0.0632	inf
Cambodia	3	4	1	4	0.0243	0.0169	inf

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	3	4	1	8	0.0290	0.0197	inf
Cambodia	3	4	4	1	0.0037	0.0037	inf
Cambodia	3	4	4	4	0.0100	0.0068	inf
Cambodia	3	4	4	8	0.0377	0.0232	inf
Cambodia	3	4	8	1	0.0042	0.0042	inf
Cambodia	3	4	8	4	0.0171	0.0116	inf
Cambodia	3	4	8	8	0.0169	0.0120	inf
Cambodia	6	2	1	1	0.0049	0.0049	inf
Cambodia	6	2	1	4	0.0283	0.0208	inf
Cambodia	6	2	1	8	0.0154	0.0135	inf
Cambodia	6	2	4	1	0.0560	0.0388	inf
Cambodia	6	2	4	4	0.0522	0.0387	inf
Cambodia	6	2	4	8	0.0037	0.0033	inf
Cambodia	6	2	8	1	0.0121	0.0101	inf
Cambodia	6	2	8	4	0.0175	0.0136	inf
Cambodia	6	2	8	8	0.0035	0.0028	inf
Cambodia	6	4	1	1	0.0051	0.0051	inf
Cambodia	6	4	1	4	0.0039	0.0033	inf
Cambodia	6	4	1	8	0.0059	0.0056	inf
Cambodia	6	4	4	1	0.0038	0.0038	inf
Cambodia	6	4	4	4	0.0055	0.0052	inf
Cambodia	6	4	4	8	0.0070	0.0061	inf
Cambodia	6	4	8	1	0.0031	0.0026	inf
Cambodia	6	4	8	4	0.0087	0.0077	inf

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	6	4	8	8	0.0066	0.0059	inf
India	1	2	1	1	0.0471	0.0402	35.0008
India	1	2	1	4	0.0474	0.0415	33.9282
India	1	2	1	8	0.0475	0.0413	33.3335
India	1	2	4	1	0.0531	0.0391	81.0381
India	1	2	4	4	0.0560	0.0406	88.0707
India	1	2	4	8	0.0490	0.0377	68.6591
India	1	2	8	1	0.0511	0.0363	77.6237
India	1	2	8	4	0.0515	0.0370	78.5299
India	1	2	8	8	0.0507	0.0368	76.0030
India	1	4	1	1	0.0610	0.0563	45.8581
India	1	4	1	4	0.0611	0.0564	45.9916
India	1	4	1	8	0.0613	0.0565	46.2127
India	1	4	4	1	0.0472	0.0391	54.5098
India	1	4	4	4	0.0452	0.0393	43.4424
India	1	4	4	8	0.0458	0.0391	40.0284
India	1	4	8	1	0.0505	0.0379	73.8875
India	1	4	8	4	0.0509	0.0382	75.0541
India	1	4	8	8	0.0511	0.0384	75.7604
India	3	2	1	1	0.0483	0.0402	41.4086
India	3	2	1	4	0.0523	0.0472	40.4151
India	3	2	1	8	0.0479	0.0397	32.8268
India	3	2	4	1	0.0509	0.0420	51.8569
India	3	2	4	4	0.0497	0.0410	49.9684

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
India	3	2	4	8	0.0527	0.0421	65.2809
India	3	2	8	1	0.0616	0.0545	82.5037
India	3	2	8	4	0.0613	0.0440	90.3708
India	3	2	8	8	0.0564	0.0429	77.3323
India	3	4	1	1	0.0534	0.0496	70.1892
India	3	4	1	4	0.0543	0.0487	40.7572
India	3	4	1	8	0.0494	0.0429	46.7775
India	3	4	4	1	0.0492	0.0405	47.7475
India	3	4	4	4	0.0512	0.0415	59.4090
India	3	4	4	8	0.0514	0.0416	60.8981
India	3	4	8	1	0.0695	0.0518	104.6957
India	3	4	8	4	0.0511	0.0415	58.1508
India	3	4	8	8	0.0485	0.0424	43.7966
India	6	2	1	1	0.0560	0.0448	50.3943
India	6	2	1	4	0.0576	0.0522	50.4418
India	6	2	1	8	0.0597	0.0495	46.0658
India	6	2	4	1	0.0667	0.0514	80.7501
India	6	2	4	4	0.0637	0.0494	74.9175
India	6	2	4	8	0.0606	0.0483	65.6463
India	6	2	8	1	0.0704	0.0533	89.4130
India	6	2	8	4	0.0701	0.0526	90.9035
India	6	2	8	8	0.0707	0.0528	93.1720
India	6	4	1	1	0.0528	0.0490	49.3490
India	6	4	1	4	0.0569	0.0519	50.6025

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
India	6	4	1	8	0.0586	0.0493	44.1270
India	6	4	4	1	0.0684	0.0539	68.8803
India	6	4	4	4	0.0546	0.0445	38.7732
India	6	4	4	8	0.0605	0.0480	64.9552
India	6	4	8	1	0.0718	0.0538	96.2315
India	6	4	8	4	0.0614	0.0489	63.5186
India	6	4	8	8	0.0593	0.0473	47.3579
Indonesia	1	2	1	1	0.3525	0.1774	94.4282
Indonesia	1	2	1	4	0.3634	0.1805	98.2939
Indonesia	1	2	1	8	0.3607	0.1796	97.3661
Indonesia	1	2	4	1	0.3689	0.1820	99.7174
Indonesia	1	2	4	4	0.4013	0.2078	109.1017
Indonesia	1	2	4	8	0.3792	0.1904	102.6930
Indonesia	1	2	8	1	0.3834	0.1939	104.2831
Indonesia	1	2	8	4	0.3715	0.1840	100.5239
Indonesia	1	2	8	8	0.3755	0.1872	101.7074
Indonesia	1	4	1	1	0.3695	0.1823	100.1804
Indonesia	1	4	1	4	0.3803	0.1917	103.8675
Indonesia	1	4	1	8	0.3551	0.1781	95.4790
Indonesia	1	4	4	1	0.3690	0.1820	99.7859
Indonesia	1	4	4	4	0.3609	0.1797	97.0754
Indonesia	1	4	4	8	0.3851	0.1953	104.5596
Indonesia	1	4	8	1	0.3980	0.2056	108.6690
Indonesia	1	4	8	4	0.3768	0.1885	102.2568

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	1	4	8	8	0.3629	0.1802	97.9903
Indonesia	3	2	1	1	0.4085	0.2228	100.1956
Indonesia	3	2	1	4	0.4015	0.2242	98.4080
Indonesia	3	2	1	8	0.4131	0.2306	101.3547
Indonesia	3	2	4	1	0.3781	0.2668	79.2510
Indonesia	3	2	4	4	0.3751	0.2427	87.5060
Indonesia	3	2	4	8	0.4222	0.2472	103.2875
Indonesia	3	2	8	1	0.4081	0.2223	99.8901
Indonesia	3	2	8	4	0.4081	0.2223	99.8901
Indonesia	3	2	8	8	0.4136	0.2295	101.3992
Indonesia	3	4	1	1	0.4085	0.2227	100.1842
Indonesia	3	4	1	4	0.4086	0.2230	100.2052
Indonesia	3	4	1	8	0.4015	0.2293	98.2478
Indonesia	3	4	4	1	0.3752	0.2408	87.2091
Indonesia	3	4	4	4	0.4148	0.2335	101.4218
Indonesia	3	4	4	8	0.4022	0.2248	98.2422
Indonesia	3	4	8	1	0.4081	0.2223	99.8737
Indonesia	3	4	8	4	0.3962	0.2285	96.6602
Indonesia	3	4	8	8	0.3888	0.2348	94.0048
Indonesia	6	2	1	1	0.5105	0.3221	105.0649
Indonesia	6	2	1	4	0.4910	0.2783	100.0686
Indonesia	6	2	1	8	0.5069	0.3227	103.8787
Indonesia	6	2	4	1	0.4903	0.2780	99.9154
Indonesia	6	2	4	4	0.4871	0.2828	99.0158

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	6	2	4	8	0.5051	0.3172	103.7378
Indonesia	6	2	8	1	0.4905	0.2779	99.9618
Indonesia	6	2	8	4	0.5051	0.3169	103.5936
Indonesia	6	2	8	8	0.4852	0.2781	98.2707
Indonesia	6	4	1	1	0.4909	0.2783	100.0644
Indonesia	6	4	1	4	0.4877	0.2846	98.9399
Indonesia	6	4	1	8	0.4935	0.2853	100.7393
Indonesia	6	4	4	1	0.5111	0.3285	104.6511
Indonesia	6	4	4	4	0.5102	0.3149	105.4899
Indonesia	6	4	4	8	0.4952	0.2906	101.3093
Indonesia	6	4	8	1	0.4905	0.2779	99.9605
Indonesia	6	4	8	4	0.5355	0.3700	110.6263
Indonesia	6	4	8	8	0.4921	0.2819	100.4174
Kuwait	1	2	1	1	0.3537	0.3412	77.4472
Kuwait	1	2	1	4	0.3283	0.3143	70.8771
Kuwait	1	2	1	8	0.3002	0.2859	64.2316
Kuwait	1	2	4	1	0.4844	0.4744	109.2843
Kuwait	1	2	4	4	0.4291	0.4186	96.0410
Kuwait	1	2	4	8	0.4123	0.4017	92.0170
Kuwait	1	2	8	1	0.3291	0.3165	71.7893
Kuwait	1	2	8	4	0.3909	0.3800	86.9043
Kuwait	1	2	8	8	0.4371	0.4270	98.0749
Kuwait	1	4	1	1	0.2729	0.2565	57.0450
Kuwait	1	4	1	4	0.1420	0.1128	22.9653

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Kuwait	1	4	1	8	0.2743	0.2581	57.4180
Kuwait	1	4	4	1	0.3984	0.3872	88.4826
Kuwait	1	4	4	4	0.3598	0.3478	79.0926
Kuwait	1	4	4	8	0.3816	0.3701	84.3794
Kuwait	1	4	8	1	0.4027	0.3919	89.6807
Kuwait	1	4	8	4	0.4167	0.4062	93.0886
Kuwait	1	4	8	8	0.4014	0.3906	89.3792
Kuwait	3	2	1	1	0.3788	0.3692	79.6865
Kuwait	3	2	1	4	0.1881	0.1670	34.0250
Kuwait	3	2	1	8	0.1014	0.0899	19.2937
Kuwait	3	2	4	1	0.4404	0.4322	93.8881
Kuwait	3	2	4	4	0.4515	0.4433	96.3768
Kuwait	3	2	4	8	0.2901	0.2772	58.9272
Kuwait	3	2	8	1	0.4523	0.4443	96.6308
Kuwait	3	2	8	4	0.4523	0.4443	96.6308
Kuwait	3	2	8	8	0.4374	0.4292	93.2244
Kuwait	3	4	1	1	0.0961	0.0849	18.3906
Kuwait	3	4	1	4	0.3009	0.2887	61.5145
Kuwait	3	4	1	8	0.0927	0.0794	17.1882
Kuwait	3	4	4	1	0.4140	0.4053	87.8136
Kuwait	3	4	4	4	0.4140	0.4053	87.8136
Kuwait	3	4	4	8	0.3637	0.3539	76.2458
Kuwait	3	4	8	1	0.4376	0.4294	93.2582
Kuwait	3	4	8	4	0.4339	0.4256	92.4076

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Kuwait	3	4	8	8	0.3746	0.3650	78.7414
Kuwait	6	2	1	1	0.3925	0.3815	80.4391
Kuwait	6	2	1	4	0.1425	0.1231	24.2651
Kuwait	6	2	1	8	0.3974	0.3866	81.5952
Kuwait	6	2	4	1	0.4538	0.4443	94.4027
Kuwait	6	2	4	4	0.4698	0.4608	98.1517
Kuwait	6	2	4	8	0.3988	0.3876	81.7195
Kuwait	6	2	8	1	0.4655	0.4563	97.0685
Kuwait	6	2	8	4	0.3254	0.3103	64.3670
Kuwait	6	2	8	8	0.3985	0.3872	81.6139
Kuwait	6	4	1	1	0.3158	0.3019	62.7631
Kuwait	6	4	1	4	0.1176	0.1051	21.3258
Kuwait	6	4	1	8	0.1120	0.1048	22.7567
Kuwait	6	4	4	1	0.4293	0.4192	88.8293
Kuwait	6	4	4	4	0.1525	0.1292	25.0879
Kuwait	6	4	4	8	0.4741	0.4657	99.3635
Kuwait	6	4	8	1	0.4526	0.4431	94.1366
Kuwait	6	4	8	4	0.2680	0.2480	50.3516
Kuwait	6	4	8	8	0.3876	0.3764	79.3277
Lao PDR	1	2	1	1	0.0349	0.0321	60.5326
Lao PDR	1	2	1	4	0.0355	0.0321	63.4834
Lao PDR	1	2	1	8	0.0363	0.0340	57.9386
Lao PDR	1	2	4	1	0.0334	0.0241	80.3438
Lao PDR	1	2	4	4	0.0334	0.0241	80.3374

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Lao PDR	1	2	4	8	0.0330	0.0264	74.2715
Lao PDR	1	2	8	1	0.0356	0.0218	89.6444
Lao PDR	1	2	8	4	0.0339	0.0212	86.7612
Lao PDR	1	2	8	8	0.0332	0.0221	83.9418
Lao PDR	1	4	1	1	0.0392	0.0374	52.1539
Lao PDR	1	4	1	4	0.0405	0.0389	48.4725
Lao PDR	1	4	1	8	0.0397	0.0382	49.9141
Lao PDR	1	4	4	1	0.0344	0.0297	68.6053
Lao PDR	1	4	4	4	0.0353	0.0323	62.1012
Lao PDR	1	4	4	8	0.0345	0.0309	64.1975
Lao PDR	1	4	8	1	0.0335	0.0259	76.6083
Lao PDR	1	4	8	4	0.0335	0.0268	74.2924
Lao PDR	1	4	8	8	0.0333	0.0288	67.8531
Lao PDR	3	2	1	1	0.0382	0.0341	66.7560
Lao PDR	3	2	1	4	0.0386	0.0358	59.5861
Lao PDR	3	2	1	8	0.0392	0.0368	57.4834
Lao PDR	3	2	4	1	0.0364	0.0259	81.2419
Lao PDR	3	2	4	4	0.0361	0.0283	76.4728
Lao PDR	3	2	4	8	0.0363	0.0280	74.9499
Lao PDR	3	2	8	1	0.0368	0.0293	77.5813
Lao PDR	3	2	8	4	0.0364	0.0245	82.0157
Lao PDR	3	2	8	8	0.0366	0.0258	78.0350
Lao PDR	3	4	1	1	0.0433	0.0415	39.3407
Lao PDR	3	4	1	4	0.0424	0.0401	47.2479

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Lao PDR	3	4	1	8	0.0415	0.0398	49.9870
Lao PDR	3	4	4	1	0.0363	0.0305	70.1524
Lao PDR	3	4	4	4	0.0372	0.0334	63.7825
Lao PDR	3	4	4	8	0.0380	0.0351	56.8771
Lao PDR	3	4	8	1	0.0361	0.0276	77.2003
Lao PDR	3	4	8	4	0.0382	0.0340	67.7464
Lao PDR	3	4	8	8	0.0368	0.0313	66.7187
Lao PDR	6	2	1	1	0.0286	0.0277	inf
Lao PDR	6	2	1	4	0.0325	0.0325	inf
Lao PDR	6	2	1	8	0.0300	0.0300	inf
Lao PDR	6	2	4	1	0.0130	0.0130	inf
Lao PDR	6	2	4	4	0.0171	0.0171	inf
Lao PDR	6	2	4	8	0.0233	0.0233	inf
Lao PDR	6	2	8	1	0.0174	0.0167	inf
Lao PDR	6	2	8	4	0.0211	0.0207	inf
Lao PDR	6	2	8	8	0.0191	0.0190	inf
Lao PDR	6	4	1	1	0.0335	0.0335	inf
Lao PDR	6	4	1	4	0.0376	0.0376	inf
Lao PDR	6	4	1	8	0.0370	0.0370	inf
Lao PDR	6	4	4	1	0.0205	0.0205	inf
Lao PDR	6	4	4	4	0.0248	0.0248	inf
Lao PDR	6	4	4	8	0.0329	0.0329	inf
Lao PDR	6	4	8	1	0.0150	0.0150	inf
Lao PDR	6	4	8	4	0.0152	0.0152	inf

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Lao PDR	6	4	8	8	0.0385	0.0384	inf
Malaysia	1	2	1	1	0.1373	0.0803	2,981.4147
Malaysia	1	2	1	4	0.1373	0.0803	2,982.0998
Malaysia	1	2	1	8	0.1351	0.0810	3,227.5065
Malaysia	1	2	4	1	0.1455	0.0762	1,304.8360
Malaysia	1	2	4	4	0.1372	0.0707	1,532.5736
Malaysia	1	2	4	8	0.1356	0.0704	1,713.9863
Malaysia	1	2	8	1	0.1484	0.0768	847.1653
Malaysia	1	2	8	4	0.1469	0.0763	1,002.9848
Malaysia	1	2	8	8	0.1513	0.0792	956.3430
Malaysia	1	4	1	1	0.1440	0.0995	4,506.2600
Malaysia	1	4	1	4	0.1284	0.0851	4,188.5420
Malaysia	1	4	1	8	0.1294	0.0862	4,299.6363
Malaysia	1	4	4	1	0.1408	0.0766	2,155.8148
Malaysia	1	4	4	4	0.1236	0.0780	2,903.7682
Malaysia	1	4	4	8	0.1375	0.0781	2,610.1188
Malaysia	1	4	8	1	0.1288	0.0699	1,631.2727
Malaysia	1	4	8	4	0.1301	0.0695	1,883.3459
Malaysia	1	4	8	8	0.1460	0.0774	1,525.1831

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Malaysia	3	2	1	1	0.1504	0.0888	2,221.2508
Malaysia	3	2	1	4	0.1476	0.0912	2,622.6135
Malaysia	3	2	1	8	0.1435	0.0980	3,232.3113
Malaysia	3	2	4	1	0.1599	0.0886	1,048.6527
Malaysia	3	2	4	4	0.1627	0.0904	1,420.9875
Malaysia	3	2	4	8	0.1584	0.0877	1,537.6051
Malaysia	3	2	8	1	0.1596	0.0901	915.5738
Malaysia	3	2	8	4	0.1614	0.0899	825.4442
Malaysia	3	2	8	8	0.1596	0.0886	1,241.1986
Malaysia	3	4	1	1	0.1583	0.1212	2,344.5807
Malaysia	3	4	1	4	0.1456	0.0953	3,150.1607
Malaysia	3	4	1	8	0.1408	0.0978	3,588.8322
Malaysia	3	4	4	1	0.1469	0.0909	2,635.3955
Malaysia	3	4	4	4	0.1489	0.0878	2,227.9508
Malaysia	3	4	4	8	0.1437	0.0963	2,928.9516
Malaysia	3	4	8	1	0.1810	0.1096	1,104.1496
Malaysia	3	4	8	4	0.1597	0.0884	1,477.4580
Malaysia	3	4	8	8	0.1497	0.0872	1,984.1890
Malaysia	6	2	1	1	0.1849	0.1275	3,152.5002
Malaysia	6	2	1	4	0.1772	0.1323	5,240.6436
Malaysia	6	2	1	8	0.1787	0.1471	6,476.8911
Malaysia	6	2	4	1	0.1969	0.1275	1,388.1176
Malaysia	6	2	4	4	0.2011	0.1287	510.2684
Malaysia	6	2	4	8	0.1961	0.1270	1,385.3959

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Malaysia	6	2	8	1	0.2128	0.1448	906.2582
Malaysia	6	2	8	4	0.1858	0.1290	3,537.3798
Malaysia	6	2	8	8	0.1980	0.1251	594.4085
Malaysia	6	4	1	1	0.1775	0.1275	4,454.2562
Malaysia	6	4	1	4	0.1757	0.1287	4,878.1016
Malaysia	6	4	1	8	0.1724	0.1273	5,364.4169
Malaysia	6	4	4	1	0.1901	0.1275	2,361.9917
Malaysia	6	4	4	4	0.1858	0.1257	2,784.8702
Malaysia	6	4	4	8	0.1794	0.1259	3,583.3150
Malaysia	6	4	8	1	0.1952	0.1275	1,613.8902
Malaysia	6	4	8	4	0.1844	0.1287	3,747.4120
Malaysia	6	4	8	8	0.1998	0.1308	760.8257
Maldives	1	2	1	1	0.4281	0.3252	84.9200
Maldives	1	2	1	4	0.4530	0.3431	91.0495
Maldives	1	2	1	8	0.4186	0.3149	80.1636
Maldives	1	2	4	1	0.4480	0.3467	94.8795
Maldives	1	2	4	4	0.4386	0.3388	91.7040
Maldives	1	2	4	8	0.4099	0.3149	82.9615
Maldives	1	2	8	1	0.5736	0.4633	125.9804
Maldives	1	2	8	4	0.4400	0.3418	93.8390
Maldives	1	2	8	8	0.4653	0.3631	100.3860
Maldives	1	4	1	1	0.3964	0.2930	70.9797
Maldives	1	4	1	4	0.3574	0.2575	57.7709
Maldives	1	4	1	8	0.4045	0.2998	73.5307

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Maldives	1	4	4	1	0.4460	0.3417	91.8058
Maldives	1	4	4	4	0.4324	0.3285	86.0437
Maldives	1	4	4	8	0.4503	0.3423	91.1002
Maldives	1	4	8	1	0.4447	0.3432	93.2621
Maldives	1	4	8	4	0.4529	0.3491	95.2142
Maldives	1	4	8	8	0.4308	0.3315	88.7082
Maldives	3	2	1	1	0.3891	0.2716	51.0271
Maldives	3	2	1	4	0.4373	0.3342	71.2720
Maldives	3	2	1	8	0.5060	0.4138	96.7969
Maldives	3	2	4	1	0.5014	0.4134	98.6528
Maldives	3	2	4	4	0.4531	0.3539	78.5704
Maldives	3	2	4	8	0.5082	0.4207	100.9345
Maldives	3	2	8	1	0.4554	0.3577	79.7958
Maldives	3	2	8	4	0.6046	0.5271	137.1693
Maldives	3	2	8	8	0.4979	0.4090	96.9962
Maldives	3	4	1	1	0.3921	0.2787	54.1201
Maldives	3	4	1	4	0.3625	0.2460	46.2660
Maldives	3	4	1	8	0.3360	0.2186	45.7778
Maldives	3	4	4	1	0.4767	0.3839	88.4184
Maldives	3	4	4	4	0.4880	0.3975	92.9704
Maldives	3	4	4	8	0.4788	0.3852	88.1916
Maldives	3	4	8	1	0.4857	0.3950	92.4623
Maldives	3	4	8	4	0.4954	0.4064	96.2697
Maldives	3	4	8	8	0.4607	0.3641	81.6736

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Maldives	6	2	1	1	0.4297	0.3791	190.1968
Maldives	6	2	1	4	0.2293	0.1559	37.8218
Maldives	6	2	1	8	0.2030	0.1415	36.2443
Maldives	6	2	4	1	0.3531	0.3085	103.2932
Maldives	6	2	4	4	0.2461	0.1824	49.5793
Maldives	6	2	4	8	0.3540	0.3040	99.8237
Maldives	6	2	8	1	0.3388	0.2923	96.2027
Maldives	6	2	8	4	0.4595	0.4215	150.7643
Maldives	6	2	8	8	0.2314	0.1699	45.6324
Maldives	6	4	1	1	0.2913	0.2355	71.7642
Maldives	6	4	1	4	0.3334	0.2784	88.7397
Maldives	6	4	1	8	0.2257	0.1518	36.2600
Maldives	6	4	4	1	0.3206	0.2709	87.0178
Maldives	6	4	4	4	0.3914	0.3441	116.5839
Maldives	6	4	4	8	0.2710	0.2153	63.9834
Maldives	6	4	8	1	0.3306	0.2828	92.1140
Maldives	6	4	8	4	0.3040	0.2422	72.5338
Maldives	6	4	8	8	0.3769	0.3314	112.0676
Qatar	1	2	1	1	0.2581	0.1355	76.0997
Qatar	1	2	1	4	0.2899	0.1734	80.1862
Qatar	1	2	1	8	0.3005	0.1861	82.4603
Qatar	1	2	4	1	0.3482	0.2321	72.7620
Qatar	1	2	4	4	0.3338	0.2160	67.0367
Qatar	1	2	4	8	0.3343	0.2165	67.1123

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Qatar	1	2	8	1	0.3799	0.2689	98.0987
Qatar	1	2	8	4	0.3337	0.2172	68.7980
Qatar	1	2	8	8	0.3371	0.2210	69.9305
Qatar	1	4	1	1	0.2919	0.1805	96.0852
Qatar	1	4	1	4	0.2626	0.1431	93.4606
Qatar	1	4	1	8	0.2873	0.1782	101.5162
Qatar	1	4	4	1	0.3323	0.2129	65.8569
Qatar	1	4	4	4	0.3372	0.2177	67.0972
Qatar	1	4	4	8	0.3442	0.2247	69.6336
Qatar	1	4	8	1	0.3468	0.2302	71.5532
Qatar	1	4	8	4	0.3059	0.1826	57.5266
Qatar	1	4	8	8	0.3491	0.2321	71.9079
Qatar	3	2	1	1	0.3474	0.2364	80.0083
Qatar	3	2	1	4	0.3566	0.2494	84.2600
Qatar	3	2	1	8	0.3001	0.1673	80.8835
Qatar	3	2	4	1	0.3695	0.2593	75.9044
Qatar	3	2	4	4	0.4240	0.3289	104.9068
Qatar	3	2	4	8	0.3794	0.2749	83.2108
Qatar	3	2	8	1	0.3938	0.2912	88.4489
Qatar	3	2	8	4	0.3972	0.2959	91.0833
Qatar	3	2	8	8	0.4160	0.3206	104.4375
Qatar	3	4	1	1	0.3215	0.2044	82.1942
Qatar	3	4	1	4	0.2981	0.1681	83.0845
Qatar	3	4	1	8	0.3005	0.1715	87.2171

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Qatar	3	4	4	1	0.3741	0.2695	82.9326
Qatar	3	4	4	4	0.3868	0.2848	87.4334
Qatar	3	4	4	8	0.3131	0.1891	80.8492
Qatar	3	4	8	1	0.3601	0.2444	72.1537
Qatar	3	4	8	4	0.3116	0.2098	117.3218
Qatar	3	4	8	8	0.3714	0.2640	79.7995
Qatar	6	2	1	1	0.1417	0.1229	79.9237
Qatar	6	2	1	4	0.0877	0.0737	115.7294
Qatar	6	2	1	8	0.0887	0.0735	115.7646
Qatar	6	2	4	1	0.0881	0.0738	59.3375
Qatar	6	2	4	4	0.2424	0.2144	113.1027
Qatar	6	2	4	8	0.1756	0.1518	75.1291
Qatar	6	2	8	1	0.1961	0.1718	86.1205
Qatar	6	2	8	4	0.1128	0.0965	66.2043
Qatar	6	2	8	8	0.1789	0.1530	69.3304
Qatar	6	4	1	1	0.1137	0.0957	87.8587
Qatar	6	4	1	4	0.1168	0.0980	88.4277
Qatar	6	4	1	8	0.0822	0.0721	114.6335
Qatar	6	4	4	1	0.1660	0.1434	75.0607
Qatar	6	4	4	4	0.1553	0.1344	85.3694
Qatar	6	4	4	8	0.0852	0.0703	88.0913
Qatar	6	4	8	1	0.1847	0.1587	72.7132
Qatar	6	4	8	4	0.1885	0.1625	74.9433
Qatar	6	4	8	8	0.1098	0.0904	71.6994

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	1	2	1	1	0.3028	0.2790	73.1973
Russia	1	2	1	4	0.2652	0.2372	60.7042
Russia	1	2	1	8	0.2279	0.1942	47.8758
Russia	1	2	4	1	0.3639	0.3443	92.7031
Russia	1	2	4	4	0.3777	0.3590	97.0969
Russia	1	2	4	8	0.3606	0.3408	91.6700
Russia	1	2	8	1	0.3237	0.3009	79.7345
Russia	1	2	8	4	0.3316	0.3092	82.1768
Russia	1	2	8	8	0.3622	0.3424	92.1363
Russia	1	4	1	1	0.2477	0.2179	54.9676
Russia	1	4	1	4	0.1842	0.1428	33.0757
Russia	1	4	1	8	0.2056	0.1680	40.0344
Russia	1	4	4	1	0.3284	0.3065	81.3974
Russia	1	4	4	4	0.3339	0.3124	83.1936
Russia	1	4	4	8	0.2909	0.2654	69.1291
Russia	1	4	8	1	0.3614	0.3417	91.9345
Russia	1	4	8	4	0.3779	0.3592	97.1861
Russia	1	4	8	8	0.3855	0.3672	99.5657
Russia	3	2	1	1	0.3168	0.2923	74.5744
Russia	3	2	1	4	0.3319	0.3092	79.6623
Russia	3	2	1	8	0.2405	0.2069	49.6711
Russia	3	2	4	1	0.5127	0.4989	135.2843
Russia	3	2	4	4	0.3556	0.3336	86.5954
Russia	3	2	4	8	0.3378	0.3147	81.0702

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	3	2	8	1	0.3504	0.3280	84.9045
Russia	3	2	8	4	0.3551	0.3329	86.3284
Russia	3	2	8	8	0.3849	0.3650	95.7428
Russia	3	4	1	1	0.1802	0.1366	30.2778
Russia	3	4	1	4	0.2112	0.1710	39.1211
Russia	3	4	1	8	0.1411	0.1139	27.8647
Russia	3	4	4	1	0.2519	0.2188	52.9930
Russia	3	4	4	4	0.3520	0.3301	85.5808
Russia	3	4	4	8	0.3599	0.3387	88.1554
Russia	3	4	8	1	0.3033	0.2772	70.1193
Russia	3	4	8	4	0.4421	0.4257	113.7291
Russia	3	4	8	8	0.3996	0.3811	100.6336
Russia	6	2	1	1	0.3640	0.3445	79.2590
Russia	6	2	1	4	0.1840	0.1426	28.1524
Russia	6	2	1	8	0.3472	0.3266	74.6878
Russia	6	2	4	1	0.4202	0.4035	94.1785
Russia	6	2	4	4	0.4105	0.3931	91.4839
Russia	6	2	4	8	0.4319	0.4162	97.5818
Russia	6	2	8	1	0.4764	0.4625	109.3882
Russia	6	2	8	4	0.4341	0.4181	97.9154
Russia	6	2	8	8	0.4467	0.4314	101.3826
Russia	6	4	1	1	0.3055	0.2822	63.5102
Russia	6	4	1	4	0.2341	0.2009	42.6775
Russia	6	4	1	8	0.1402	0.1242	28.3317

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	6	4	4	1	0.3992	0.3815	88.6207
Russia	6	4	4	4	0.3521	0.3324	76.2842
Russia	6	4	4	8	0.3989	0.3813	88.5587
Russia	6	4	8	1	0.4193	0.4026	93.9405
Russia	6	4	8	4	0.4037	0.3865	89.9466
Russia	6	4	8	8	0.4135	0.3966	92.4714
Saudi Arabia	1	2	1	1	0.3178	0.2099	72.0182
Saudi Arabia	1	2	1	4	0.2972	0.1843	66.0777
Saudi Arabia	1	2	1	8	0.3180	0.2102	72.0603
Saudi Arabia	1	2	4	1	0.3530	0.2535	82.2362
Saudi Arabia	1	2	4	4	0.3539	0.2528	80.2488
Saudi Arabia	1	2	4	8	0.3407	0.2385	76.2731
Saudi Arabia	1	2	8	1	0.3610	0.2646	90.1502
Saudi Arabia	1	2	8	4	0.3601	0.2630	88.7949
Saudi Arabia	1	2	8	8	0.3582	0.2607	87.3206

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	1	4	1	1	0.2844	0.1671	69.0224
Saudi Arabia	1	4	1	4	0.2541	0.1317	63.3937
Saudi Arabia	1	4	1	8	0.2612	0.1389	67.5746
Saudi Arabia	1	4	4	1	0.3368	0.2335	75.6937
Saudi Arabia	1	4	4	4	0.3234	0.2184	71.8689
Saudi Arabia	1	4	4	8	0.3235	0.2172	72.9315
Saudi Arabia	1	4	8	1	0.3516	0.2515	80.8252
Saudi Arabia	1	4	8	4	0.3587	0.2591	84.3408
Saudi Arabia	1	4	8	8	0.3527	0.2520	80.2732
Saudi Arabia	3	2	1	1	0.3633	0.2655	75.9372
Saudi Arabia	3	2	1	4	0.3643	0.2666	76.4427
Saudi Arabia	3	2	1	8	0.3191	0.1999	48.5723

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	3	2	4	1	0.3907	0.3017	90.5532
Saudi Arabia	3	2	4	4	0.4103	0.3260	100.8535
Saudi Arabia	3	2	4	8	0.3266	0.2116	52.5601
Saudi Arabia	3	2	8	1	0.3979	0.3110	94.3273
Saudi Arabia	3	2	8	4	0.3546	0.2528	69.7243
Saudi Arabia	3	2	8	8	0.3831	0.2916	86.2202
Saudi Arabia	3	4	1	1	0.2796	0.1526	32.5452
Saudi Arabia	3	4	1	4	0.2992	0.1667	35.1375
Saudi Arabia	3	4	1	8	0.2795	0.1475	30.0877
Saudi Arabia	3	4	4	1	0.3723	0.2775	80.5490
Saudi Arabia	3	4	4	4	0.3456	0.2401	64.7811
Saudi Arabia	3	4	4	8	0.2983	0.1658	34.1749

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	3	4	8	1	0.3269	0.2099	51.5537
Saudi Arabia	3	4	8	4	0.3878	0.2979	88.9578
Saudi Arabia	3	4	8	8	0.3626	0.2645	75.0893
Saudi Arabia	6	2	1	1	0.4074	0.2801	70.4300
Saudi Arabia	6	2	1	4	0.3449	0.1861	32.2893
Saudi Arabia	6	2	1	8	0.3535	0.1936	34.3186
Saudi Arabia	6	2	4	1	0.5003	0.3986	119.8928
Saudi Arabia	6	2	4	4	0.3611	0.2086	40.1763
Saudi Arabia	6	2	4	8	0.3926	0.2594	61.7488
Saudi Arabia	6	2	8	1	0.4491	0.3378	94.7859
Saudi Arabia	6	2	8	4	0.4582	0.3498	99.9566
Saudi Arabia	6	2	8	8	0.4601	0.3517	100.6841

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	6	4	1	1	0.3729	0.2270	48.0362
Saudi Arabia	6	4	1	4	0.3729	0.2270	48.0362
Saudi Arabia	6	4	1	8	0.3319	0.1746	30.2009
Saudi Arabia	6	4	4	1	0.4711	0.3637	105.4422
Saudi Arabia	6	4	4	4	0.3918	0.2569	60.6078
Saudi Arabia	6	4	4	8	0.3500	0.1926	34.3007
Saudi Arabia	6	4	8	1	0.5058	0.4088	124.7543
Saudi Arabia	6	4	8	4	0.4467	0.3345	93.4981
Saudi Arabia	6	4	8	8	0.4613	0.3524	100.8625
United Arab Emirates	1	2	1	1	0.2269	0.1476	49.4867
United Arab Emirates	1	2	1	4	0.2441	0.1650	55.4877

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	1	2	1	8	0.2109	0.1308	45.6292
United Arab Emirates	1	2	4	1	0.2487	0.1753	61.5556
United Arab Emirates	1	2	4	4	0.2826	0.2135	82.9770
United Arab Emirates	1	2	4	8	0.2698	0.1989	74.3442
United Arab Emirates	1	2	8	1	0.3228	0.2539	104.4375
United Arab Emirates	1	2	8	4	0.2806	0.2136	84.9511
United Arab Emirates	1	2	8	8	0.3011	0.2328	93.6349
United Arab Emirates	1	4	1	1	0.1948	0.1207	53.9059

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	1	4	1	4	0.2183	0.1377	50.8411
United Arab Emirates	1	4	1	8	0.2128	0.1334	51.2797
United Arab Emirates	1	4	4	1	0.2632	0.1883	65.8340
United Arab Emirates	1	4	4	4	0.2281	0.1503	49.7085
United Arab Emirates	1	4	4	8	0.2339	0.1571	52.4584
United Arab Emirates	1	4	8	1	0.2910	0.2200	84.7880
United Arab Emirates	1	4	8	4	0.2721	0.2010	75.4230
United Arab Emirates	1	4	8	8	0.2637	0.1919	70.2355

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	3	2	1	1	0.2294	0.1421	35.5515
United Arab Emirates	3	2	1	4	0.2239	0.1348	33.1697
United Arab Emirates	3	2	1	8	0.2533	0.1760	50.5597
United Arab Emirates	3	2	4	1	0.2375	0.1487	38.5163
United Arab Emirates	3	2	4	4	0.3168	0.2592	91.9280
United Arab Emirates	3	2	4	8	0.2873	0.2212	73.1373
United Arab Emirates	3	2	8	1	0.3199	0.2629	93.9545
United Arab Emirates	3	2	8	4	0.3371	0.2846	104.6480

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	3	2	8	8	0.2526	0.1649	45.3911
United Arab Emirates	3	4	1	1	0.3087	0.2329	74.8362
United Arab Emirates	3	4	1	4	0.1987	0.1314	40.3272
United Arab Emirates	3	4	1	8	0.2075	0.1258	33.6406
United Arab Emirates	3	4	4	1	0.3180	0.2618	93.2956
United Arab Emirates	3	4	4	4	0.2780	0.2096	67.4616
United Arab Emirates	3	4	4	8	0.2487	0.1683	47.0275
United Arab Emirates	3	4	8	1	0.3081	0.2485	86.8286

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	3	4	8	4	0.2798	0.2107	68.1722
United Arab Emirates	3	4	8	8	0.2766	0.2068	66.3623
United Arab Emirates	6	2	1	1	0.1268	0.1120	57.3462
United Arab Emirates	6	2	1	4	0.0727	0.0703	44.7423
United Arab Emirates	6	2	1	8	0.0612	0.0555	35.3474
United Arab Emirates	6	2	4	1	0.1701	0.1597	86.4485
United Arab Emirates	6	2	4	4	0.1478	0.1361	72.4239
United Arab Emirates	6	2	4	8	0.1115	0.0964	48.8287

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	6	2	8	1	0.1751	0.1652	89.8337
United Arab Emirates	6	2	8	4	0.1350	0.1215	66.2005
United Arab Emirates	6	2	8	8	0.1065	0.0919	47.0293
United Arab Emirates	6	4	1	1	0.0659	0.0483	23.2203
United Arab Emirates	6	4	1	4	0.0596	0.0500	30.6617
United Arab Emirates	6	4	1	8	0.0613	0.0465	24.1482
United Arab Emirates	6	4	4	1	0.1518	0.1402	74.6510
United Arab Emirates	6	4	4	4	0.0975	0.0786	37.5881

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	6	4	4	8	0.1443	0.1311	68.7581
United Arab Emirates	6	4	8	1	0.1689	0.1585	85.7065
United Arab Emirates	6	4	8	4	0.1186	0.1051	54.7085
United Arab Emirates	6	4	8	8	0.1257	0.1099	55.8362
Vietnam	1	2	1	1	0.0359	0.0358	6,284.5015
Vietnam	1	2	1	4	0.0360	0.0359	6,288.4798
Vietnam	1	2	1	8	0.0447	0.0446	7,866.7961
Vietnam	1	2	4	1	0.0196	0.0193	3,684.3284
Vietnam	1	2	4	4	0.0177	0.0175	3,143.6421
Vietnam	1	2	4	8	0.0182	0.0180	3,215.0356
Vietnam	1	2	8	1	0.0101	0.0098	1,809.9561
Vietnam	1	2	8	4	0.0139	0.0136	2,597.3687
Vietnam	1	2	8	8	0.0100	0.0096	1,757.3977
Vietnam	1	4	1	1	0.0654	0.0654	11,453.4634
Vietnam	1	4	1	4	0.0616	0.0616	10,743.3100
Vietnam	1	4	1	8	0.0634	0.0634	11,097.2173

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	1	4	4	1	0.0378	0.0377	6,671.3835
Vietnam	1	4	4	4	0.0312	0.0311	5,515.9119
Vietnam	1	4	4	8	0.0374	0.0373	6,586.8083
Vietnam	1	4	8	1	0.0169	0.0167	2,968.9827
Vietnam	1	4	8	4	0.0169	0.0166	2,961.1480
Vietnam	1	4	8	8	0.0181	0.0179	3,200.0252
Vietnam	3	2	1	1	0.0325	0.0324	5,732.4721
Vietnam	3	2	1	4	0.0270	0.0268	4,804.9102
Vietnam	3	2	1	8	0.0252	0.0250	4,537.0200
Vietnam	3	2	4	1	0.0149	0.0146	2,650.7994
Vietnam	3	2	4	4	0.0150	0.0147	2,661.9330
Vietnam	3	2	4	8	0.0216	0.0213	3,877.5391
Vietnam	3	2	8	1	0.0092	0.0087	1,632.6356
Vietnam	3	2	8	4	0.0111	0.0106	2,072.7199
Vietnam	3	2	8	8	0.0141	0.0137	2,526.2369
Vietnam	3	4	1	1	0.0548	0.0547	9,589.5248
Vietnam	3	4	1	4	0.0535	0.0535	9,431.8510
Vietnam	3	4	1	8	0.0532	0.0531	9,432.4104
Vietnam	3	4	4	1	0.0273	0.0271	4,815.0583
Vietnam	3	4	4	4	0.0473	0.0472	8,288.6353
Vietnam	3	4	4	8	0.0363	0.0361	6,448.2222
Vietnam	3	4	8	1	0.0200	0.0197	3,556.2758
Vietnam	3	4	8	4	0.0170	0.0168	3,021.8913
Vietnam	3	4	8	8	0.0230	0.0228	4,155.2978

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Look Back Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	6	2	1	1	0.0137	0.0137	4,056.5921
Vietnam	6	2	1	4	0.0368	0.0368	10,754.9339
Vietnam	6	2	1	8	0.0381	0.0381	11,158.9120
Vietnam	6	2	4	1	0.0154	0.0154	4,453.8615
Vietnam	6	2	4	4	0.0284	0.0284	8,332.4979
Vietnam	6	2	4	8	0.0160	0.0160	4,629.4442
Vietnam	6	2	8	1	0.0097	0.0097	2,783.1020
Vietnam	6	2	8	4	0.0185	0.0185	5,426.1963
Vietnam	6	2	8	8	0.0209	0.0209	6,111.0765
Vietnam	6	4	1	1	0.0487	0.0487	14,250.9513
Vietnam	6	4	1	4	0.0291	0.0291	8,532.6222
Vietnam	6	4	1	8	0.0309	0.0309	9,052.5760
Vietnam	6	4	4	1	0.0348	0.0348	10,191.4047
Vietnam	6	4	4	4	0.0342	0.0342	10,054.1144
Vietnam	6	4	4	8	0.0488	0.0488	14,336.2085
Vietnam	6	4	8	1	0.0280	0.0280	8,177.2846
Vietnam	6	4	8	4	0.0291	0.0291	8,538.7360
Vietnam	6	4	8	8	0.0274	0.0274	8,018.9582

ดำเนินการใช้ Gridsearch เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแบบจำลอง RNN ในลำดับถัดไปซึ่งผลของการดำเนินการแสดง ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ตารางที่ 4-8 ผลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2568 – 2569

[illegible]

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

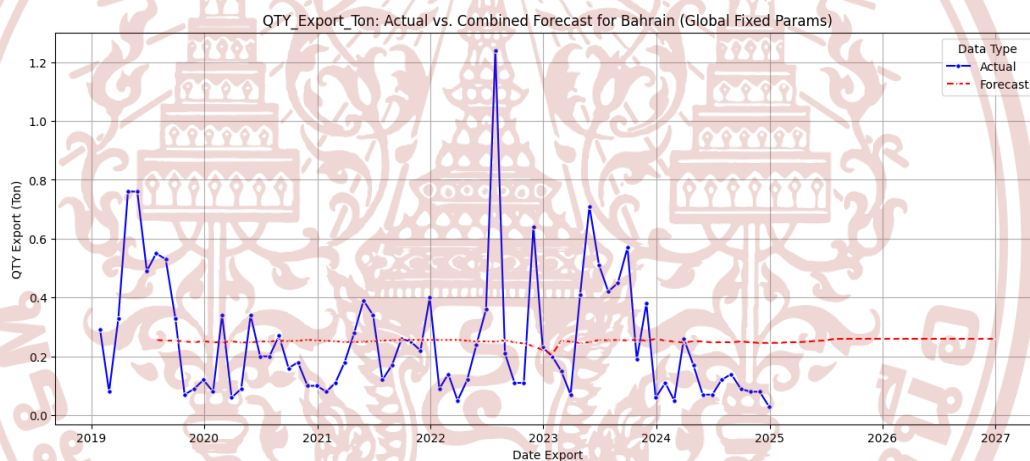
ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

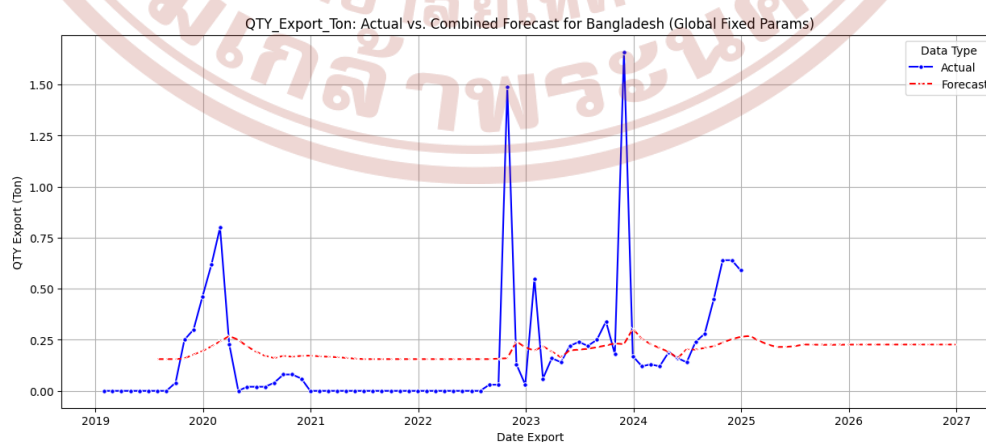
ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	3	4	1	1	0.0582	0.0582	10189.5329
Vietnam	3	4	1	1	0.0582	0.0582	10189.5329

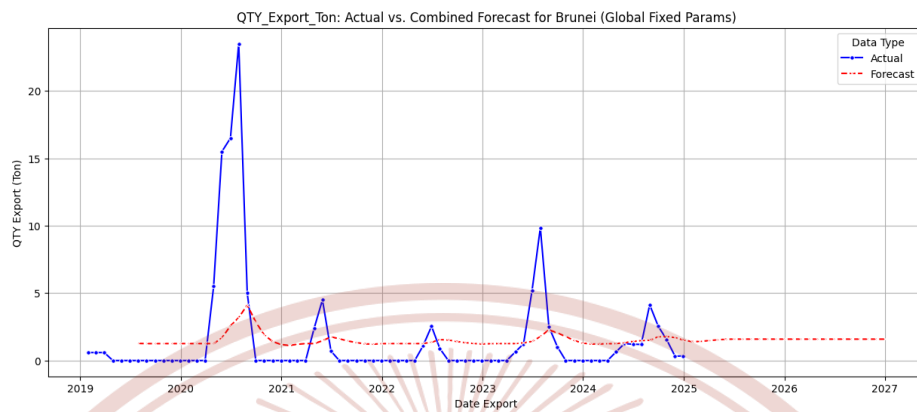
ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง RNN โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด



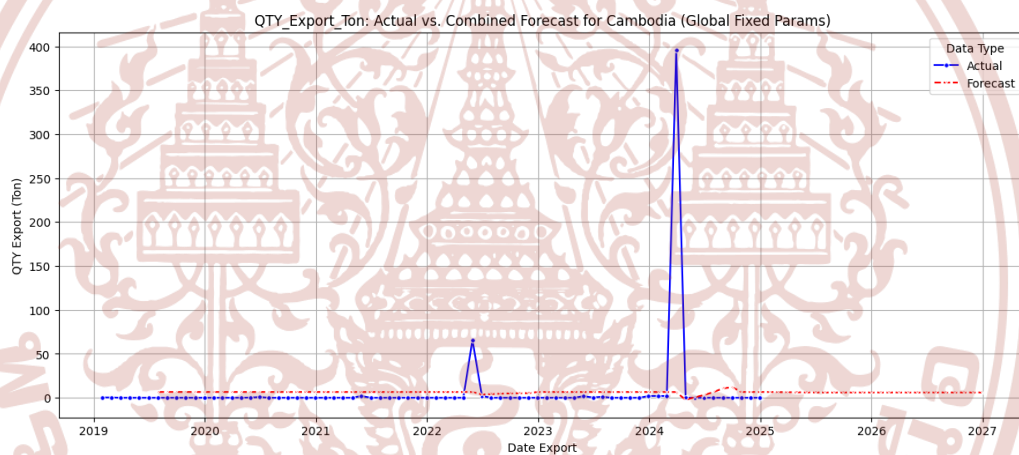
ภาพที่ 4-16 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บาร์เรน



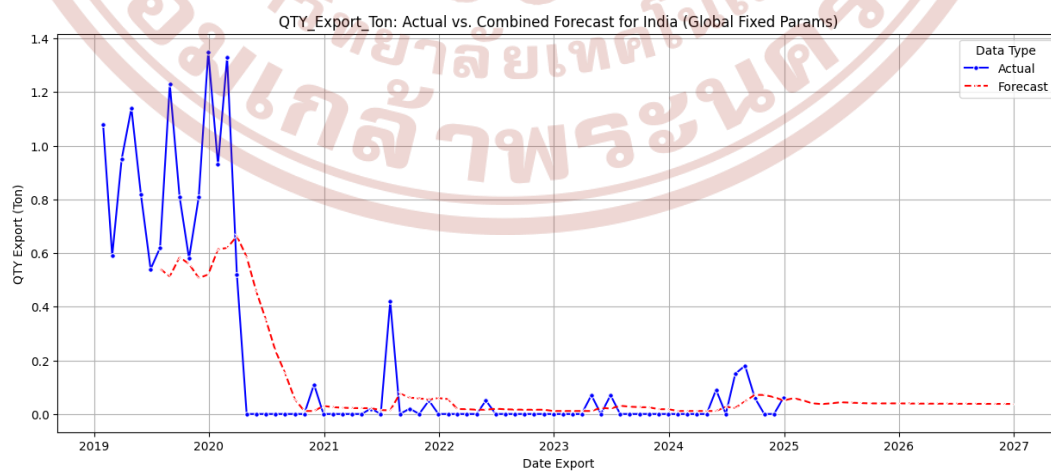
ภาพที่ 4-17 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บังกลาเทศ



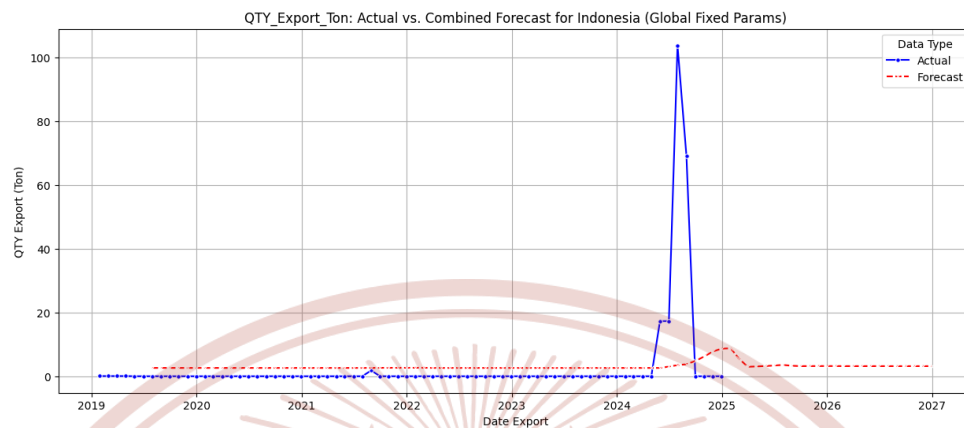
ภาพที่ 4-18 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ บรูไน



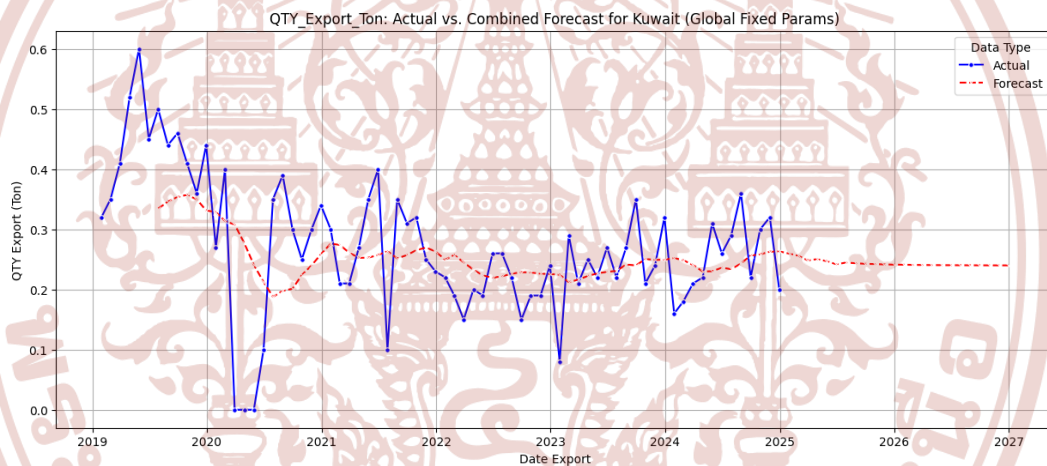
ภาพที่ 4-19 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ กัมพูชา



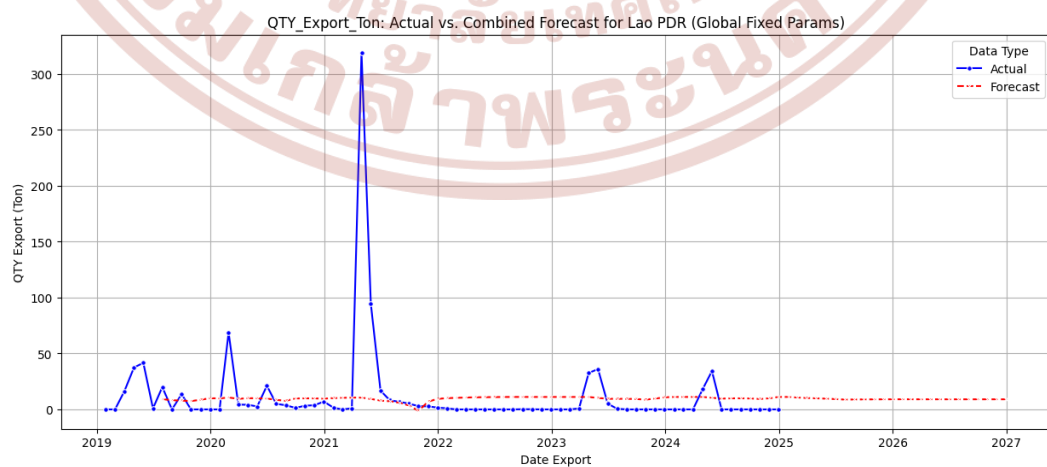
ภาพที่ 4-20 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ อินเดีย



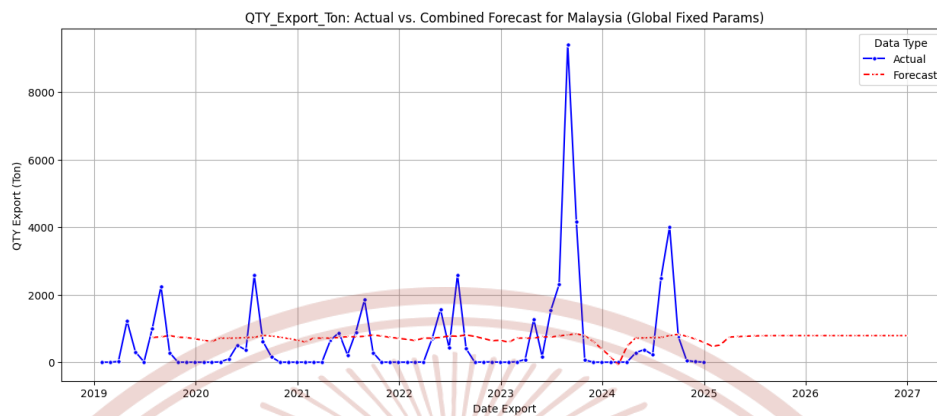
ภาพที่ 4-21 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ อินโดนีเซีย



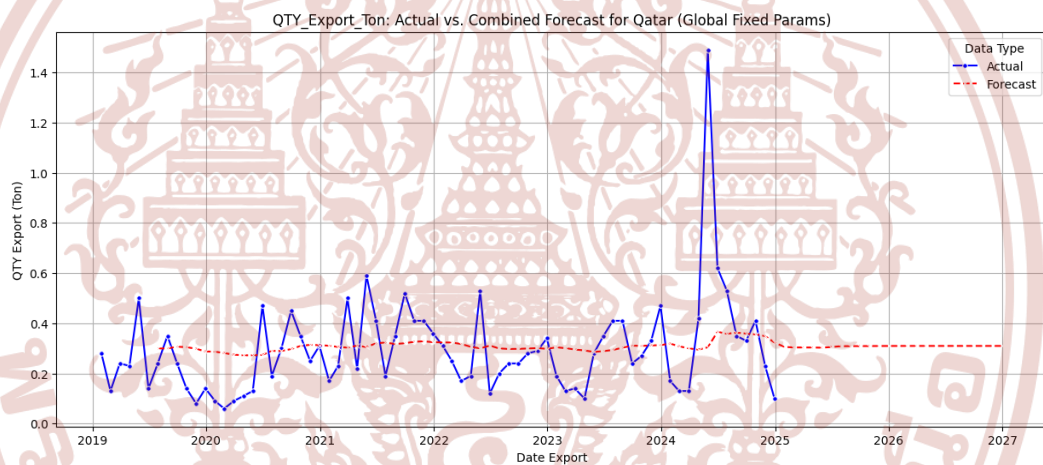
ภาพที่ 4-22 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ คูเวต



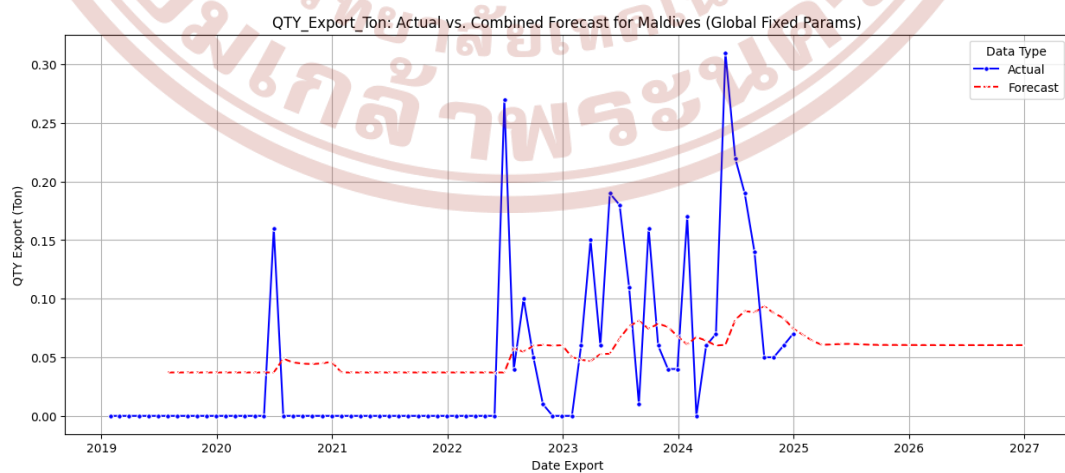
ภาพที่ 4-23 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



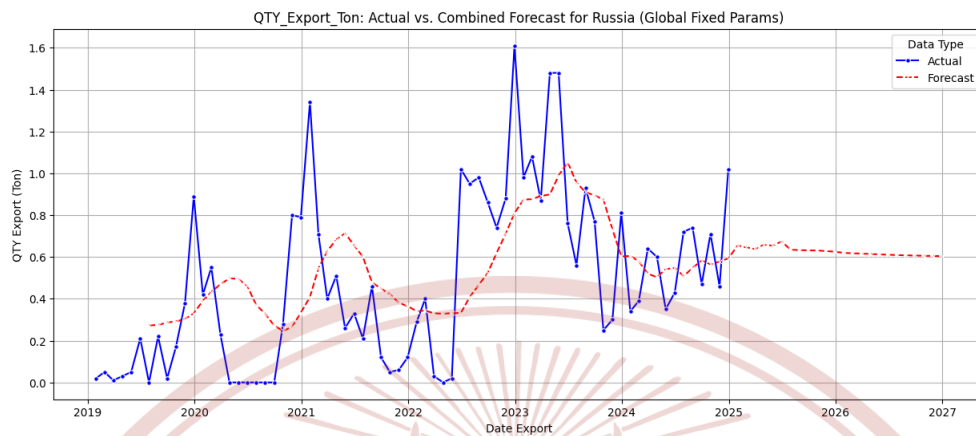
ภาพที่ 4-24 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศ มาเลเซีย



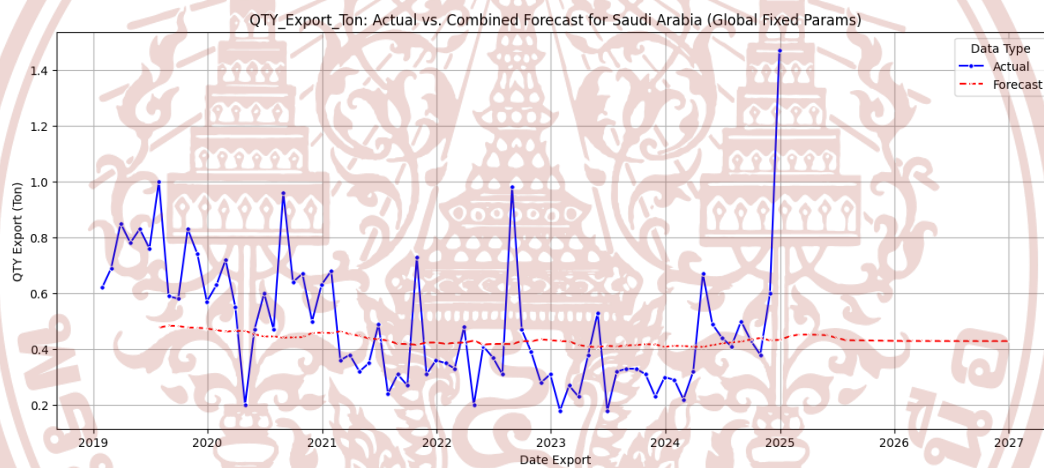
ภาพที่ 4-25 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN รัฐกาตาร์



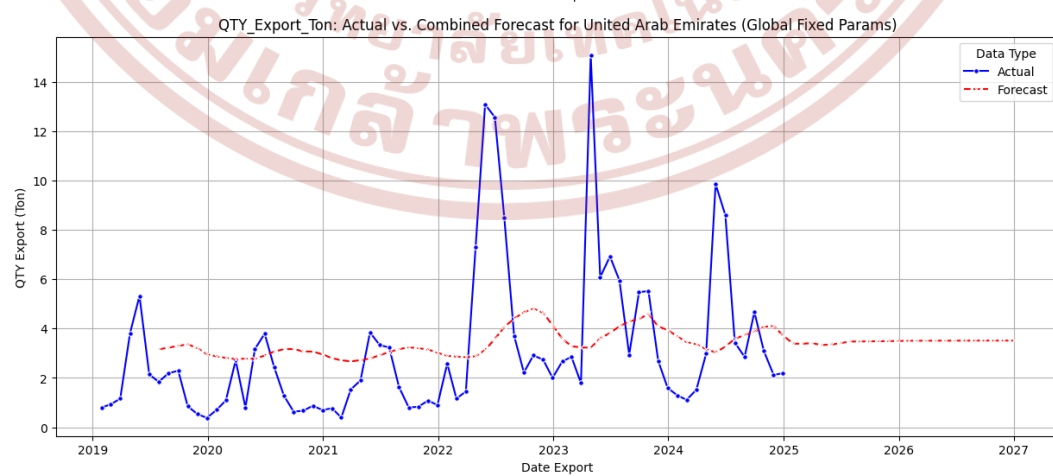
ภาพที่ 4-26 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN รัฐมัลดีฟส์



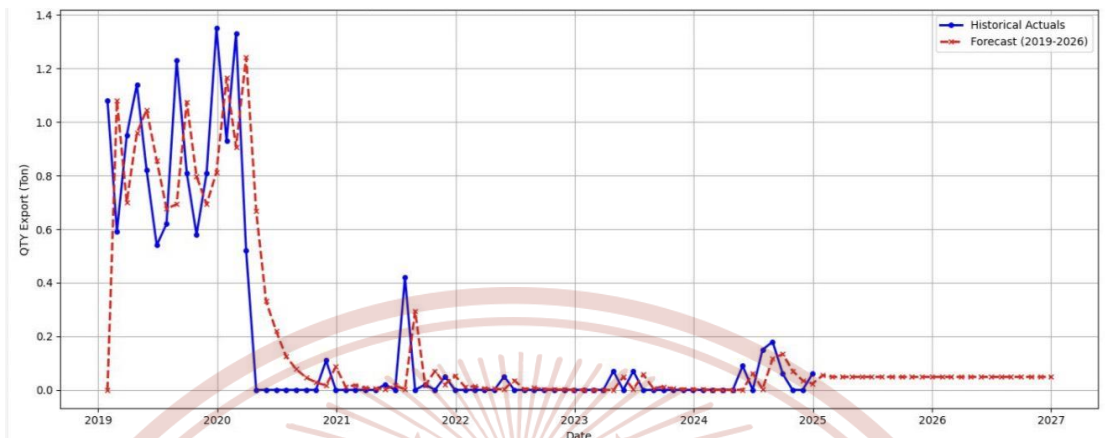
ภาพที่ 4-27 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สหพันธรัฐรัสเซีย



ภาพที่ 4-28 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย



ภาพที่ 4-29 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์



ภาพที่ 4-30 ผลการจำลองการพยากรณ์ RNN ประเทศเวียดนาม

4.3.3 แบบจำลอง BI-RNN ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN โดยใช้กระบวนการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ ดำเนินการทดสอบแบบจำลอง BI RNN จากข้อมูลในช่วงเวลาปี พ.ศ.2562-2567 เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ของการทดสอบในทุกการทดสอบแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแต่ละประเทศในลำดับถัดไป โดยแสดงดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN ทุกค่าพารามิเตอร์

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	1	2	1	1	0.0531	0.0444	95.7417
Bahrain	1	2	1	4	0.0740	0.0686	172.2049
Bahrain	1	2	1	8	0.0705	0.0638	161.6642
Bahrain	1	2	4	1	0.0632	0.0432	52.8202
Bahrain	1	2	4	4	0.0580	0.0376	45.4435
Bahrain	1	2	4	8	0.0575	0.0373	45.8474
Bahrain	1	2	8	1	0.0705	0.0509	68.0892
Bahrain	1	2	8	4	0.0717	0.0520	69.3971

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	1	2	8	8	0.0660	0.0460	57.4459
Bahrain	1	4	1	1	0.1021	0.0972	248.1278
Bahrain	1	4	1	4	0.1054	0.1005	256.3577
Bahrain	1	4	1	8	0.1014	0.0957	246.2800
Bahrain	1	4	4	1	0.0512	0.0401	76.6057
Bahrain	1	4	4	4	0.0517	0.0383	63.5208
Bahrain	1	4	4	8	0.0520	0.0423	86.8506
Bahrain	1	4	8	1	0.0632	0.0431	51.9034
Bahrain	1	4	8	4	0.0606	0.0403	47.9311
Bahrain	1	4	8	8	0.0581	0.0377	45.5398
Bahrain	3	2	1	1	0.0538	0.0466	101.4759
Bahrain	3	2	1	4	0.0615	0.0541	116.5805
Bahrain	3	2	1	8	0.0847	0.0782	168.4274
Bahrain	3	2	4	1	0.0472	0.0392	63.7583
Bahrain	3	2	4	4	0.0317	0.0270	41.1524
Bahrain	3	2	4	8	0.0358	0.0260	31.8209
Bahrain	3	2	8	1	0.0939	0.0859	181.6318
Bahrain	3	2	8	4	0.0415	0.0312	42.4760
Bahrain	3	2	8	8	0.0346	0.0262	35.3551
Bahrain	3	4	1	1	0.0797	0.0726	155.0458
Bahrain	3	4	1	4	0.1107	0.1053	228.3583
Bahrain	3	4	1	8	0.1277	0.1235	261.5328
Bahrain	3	4	4	1	0.0461	0.0403	88.8744
Bahrain	3	4	4	4	0.0332	0.0285	44.5346

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	3	4	4	8	0.0826	0.0753	167.5353
Bahrain	3	4	8	1	0.0419	0.0320	44.7038
Bahrain	3	4	8	4	0.0334	0.0277	43.0231
Bahrain	3	4	8	8	0.0343	0.0249	29.2147
Bahrain	6	2	1	1	0.0362	0.0294	60.5804
Bahrain	6	2	1	4	0.0777	0.0728	128.3824
Bahrain	6	2	1	8	0.1076	0.1043	187.4166
Bahrain	6	2	4	1	0.0277	0.0227	26.7796
Bahrain	6	2	4	4	0.0351	0.0292	40.8495
Bahrain	6	2	4	8	0.0476	0.0394	66.0904
Bahrain	6	2	8	1	0.0259	0.0214	25.9465
Bahrain	6	2	8	4	0.0321	0.0258	33.1545
Bahrain	6	2	8	8	0.0392	0.0323	50.9759
Bahrain	6	4	1	1	0.0834	0.0779	137.0547
Bahrain	6	4	1	4	0.0985	0.0947	169.1961
Bahrain	6	4	1	8	0.1064	0.1032	184.8843
Bahrain	6	4	4	1	0.0393	0.0321	50.0867
Bahrain	6	4	4	4	0.0341	0.0280	38.9400
Bahrain	6	4	4	8	0.0782	0.0734	129.6532
Bahrain	6	4	8	1	0.0325	0.0268	36.5027
Bahrain	6	4	8	4	0.0440	0.0364	59.7351
Bahrain	6	4	8	8	0.0405	0.0330	51.7369
Bangladesh	1	2	1	1	0.1336	0.1006	41.3722
Bangladesh	1	2	1	4	0.1845	0.1422	61.4341

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bangladesh	1	2	1	8	0.1715	0.1290	53.2778
Bangladesh	1	2	4	1	0.1612	0.1296	60.0604
Bangladesh	1	2	4	4	0.2269	0.1863	90.1759
Bangladesh	1	2	4	8	0.1937	0.1571	74.1204
Bangladesh	1	2	8	1	0.1934	0.1609	79.0790
Bangladesh	1	2	8	4	0.1694	0.1392	66.8640
Bangladesh	1	2	8	8	0.2048	0.1693	82.6010
Bangladesh	1	4	1	1	0.1727	0.1211	44.0683
Bangladesh	1	4	1	4	0.1745	0.1267	49.0159
Bangladesh	1	4	1	8	0.1634	0.1159	42.8498
Bangladesh	1	4	4	1	0.2486	0.1994	93.2879
Bangladesh	1	4	4	4	0.2053	0.1645	76.2859
Bangladesh	1	4	4	8	0.1961	0.1538	68.7589
Bangladesh	1	4	8	1	0.1801	0.1454	67.9138
Bangladesh	1	4	8	4	0.2255	0.1845	88.7229
Bangladesh	1	4	8	8	0.2076	0.1685	79.7432
Bangladesh	3	2	1	1	0.1569	0.1239	46.1918
Bangladesh	3	2	1	4	0.2244	0.1757	65.2988
Bangladesh	3	2	1	8	0.1582	0.1186	40.9574
Bangladesh	3	2	4	1	0.2258	0.1935	82.8744
Bangladesh	3	2	4	4	0.2346	0.2002	85.1687
Bangladesh	3	2	4	8	0.2332	0.1970	82.5412
Bangladesh	3	2	8	1	0.2265	0.1962	85.4527
Bangladesh	3	2	8	4	0.2008	0.1709	72.1847

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bangladesh	3	2	8	8	0.2284	0.1954	83.3935
Bangladesh	3	4	1	1	0.1992	0.1588	60.3468
Bangladesh	3	4	1	4	0.1499	0.1144	40.3591
Bangladesh	3	4	1	8	0.1582	0.1185	40.8847
Bangladesh	3	4	4	1	0.2250	0.1906	80.0706
Bangladesh	3	4	4	4	0.1861	0.1512	59.1442
Bangladesh	3	4	4	8	0.1428	0.1107	40.1607
Bangladesh	3	4	8	1	0.2332	0.2002	85.9949
Bangladesh	3	4	8	4	0.2020	0.1700	70.4909
Bangladesh	3	4	8	8	0.2210	0.1827	73.9402
Bangladesh	6	2	1	1	0.1971	0.1792	59.6637
Bangladesh	6	2	1	4	0.2678	0.2449	81.9823
Bangladesh	6	2	1	8	0.2151	0.1922	62.4025
Bangladesh	6	2	4	1	0.3332	0.3119	107.9701
Bangladesh	6	2	4	4	0.2943	0.2745	94.4315
Bangladesh	6	2	4	8	0.2926	0.2707	92.1016
Bangladesh	6	2	8	1	0.2068	0.1923	66.3206
Bangladesh	6	2	8	4	0.3097	0.2897	100.1753
Bangladesh	6	2	8	8	0.2616	0.2430	83.0723
Bangladesh	6	4	1	1	0.2042	0.1837	60.1208
Bangladesh	6	4	1	4	0.2230	0.1972	63.2006
Bangladesh	6	4	1	8	0.2058	0.1822	58.4271
Bangladesh	6	4	4	1	0.2723	0.2537	87.1366
Bangladesh	6	4	4	4	0.2581	0.2381	80.6510

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bangladesh	6	4	4	8	0.2237	0.2001	65.0217
Bangladesh	6	4	8	1	0.2828	0.2650	91.7636
Bangladesh	6	4	8	4	0.1973	0.1806	60.7974
Bangladesh	6	4	8	8	0.2210	0.2010	66.8075
Brunei	1	2	1	1	0.0451	0.0295	65.4839
Brunei	1	2	1	4	0.0534	0.0378	65.2148
Brunei	1	2	1	8	0.0477	0.0334	73.1818
Brunei	1	2	4	1	0.0622	0.0421	58.9592
Brunei	1	2	4	4	0.0522	0.0354	59.2332
Brunei	1	2	4	8	0.0550	0.0376	59.6495
Brunei	1	2	8	1	0.0547	0.0365	58.1062
Brunei	1	2	8	4	0.0628	0.0425	60.5449
Brunei	1	2	8	8	0.0588	0.0396	58.3865
Brunei	1	4	1	1	0.0504	0.0367	85.0641
Brunei	1	4	1	4	0.0470	0.0352	96.8673
Brunei	1	4	1	8	0.0491	0.0366	92.8826
Brunei	1	4	4	1	0.0611	0.0423	62.2938
Brunei	1	4	4	4	0.0544	0.0377	61.0086
Brunei	1	4	4	8	0.0472	0.0324	67.8161
Brunei	1	4	8	1	0.0767	0.0539	84.5904
Brunei	1	4	8	4	0.0479	0.0319	60.4716
Brunei	1	4	8	8	0.0505	0.0349	63.1662
Brunei	3	2	1	1	0.0493	0.0321	70.0555
Brunei	3	2	1	4	0.0603	0.0412	59.3664

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Brunei	3	2	1	8	0.0494	0.0323	96.1061
Brunei	3	2	4	1	0.0673	0.0494	70.4585
Brunei	3	2	4	4	0.0660	0.0458	55.0349
Brunei	3	2	4	8	0.0613	0.0437	67.8479
Brunei	3	2	8	1	0.0728	0.0546	78.6036
Brunei	3	2	8	4	0.0731	0.0546	80.1420
Brunei	3	2	8	8	0.0714	0.0522	79.5095
Brunei	3	4	1	1	0.0486	0.0422	126.4498
Brunei	3	4	1	4	0.0488	0.0357	113.9161
Brunei	3	4	1	8	0.0487	0.0331	104.8307
Brunei	3	4	4	1	0.0647	0.0453	59.4598
Brunei	3	4	4	4	0.0546	0.0380	77.4050
Brunei	3	4	4	8	0.0519	0.0353	75.5543
Brunei	3	4	8	1	0.0590	0.0417	68.1760
Brunei	3	4	8	4	0.0616	0.0422	60.1709
Brunei	3	4	8	8	0.0530	0.0360	69.9090
Brunei	6	2	1	1	0.0677	0.0486	65.4264
Brunei	6	2	1	4	0.0698	0.0537	98.3647
Brunei	6	2	1	8	0.0604	0.0459	117.5950
Brunei	6	2	4	1	0.0801	0.0576	58.0224
Brunei	6	2	4	4	0.0709	0.0513	67.5297
Brunei	6	2	4	8	0.0648	0.0488	103.1314
Brunei	6	2	8	1	0.0859	0.0645	77.4946
Brunei	6	2	8	4	0.0709	0.0517	71.9715

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Brunei	6	2	8	8	0.0825	0.0591	57.5154
Brunei	6	4	1	1	0.0617	0.0465	106.4169
Brunei	6	4	1	4	0.0587	0.0459	121.0891
Brunei	6	4	1	8	0.0591	0.0460	150.3118
Brunei	6	4	4	1	0.0571	0.0375	52.1455
Brunei	6	4	4	4	0.0612	0.0463	124.2311
Brunei	6	4	4	8	0.0601	0.0475	160.3439
Brunei	6	4	8	1	0.0641	0.0492	147.2148
Brunei	6	4	8	4	0.0643	0.0480	98.0602
Brunei	6	4	8	8	0.0677	0.0513	94.3639
Cambodia	1	2	1	1	0.3025	0.1047	58.7668
Cambodia	1	2	1	4	0.3001	0.0950	51.7125
Cambodia	1	2	1	8	0.3001	0.0959	52.4759
Cambodia	1	2	4	1	0.3003	0.0939	60.9436
Cambodia	1	2	4	4	0.3036	0.1075	56.0238
Cambodia	1	2	4	8	0.3006	0.0981	58.6725
Cambodia	1	2	8	1	0.3009	0.0987	63.6073
Cambodia	1	2	8	4	0.3005	0.0944	65.3377
Cambodia	1	2	8	8	0.3006	0.0956	65.6632
Cambodia	1	4	1	1	0.3001	0.0957	51.1857
Cambodia	1	4	1	4	0.3046	0.1098	53.5525
Cambodia	1	4	1	8	0.3001	0.0956	50.7944
Cambodia	1	4	4	1	0.3027	0.1040	68.5927
Cambodia	1	4	4	4	0.3017	0.1019	61.8739

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	1	4	4	8	0.3009	0.0982	66.5063
Cambodia	1	4	8	1	0.3149	0.1213	70.5511
Cambodia	1	4	8	4	0.3018	0.1017	66.5106
Cambodia	1	4	8	8	0.3006	0.0972	61.9964
Cambodia	3	2	1	1	0.0308	0.0209	
Cambodia	3	2	1	4	0.0306	0.0210	
Cambodia	3	2	1	8	0.0153	0.0110	
Cambodia	3	2	4	1	0.0041	0.0041	
Cambodia	3	2	4	4	0.0036	0.0034	
Cambodia	3	2	4	8	0.0379	0.0248	
Cambodia	3	2	8	1	0.0454	0.0282	
Cambodia	3	2	8	4	0.0230	0.0148	
Cambodia	3	2	8	8	0.0088	0.0066	
Cambodia	3	4	1	1	0.0099	0.0084	
Cambodia	3	4	1	4	0.0057	0.0054	
Cambodia	3	4	1	8	0.0078	0.0070	
Cambodia	3	4	4	1	0.0723	0.0412	
Cambodia	3	4	4	4	0.0301	0.0196	
Cambodia	3	4	4	8	0.0121	0.0080	
Cambodia	3	4	8	1	0.1320	0.0795	
Cambodia	3	4	8	4	0.0653	0.0396	
Cambodia	3	4	8	8	0.0156	0.0110	
Cambodia	6	2	1	1	0.0060	0.0059	
Cambodia	6	2	1	4	0.0037	0.0034	

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Cambodia	6	2	1	8	0.0127	0.0100	
Cambodia	6	2	4	1	0.2961	0.2040	
Cambodia	6	2	4	4	0.0066	0.0062	
Cambodia	6	2	4	8	0.0055	0.0053	
Cambodia	6	2	8	1	0.0811	0.0554	
Cambodia	6	2	8	4	0.0235	0.0180	
Cambodia	6	2	8	8	0.0268	0.0190	
Cambodia	6	4	1	1	0.0172	0.0144	
Cambodia	6	4	1	4	0.0164	0.0137	
Cambodia	6	4	1	8	0.0291	0.0232	
Cambodia	6	4	4	1	0.0091	0.0079	
Cambodia	6	4	4	4	0.0350	0.0259	
Cambodia	6	4	4	8	0.0071	0.0054	
Cambodia	6	4	8	1	0.0042	0.0042	
Cambodia	6	4	8	4	0.0186	0.0148	
Cambodia	6	4	8	8	0.0148	0.0115	
India	1	2	1	1	0.0471	0.0403	35.3097
India	1	2	1	4	0.0472	0.0403	33.7893
India	1	2	1	8	0.0535	0.0496	43.3353
India	1	2	4	1	0.0508	0.0378	75.0881
India	1	2	4	4	0.0501	0.0382	72.3137
India	1	2	4	8	0.0487	0.0383	66.6037
India	1	2	8	1	0.0582	0.0392	96.0396

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
India	1	2	8	4	0.0500	0.0365	73.7438
India	1	2	8	8	0.0552	0.0384	88.4921
India	1	4	1	1	0.0612	0.0564	46.1075
India	1	4	1	4	0.0719	0.0658	62.2588
India	1	4	1	8	0.0692	0.0637	57.5087
India	1	4	4	1	0.0472	0.0391	54.4970
India	1	4	4	4	0.0478	0.0443	46.8644
India	1	4	4	8	0.0456	0.0394	40.7053
India	1	4	8	1	0.0504	0.0379	73.3642
India	1	4	8	4	0.0460	0.0367	55.2705
India	1	4	8	8	0.0467	0.0379	56.9966
India	3	2	1	1	0.0484	0.0402	41.6708
India	3	2	1	4	0.0484	0.0406	40.8721
India	3	2	1	8	0.0530	0.0480	42.5897
India	3	2	4	1	0.0553	0.0437	68.1980
India	3	2	4	4	0.0578	0.0421	81.3405
India	3	2	4	8	0.0494	0.0413	45.1408
India	3	2	8	1	0.0551	0.0425	73.0518
India	3	2	8	4	0.0526	0.0423	61.6307
India	3	2	8	8	0.0552	0.0433	73.0906
India	3	4	1	1	0.0537	0.0480	39.6552
India	3	4	1	4	0.0691	0.0617	59.7083
India	3	4	1	8	0.0676	0.0589	55.4128
India	3	4	4	1	0.0543	0.0417	69.9422

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
India	3	4	4	4	0.0507	0.0414	57.0426
India	3	4	4	8	0.0485	0.0407	39.5890
India	3	4	8	1	0.0554	0.0426	74.3911
India	3	4	8	4	0.0514	0.0418	60.0422
India	3	4	8	8	0.0509	0.0422	55.8093
India	6	2	1	1	0.0529	0.0423	33.8622
India	6	2	1	4	0.0578	0.0541	55.7414
India	6	2	1	8	0.0589	0.0498	43.9191
India	6	2	4	1	0.0742	0.0578	67.9377
India	6	2	4	4	0.0646	0.0504	75.2340
India	6	2	4	8	0.0634	0.0499	71.2618
India	6	2	8	1	0.0913	0.0847	143.2714
India	6	2	8	4	0.0703	0.0528	91.1865
India	6	2	8	8	0.0648	0.0512	70.4656
India	6	4	1	1	0.0510	0.0451	41.0249
India	6	4	1	4	0.0611	0.0505	43.8267
India	6	4	1	8	0.0526	0.0486	47.7066
India	6	4	4	1	0.0607	0.0480	65.2825
India	6	4	4	4	0.0551	0.0441	43.4999
India	6	4	4	8	0.0546	0.0478	42.3546
India	6	4	8	1	0.0621	0.0536	49.3539
India	6	4	8	4	0.0608	0.0480	69.2153
India	6	4	8	8	0.0574	0.0457	59.6458
Indonesia	1	2	1	1	0.3467	0.1759	91.8160
Indonesia	1	2	1	4	0.3661	0.1810	99.0380

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	1	2	1	8	0.3670	0.1812	99.3580
Indonesia	1	2	4	1	0.3689	0.1821	99.9177
Indonesia	1	2	4	4	0.3778	0.1891	102.1686
Indonesia	1	2	4	8	0.3604	0.1796	97.0534
Indonesia	1	2	8	1	0.3705	0.1831	100.4017
Indonesia	1	2	8	4	0.3970	0.2042	107.8613
Indonesia	1	2	8	8	0.3670	0.1814	99.1221
Indonesia	1	4	1	1	0.3577	0.1791	96.1482
Indonesia	1	4	1	4	0.3587	0.1792	96.6565
Indonesia	1	4	1	8	0.3737	0.1861	101.7667
Indonesia	1	4	4	1	0.3724	0.1849	101.0101
Indonesia	1	4	4	4	0.3774	0.1890	102.2511
Indonesia	1	4	4	8	0.3675	0.1815	99.2696
Indonesia	1	4	8	1	0.3967	0.2044	108.1942
Indonesia	1	4	8	4	0.3887	0.1974	105.1775
Indonesia	1	4	8	8	0.4088	0.2131	110.9833
Indonesia	3	2	1	1	0.4085	0.2228	100.1956
Indonesia	3	2	1	4	0.3966	0.2304	96.9683
Indonesia	3	2	1	8	0.3908	0.2486	93.8328
Indonesia	3	2	4	1	0.4663	0.3026	110.9756
Indonesia	3	2	4	4	0.4064	0.2296	99.2858
Indonesia	3	2	4	8	0.4285	0.2547	104.0701
Indonesia	3	2	8	1	0.3829	0.2461	91.2366
Indonesia	3	2	8	4	0.4010	0.2225	97.9165

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	3	2	8	8	0.4102	0.2288	100.3527
Indonesia	3	4	1	1	0.5532	0.3890	123.9012
Indonesia	3	4	1	4	0.3777	0.2530	86.8282
Indonesia	3	4	1	8	0.4197	0.2476	102.1991
Indonesia	3	4	4	1	0.4186	0.2393	102.1095
Indonesia	3	4	4	4	0.4438	0.2762	106.7528
Indonesia	3	4	4	8	0.4303	0.2576	104.7956
Indonesia	3	4	8	1	0.3900	0.2674	90.5444
Indonesia	3	4	8	4	0.3952	0.2405	96.1339
Indonesia	3	4	8	8	0.4226	0.2530	102.7269
Indonesia	6	2	1	1	0.4910	0.2783	100.0686
Indonesia	6	2	1	4	0.5109	0.3663	102.7697
Indonesia	6	2	1	8	0.4926	0.3256	99.2498
Indonesia	6	2	4	1	0.4903	0.2780	99.9154
Indonesia	6	2	4	4	0.5373	0.3912	109.8040
Indonesia	6	2	4	8	0.4788	0.3091	95.7678
Indonesia	6	2	8	1	0.4872	0.3131	98.2864
Indonesia	6	2	8	4	0.4889	0.2886	99.4828
Indonesia	6	2	8	8	0.5236	0.3663	107.2417
Indonesia	6	4	1	1	0.4909	0.2783	100.0644
Indonesia	6	4	1	4	0.4785	0.3062	95.5568
Indonesia	6	4	1	8	0.5029	0.3250	102.8356
Indonesia	6	4	4	1	0.4778	0.2934	95.8301
Indonesia	6	4	4	4	0.4855	0.2846	98.3491

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Indonesia	6	4	4	8	0.5016	0.3206	102.6225
Indonesia	6	4	8	1	0.4905	0.2779	99.9605
Indonesia	6	4	8	4	0.4881	0.3070	98.7640
Indonesia	6	4	8	8	0.4948	0.3051	100.8746
Kuwait	1	2	1	1	0.2280	0.2084	45.8301
Kuwait	1	2	1	4	0.3218	0.3081	69.4788
Kuwait	1	2	1	8	0.2403	0.2226	49.0865
Kuwait	1	2	4	1	0.4289	0.4185	96.0101
Kuwait	1	2	4	4	0.3839	0.3728	85.1389
Kuwait	1	2	4	8	0.3801	0.3688	84.1589
Kuwait	1	2	8	1	0.4300	0.4198	96.3861
Kuwait	1	2	8	4	0.4419	0.4318	99.2190
Kuwait	1	2	8	8	0.4344	0.4241	97.3823
Kuwait	1	4	1	1	0.2269	0.2075	45.3213
Kuwait	1	4	1	4	0.1367	0.1060	21.2650
Kuwait	1	4	1	8	0.0973	0.0812	18.2127
Kuwait	1	4	4	1	0.3604	0.3486	79.2973
Kuwait	1	4	4	4	0.2364	0.2177	48.1389
Kuwait	1	4	4	8	0.3580	0.3460	78.6855
Kuwait	1	4	8	1	0.5223	0.5118	118.1504
Kuwait	1	4	8	4	0.3672	0.3556	80.9827
Kuwait	1	4	8	8	0.4139	0.4032	92.3497
Kuwait	3	2	1	1	0.2616	0.2473	52.1357
Kuwait	3	2	1	4	0.3314	0.3206	68.7427
Kuwait	3	2	1	8	0.2271	0.2109	43.9976

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Kuwait	3	2	4	1	0.4404	0.4322	93.8881
Kuwait	3	2	4	4	0.3996	0.3903	84.4107
Kuwait	3	2	4	8	0.3347	0.3242	69.6104
Kuwait	3	2	8	1	0.3749	0.3655	78.9006
Kuwait	3	2	8	4	0.5500	0.5427	118.7396
Kuwait	3	2	8	8	0.4415	0.4335	94.2115
Kuwait	3	4	1	1	0.2999	0.2877	61.2864
Kuwait	3	4	1	4	0.1207	0.1050	21.3851
Kuwait	3	4	1	8	0.1038	0.0898	18.5153
Kuwait	3	4	4	1	0.0931	0.0780	17.6265
Kuwait	3	4	4	4	0.3309	0.3194	68.3832
Kuwait	3	4	4	8	0.2812	0.2684	56.9767
Kuwait	3	4	8	1	0.4376	0.4294	93.2582
Kuwait	3	4	8	4	0.3795	0.3705	80.0990
Kuwait	3	4	8	8	0.4252	0.4163	90.2542
Kuwait	6	2	1	1	0.4076	0.3971	83.9563
Kuwait	6	2	1	4	0.1960	0.1700	33.2031
Kuwait	6	2	1	8	0.3423	0.3301	69.1261
Kuwait	6	2	4	1	0.3635	0.3507	73.4424
Kuwait	6	2	4	4	0.3029	0.2866	59.1226
Kuwait	6	2	4	8	0.4001	0.3891	82.1337
Kuwait	6	2	8	1	0.8650	0.8607	188.1863
Kuwait	6	2	8	4	0.5990	0.5923	127.6305
Kuwait	6	2	8	8	0.2585	0.2375	48.0315
Kuwait	6	4	1	1	0.3158	0.3019	62.7631

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Kuwait	6	4	1	4	0.1159	0.1060	22.3256
Kuwait	6	4	1	8	0.1123	0.1016	20.8964
Kuwait	6	4	4	1	0.4293	0.4192	88.8293
Kuwait	6	4	4	4	0.1485	0.1276	25.0496
Kuwait	6	4	4	8	0.2530	0.2335	47.3315
Kuwait	6	4	8	1	0.4526	0.4431	94.1366
Kuwait	6	4	8	4	0.2872	0.2704	55.5633
Kuwait	6	4	8	8	0.4847	0.4762	101.6295
Lao PDR	1	2	1	1	0.0375	0.0356	53.9386
Lao PDR	1	2	1	4	0.0366	0.0346	56.2790
Lao PDR	1	2	1	8	0.0360	0.0337	57.8427
Lao PDR	1	2	4	1	0.0341	0.0239	81.6205
Lao PDR	1	2	4	4	0.0330	0.0252	77.2147
Lao PDR	1	2	4	8	0.0330	0.0266	73.4546
Lao PDR	1	2	8	1	0.0352	0.0212	89.0504
Lao PDR	1	2	8	4	0.0337	0.0217	85.3615
Lao PDR	1	2	8	8	0.0326	0.0265	72.8550
Lao PDR	1	4	1	1	0.0391	0.0376	50.5204
Lao PDR	1	4	1	4	0.0401	0.0385	49.5251
Lao PDR	1	4	1	8	0.0393	0.0379	48.9076
Lao PDR	1	4	4	1	0.0344	0.0297	68.6053
Lao PDR	1	4	4	4	0.0346	0.0306	66.2263
Lao PDR	1	4	4	8	0.0354	0.0328	60.1375
Lao PDR	1	4	8	1	0.0329	0.0274	71.1446
Lao PDR	1	4	8	4	0.0333	0.0261	75.2605

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Lao PDR	1	4	8	8	0.0337	0.0290	68.7636
Lao PDR	3	2	1	1	0.0398	0.0375	54.4755
Lao PDR	3	2	1	4	0.0391	0.0366	55.0018
Lao PDR	3	2	1	8	0.0399	0.0376	55.7436
Lao PDR	3	2	4	1	0.0359	0.0251	80.1342
Lao PDR	3	2	4	4	0.0381	0.0333	70.0487
Lao PDR	3	2	4	8	0.0377	0.0337	65.9405
Lao PDR	3	2	8	1	0.0370	0.0243	85.9348
Lao PDR	3	2	8	4	0.0359	0.0292	73.8611
Lao PDR	3	2	8	8	0.0366	0.0271	80.6885
Lao PDR	3	4	1	1	0.0395	0.0372	57.0751
Lao PDR	3	4	1	4	0.0416	0.0397	52.4535
Lao PDR	3	4	1	8	0.0416	0.0399	48.2414
Lao PDR	3	4	4	1	0.0387	0.0359	60.3444
Lao PDR	3	4	4	4	0.0372	0.0340	58.5536
Lao PDR	3	4	4	8	0.0405	0.0384	52.8021
Lao PDR	3	4	8	1	0.0361	0.0275	77.2706
Lao PDR	3	4	8	4	0.0362	0.0293	72.4020
Lao PDR	3	4	8	8	0.0368	0.0331	62.4141
Lao PDR	6	2	1	1	0.0346	0.0346	
Lao PDR	6	2	1	4	0.0325	0.0324	
Lao PDR	6	2	1	8	0.0354	0.0354	
Lao PDR	6	2	4	1	0.0089	0.0076	
Lao PDR	6	2	4	4	0.0262	0.0258	
Lao PDR	6	2	4	8	0.0204	0.0203	

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Lao PDR	6	2	8	1	0.0079	0.0079	
Lao PDR	6	2	8	4	0.0230	0.0229	
Lao PDR	6	2	8	8	0.0224	0.0223	
Lao PDR	6	4	1	1	0.0521	0.0520	
Lao PDR	6	4	1	4	0.0379	0.0379	
Lao PDR	6	4	1	8	0.0377	0.0377	
Lao PDR	6	4	4	1	0.0205	0.0205	
Lao PDR	6	4	4	4	0.0352	0.0352	
Lao PDR	6	4	4	8	0.0309	0.0308	
Lao PDR	6	4	8	1	0.0138	0.0137	
Lao PDR	6	4	8	4	0.0208	0.0198	
Lao PDR	6	4	8	8	0.0401	0.0401	
Malaysia	1	2	1	1	0.1403	0.0838	3,091.0813
Malaysia	1	2	1	4	0.1340	0.0796	3,128.2738
Malaysia	1	2	1	8	0.1319	0.0798	3,313.7324
Malaysia	1	2	4	1	0.1625	0.0874	1,322.5314
Malaysia	1	2	4	4	0.1538	0.0825	1,446.9254
Malaysia	1	2	4	8	0.1536	0.0823	1,369.0329
Malaysia	1	2	8	1	0.1363	0.0673	951.8799
Malaysia	1	2	8	4	0.1514	0.0789	851.7866
Malaysia	1	2	8	8	0.1406	0.0719	1,099.9471
Malaysia	1	4	1	1	0.1323	0.0865	4,127.8277
Malaysia	1	4	1	4	0.1290	0.0860	4,243.0743
Malaysia	1	4	1	8	0.1262	0.0866	4,198.5046
Malaysia	1	4	4	1	0.1403	0.0768	2,232.7984

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Malaysia	1	4	4	4	0.1494	0.0834	2,204.0559
Malaysia	1	4	4	8	0.1307	0.0735	2,708.0108
Malaysia	1	4	8	1	0.1247	0.0710	1,674.7656
Malaysia	1	4	8	4	0.1487	0.0795	1,545.0889
Malaysia	1	4	8	8	0.1313	0.0696	2,062.2385
Malaysia	3	2	1	1	0.1500	0.0890	2,262.9705
Malaysia	3	2	1	4	0.1461	0.0918	2,656.2594
Malaysia	3	2	1	8	0.1419	0.0916	3,020.0438
Malaysia	3	2	4	1	0.1538	0.0901	1,884.1224
Malaysia	3	2	4	4	0.1527	0.0867	1,882.1104
Malaysia	3	2	4	8	0.1617	0.0890	1,248.2761
Malaysia	3	2	8	1	0.2003	0.1380	1,082.2585
Malaysia	3	2	8	4	0.1593	0.0920	1,187.0605
Malaysia	3	2	8	8	0.1612	0.0878	1,010.6278
Malaysia	3	4	1	1	0.1444	0.0964	3,397.5567
Malaysia	3	4	1	4	0.1439	0.0965	3,444.5577
Malaysia	3	4	1	8	0.1450	0.0973	3,377.0652
Malaysia	3	4	4	1	0.1750	0.1359	2,260.6205
Malaysia	3	4	4	4	0.1427	0.0944	3,042.8172
Malaysia	3	4	4	8	0.1427	0.0975	3,319.0263
Malaysia	3	4	8	1	0.1486	0.0905	2,091.3332
Malaysia	3	4	8	4	0.1544	0.1007	2,534.8187
Malaysia	3	4	8	8	0.1533	0.0858	1,751.8758
Malaysia	6	2	1	1	0.1877	0.1581	8,396.3609

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Malaysia	6	2	1	4	0.1693	0.1140	2,133.5073
Malaysia	6	2	1	8	0.1746	0.1293	5,367.7531
Malaysia	6	2	4	1	0.1979	0.1257	863.7840
Malaysia	6	2	4	4	0.1988	0.1271	1,048.8668
Malaysia	6	2	4	8	0.1831	0.1356	5,448.5532
Malaysia	6	2	8	1	0.2005	0.1275	895.7661
Malaysia	6	2	8	4	0.2019	0.1281	255.0769
Malaysia	6	2	8	8	0.1873	0.1276	2,757.2385
Malaysia	6	4	1	1	0.1775	0.1275	4,454.2562
Malaysia	6	4	1	4	0.1722	0.1261	5,012.9803
Malaysia	6	4	1	8	0.1679	0.1261	4,460.3584
Malaysia	6	4	4	1	0.1860	0.1316	4,113.7707
Malaysia	6	4	4	4	0.1828	0.1201	1,928.5028
Malaysia	6	4	4	8	0.1713	0.1215	4,005.1958
Malaysia	6	4	8	1	0.2424	0.2010	5,347.5906
Malaysia	6	4	8	4	0.1761	0.1362	4,946.1249
Malaysia	6	4	8	8	0.1761	0.1333	6,146.6296
Maldives	1	2	1	1	0.4281	0.3252	84.9200
Maldives	1	2	1	4	0.4231	0.3166	80.1961
Maldives	1	2	1	8	0.3791	0.2813	67.9237
Maldives	1	2	4	1	0.3274	0.2373	58.0968
Maldives	1	2	4	4	0.4559	0.3523	96.6961
Maldives	1	2	4	8	0.4109	0.3153	82.8194
Maldives	1	2	8	1	0.4519	0.3509	96.8022
Maldives	1	2	8	4	0.4222	0.3272	88.3481

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Maldives	1	2	8	8	0.4416	0.3422	93.4378
Maldives	1	4	1	1	0.4178	0.3095	76.5830
Maldives	1	4	1	4	0.3804	0.2802	66.7690
Maldives	1	4	1	8	0.3561	0.2547	56.0333
Maldives	1	4	4	1	0.3898	0.2899	69.8888
Maldives	1	4	4	4	0.4392	0.3347	88.6137
Maldives	1	4	4	8	0.4093	0.3109	80.0946
Maldives	1	4	8	1	0.5257	0.4235	116.3111
Maldives	1	4	8	4	0.4608	0.3563	97.3930
Maldives	1	4	8	8	0.4464	0.3436	93.0389
Maldives	3	2	1	1	0.4736	0.3800	86.8750
Maldives	3	2	1	4	0.3587	0.2382	49.7424
Maldives	3	2	1	8	0.4109	0.3060	62.6041
Maldives	3	2	4	1	0.4897	0.3999	94.2346
Maldives	3	2	4	4	0.4660	0.3692	83.4359
Maldives	3	2	4	8	0.4474	0.3447	74.6800
Maldives	3	2	8	1	0.5580	0.4750	118.8074
Maldives	3	2	8	4	0.4489	0.3556	80.4739
Maldives	3	2	8	8	0.4368	0.3302	69.8529
Maldives	3	4	1	1	0.4209	0.3065	58.1939
Maldives	3	4	1	4	0.3802	0.2607	46.6245
Maldives	3	4	1	8	0.4104	0.2924	54.5928
Maldives	3	4	4	1	0.3578	0.2417	48.0541
Maldives	3	4	4	4	0.3947	0.2720	50.5133
Maldives	3	4	4	8	0.4871	0.3940	90.8982

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Maldives	3	4	8	1	0.4219	0.2985	56.2454
Maldives	3	4	8	4	0.5981	0.5232	137.1397
Maldives	3	4	8	8	0.4548	0.3642	83.4659
Maldives	6	2	1	1	0.1596	0.1277	62.7889
Maldives	6	2	1	4	0.2183	0.1459	36.1014
Maldives	6	2	1	8	0.1942	0.1341	34.8401
Maldives	6	2	4	1	0.4076	0.3755	134.8067
Maldives	6	2	4	4	0.4526	0.4132	146.9902
Maldives	6	2	4	8	0.4514	0.4088	144.1334
Maldives	6	2	8	1	0.3388	0.2923	96.2027
Maldives	6	2	8	4	0.1813	0.1353	39.9739
Maldives	6	2	8	8	0.3314	0.2904	97.3030
Maldives	6	4	1	1	0.1877	0.1503	75.4913
Maldives	6	4	1	4	0.3010	0.2487	77.8528
Maldives	6	4	1	8	0.2627	0.2013	57.3700
Maldives	6	4	4	1	0.3207	0.2710	87.0565
Maldives	6	4	4	4	0.4246	0.3893	140.4717
Maldives	6	4	4	8	0.2614	0.1958	54.3891
Maldives	6	4	8	1	0.4541	0.4084	142.9376
Maldives	6	4	8	4	0.3881	0.3397	114.7678
Maldives	6	4	8	8	0.3839	0.3575	130.2000
Qatar	1	2	1	1	0.2626	0.1421	83.2754
Qatar	1	2	1	4	0.2765	0.1591	81.6364
Qatar	1	2	1	8	0.2790	0.1638	85.4286
Qatar	1	2	4	1	0.3384	0.2213	68.7967

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Qatar	1	2	4	4	0.3354	0.2166	66.3142
Qatar	1	2	4	8	0.3201	0.1999	61.6183
Qatar	1	2	8	1	0.4365	0.3230	128.1536
Qatar	1	2	8	4	0.4052	0.2916	107.8825
Qatar	1	2	8	8	0.3400	0.2239	70.4141
Qatar	1	4	1	1	0.3146	0.2011	102.1084
Qatar	1	4	1	4	0.2730	0.1612	98.0348
Qatar	1	4	1	8	0.2704	0.1577	96.9882
Qatar	1	4	4	1	0.3504	0.2300	71.0554
Qatar	1	4	4	4	0.3352	0.2158	66.7125
Qatar	1	4	4	8	0.2812	0.1625	76.2900
Qatar	1	4	8	1	0.3468	0.2302	71.5532
Qatar	1	4	8	4	0.3397	0.2222	68.7073
Qatar	1	4	8	8	0.3011	0.1800	63.5560
Qatar	3	2	1	1	0.3104	0.2034	87.1029
Qatar	3	2	1	4	0.3067	0.1795	96.1573
Qatar	3	2	1	8	0.3318	0.2190	84.0544
Qatar	3	2	4	1	0.3843	0.2782	78.5418
Qatar	3	2	4	4	0.4264	0.3383	112.5031
Qatar	3	2	4	8	0.3348	0.2097	71.9029
Qatar	3	2	8	1	0.3939	0.2913	88.4585
Qatar	3	2	8	4	0.4008	0.3025	95.5319
Qatar	3	2	8	8	0.3528	0.2323	72.7766
Qatar	3	4	1	1	0.2995	0.1700	82.4059
Qatar	3	4	1	4	0.3042	0.1935	94.0760

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Qatar	3	4	1	8	0.3033	0.1760	85.4425
Qatar	3	4	4	1	0.4310	0.3442	117.9980
Qatar	3	4	4	4	0.3394	0.2228	76.1357
Qatar	3	4	4	8	0.3052	0.1726	83.2528
Qatar	3	4	8	1	0.3837	0.2778	78.9793
Qatar	3	4	8	4	0.4223	0.3256	102.5421
Qatar	3	4	8	8	0.3217	0.1904	72.2450
Qatar	6	2	1	1	0.1415	0.1226	79.8311
Qatar	6	2	1	4	0.0892	0.0747	116.7921
Qatar	6	2	1	8	0.1312	0.1166	97.6270
Qatar	6	2	4	1	0.1769	0.1508	70.9495
Qatar	6	2	4	4	0.2652	0.2376	126.8043
Qatar	6	2	4	8	0.1257	0.1058	77.8937
Qatar	6	2	8	1	0.1961	0.1718	86.1205
Qatar	6	2	8	4	0.1710	0.1477	69.1282
Qatar	6	2	8	8	0.2498	0.2296	136.4404
Qatar	6	4	1	1	0.1137	0.0957	87.8587
Qatar	6	4	1	4	0.0836	0.0663	103.2393
Qatar	6	4	1	8	0.1087	0.0832	130.7030
Qatar	6	4	4	1	0.0753	0.0664	102.7969
Qatar	6	4	4	4	0.1036	0.0881	83.6226
Qatar	6	4	4	8	0.1023	0.0791	126.1070
Qatar	6	4	8	1	0.3054	0.2743	158.3517
Qatar	6	4	8	4	0.0957	0.0764	97.1709
Qatar	6	4	8	8	0.1161	0.0974	76.4661

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	1	2	1	1	0.3476	0.3270	87.5900
Russia	1	2	1	4	0.2902	0.2655	69.1946
Russia	1	2	1	8	0.2297	0.1967	48.6114
Russia	1	2	4	1	0.3639	0.3443	92.7031
Russia	1	2	4	4	0.3708	0.3517	94.9123
Russia	1	2	4	8	0.3637	0.3443	92.7046
Russia	1	2	8	1	0.3529	0.3323	89.1119
Russia	1	2	8	4	0.3907	0.3727	101.1865
Russia	1	2	8	8	0.3442	0.3232	86.3823
Russia	1	4	1	1	0.1672	0.1238	28.1650
Russia	1	4	1	4	0.1808	0.1396	32.1439
Russia	1	4	1	8	0.2042	0.1661	39.4582
Russia	1	4	4	1	0.2119	0.1663	39.5672
Russia	1	4	4	4	0.3222	0.2997	79.3708
Russia	1	4	4	8	0.3305	0.3090	82.1959
Russia	1	4	8	1	0.3900	0.3718	100.9508
Russia	1	4	8	4	0.3434	0.3225	86.1933
Russia	1	4	8	8	0.3693	0.3501	94.4543
Russia	3	2	1	1	0.3861	0.3675	96.9174
Russia	3	2	1	4	0.3288	0.3055	78.4988
Russia	3	2	1	8	0.1834	0.1405	31.2102
Russia	3	2	4	1	0.5098	0.4952	134.0327
Russia	3	2	4	4	0.2463	0.2118	50.9048
Russia	3	2	4	8	0.2657	0.2344	57.4859
Russia	3	2	8	1	0.1875	0.1388	30.1257

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	3	2	8	4	0.3313	0.3074	78.8764
Russia	3	2	8	8	0.2870	0.2584	64.4972
Russia	3	4	1	1	0.2612	0.2308	56.6609
Russia	3	4	1	4	0.1435	0.1118	26.5201
Russia	3	4	1	8	0.1320	0.1146	31.0786
Russia	3	4	4	1	0.3848	0.3654	96.0256
Russia	3	4	4	4	0.3553	0.3343	87.0538
Russia	3	4	4	8	0.2080	0.1668	37.8948
Russia	3	4	8	1	0.3718	0.3510	91.6898
Russia	3	4	8	4	0.3839	0.3641	95.5345
Russia	3	4	8	8	0.3461	0.3237	83.7411
Russia	6	2	1	1	0.1801	0.1458	29.8433
Russia	6	2	1	4	0.1663	0.1353	27.8067
Russia	6	2	1	8	0.1580	0.1320	27.8826
Russia	6	2	4	1	0.3309	0.3086	69.9292
Russia	6	2	4	4	0.3730	0.3543	81.7445
Russia	6	2	4	8	0.4452	0.4301	101.1266
Russia	6	2	8	1	0.4306	0.4143	96.9235
Russia	6	2	8	4	0.2842	0.2597	57.7739
Russia	6	2	8	8	0.4706	0.4547	106.9050
Russia	6	4	1	1	0.1761	0.1545	34.0091
Russia	6	4	1	4	0.1700	0.1385	28.5053
Russia	6	4	1	8	0.1318	0.1170	26.8742
Russia	6	4	4	1	0.3992	0.3815	88.6207
Russia	6	4	4	4	0.3324	0.3112	70.8753

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Russia	6	4	4	8	0.2891	0.2643	58.8913
Russia	6	4	8	1	0.4807	0.4672	110.649 4
Russia	6	4	8	4	0.4351	0.4193	98.3063
Russia	6	4	8	8	0.4043	0.3867	89.8638
Saudi Arabia	1	2	1	1	0.2694	0.1488	55.0933
Saudi Arabia	1	2	1	4	0.2847	0.1670	61.5788
Saudi Arabia	1	2	1	8	0.2611	0.1371	56.5409
Saudi Arabia	1	2	4	1	0.3530	0.2535	82.2362
Saudi Arabia	1	2	4	4	0.3614	0.2619	85.5536
Saudi Arabia	1	2	4	8	0.3438	0.2421	76.8456
Saudi Arabia	1	2	8	1	0.3610	0.2646	90.1502
Saudi Arabia	1	2	8	4	0.3497	0.2514	82.9704
Saudi Arabia	1	2	8	8	0.3546	0.2567	85.3628
Saudi Arabia	1	4	1	1	0.2426	0.1317	60.8384
Saudi Arabia	1	4	1	4	0.2619	0.1397	67.8979
Saudi Arabia	1	4	1	8	0.2503	0.1329	70.3058
Saudi Arabia	1	4	4	1	0.2837	0.1707	58.7646
Saudi Arabia	1	4	4	4	0.3389	0.2348	76.4992
Saudi Arabia	1	4	4	8	0.3085	0.2007	67.8031
Saudi Arabia	1	4	8	1	0.3516	0.2515	80.8252
Saudi Arabia	1	4	8	4	0.3166	0.2122	68.0279
Saudi Arabia	1	4	8	8	0.3424	0.2400	76.9946
Saudi Arabia	3	2	1	1	0.3749	0.2818	83.2042
Saudi Arabia	3	2	1	4	0.3252	0.2105	53.0947

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	3	2	1	8	0.2881	0.1560	31.9809
Saudi Arabia	3	2	4	1	0.4109	0.3284	102.3414
Saudi Arabia	3	2	4	4	0.3025	0.1725	36.4319
Saudi Arabia	3	2	4	8	0.3675	0.2715	78.1820
Saudi Arabia	3	2	8	1	0.4175	0.3354	104.7460
Saudi Arabia	3	2	8	4	0.3471	0.2421	65.2823
Saudi Arabia	3	2	8	8	0.4288	0.3500	111.1804
Saudi Arabia	3	4	1	1	0.3577	0.2568	73.5916
Saudi Arabia	3	4	1	4	0.2755	0.1473	30.8359
Saudi Arabia	3	4	1	8	0.2775	0.1467	30.0652
Saudi Arabia	3	4	4	1	0.3733	0.2789	81.1719
Saudi Arabia	3	4	4	4	0.3495	0.2456	67.1819
Saudi Arabia	3	4	4	8	0.3207	0.2023	49.2770
Saudi Arabia	3	4	8	1	0.3877	0.2978	88.9289
Saudi Arabia	3	4	8	4	0.3354	0.2242	57.8011
Saudi Arabia	3	4	8	8	0.3474	0.2420	65.3780
Saudi Arabia	6	2	1	1	0.4074	0.2801	70.4300
Saudi Arabia	6	2	1	4	0.3411	0.1838	31.9251
Saudi Arabia	6	2	1	8	0.3328	0.1755	30.2573
Saudi Arabia	6	2	4	1	0.4400	0.3257	89.6791
Saudi Arabia	6	2	4	4	0.4102	0.2835	71.6315
Saudi Arabia	6	2	4	8	0.3955	0.2637	63.6447
Saudi Arabia	6	2	8	1	0.4343	0.3175	86.0324
Saudi Arabia	6	2	8	4	0.4320	0.3161	86.1113
Saudi Arabia	6	2	8	8	0.4296	0.3112	83.5203

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	6	4	1	1	0.3802	0.2410	54.5493
Saudi Arabia	6	4	1	4	0.3370	0.1829	33.7351
Saudi Arabia	6	4	1	8	0.3351	0.1752	29.4327
Saudi Arabia	6	4	4	1	0.3653	0.2329	55.1024
Saudi Arabia	6	4	4	4	0.4640	0.3561	102.6653
Saudi Arabia	6	4	4	8	0.3894	0.2528	58.8762
Saudi Arabia	6	4	8	1	0.4582	0.3494	99.7667
Saudi Arabia	6	4	8	4	0.3987	0.2675	65.0305
Saudi Arabia	6	4	8	8	0.4180	0.2957	77.1395
United Arab Emirates	1	2	1	1	0.2482	0.1680	56.4702
United Arab Emirates	1	2	1	4	0.1933	0.1135	41.4093
United Arab Emirates	1	2	1	8	0.2184	0.1390	47.4826
United Arab Emirates	1	2	4	1	0.2846	0.2152	83.6138
United Arab Emirates	1	2	4	4	0.2773	0.2074	79.4355
United Arab Emirates	1	2	4	8	0.2860	0.2147	82.0886
United Arab Emirates	1	2	8	1	0.2758	0.2086	82.4397
United Arab Emirates	1	2	8	4	0.2844	0.2174	86.7833

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	1	2	8	8	0.2739	0.2062	80.7143
United Arab Emirates	1	4	1	1	0.2175	0.1371	50.6338
United Arab Emirates	1	4	1	4	0.1843	0.1113	48.6746
United Arab Emirates	1	4	1	8	0.1816	0.1124	52.4599
United Arab Emirates	1	4	4	1	0.2818	0.2045	72.2912
United Arab Emirates	1	4	4	4	0.2496	0.1715	58.1861
United Arab Emirates	1	4	4	8	0.2629	0.1869	64.6201
United Arab Emirates	1	4	8	1	0.2776	0.2080	79.8188
United Arab Emirates	1	4	8	4	0.2468	0.1733	60.3480
United Arab Emirates	1	4	8	8	0.2422	0.1671	56.6053
United Arab Emirates	3	2	1	1	0.2737	0.2041	64.2527
United Arab Emirates	3	2	1	4	0.2418	0.1591	41.8286

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	3	2	1	8	0.2095	0.1264	33.1786
United Arab Emirates	3	2	4	1	0.2237	0.1623	55.8174
United Arab Emirates	3	2	4	4	0.2996	0.2424	84.6674
United Arab Emirates	3	2	4	8	0.2847	0.2193	72.3634
United Arab Emirates	3	2	8	1	0.3097	0.2501	87.6367
United Arab Emirates	3	2	8	4	0.3356	0.2848	105.4777
United Arab Emirates	3	2	8	8	0.2661	0.1847	54.6038
United Arab Emirates	3	4	1	1	0.2241	0.1369	34.1951
United Arab Emirates	3	4	1	4	0.2052	0.1252	34.8333
United Arab Emirates	3	4	1	8	0.2070	0.1457	49.6836
United Arab Emirates	3	4	4	1	0.2954	0.2326	78.8360
United Arab Emirates	3	4	4	4	0.2593	0.1816	52.9948

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	3	4	4	8	0.2658	0.1953	59.7784
United Arab Emirates	3	4	8	1	0.2582	0.1675	44.8519
United Arab Emirates	3	4	8	4	0.2580	0.1780	51.6677
United Arab Emirates	3	4	8	8	0.2691	0.1975	61.3354
United Arab Emirates	6	2	1	1	0.1307	0.1163	59.8954
United Arab Emirates	6	2	1	4	0.0875	0.0676	31.5098
United Arab Emirates	6	2	1	8	0.0799	0.0685	46.3417
United Arab Emirates	6	2	4	1	0.1601	0.1492	80.1844
United Arab Emirates	6	2	4	4	0.1216	0.1033	51.2674
United Arab Emirates	6	2	4	8	0.1482	0.1361	72.1337
United Arab Emirates	6	2	8	1	0.1796	0.1699	92.5622
United Arab Emirates	6	2	8	4	0.1973	0.1879	103.0607

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
United Arab Emirates	6	2	8	8	0.1329	0.1212	64.0984
United Arab Emirates	6	4	1	1	0.0610	0.0439	21.7587
United Arab Emirates	6	4	1	4	0.0852	0.0780	52.1063
United Arab Emirates	6	4	1	8	0.0775	0.0707	47.1775
United Arab Emirates	6	4	4	1	0.1370	0.1238	64.6919
United Arab Emirates	6	4	4	4	0.0957	0.0808	41.9728
United Arab Emirates	6	4	4	8	0.0753	0.0545	24.4137
United Arab Emirates	6	4	8	1	0.0521	0.0409	23.4055
United Arab Emirates	6	4	8	4	0.1841	0.1697	89.8387
United Arab Emirates	6	4	8	8	0.0746	0.0546	25.2215
Vietnam	1	2	1	1	0.0384	0.0383	6,706.0643
Vietnam	1	2	1	4	0.0425	0.0424	7,492.0918
Vietnam	1	2	1	8	0.0412	0.0411	7,256.3200

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	1	2	4	1	0.0156	0.0153	2,732.9641
Vietnam	1	2	4	4	0.0178	0.0176	3,136.1991
Vietnam	1	2	4	8	0.0206	0.0204	3,637.1494
Vietnam	1	2	8	1	0.0091	0.0087	1,584.4568
Vietnam	1	2	8	4	0.0129	0.0126	2,342.4500
Vietnam	1	2	8	8	0.0094	0.0090	1,649.7710
Vietnam	1	4	1	1	0.0607	0.0606	10,571.0394
Vietnam	1	4	1	4	0.0635	0.0634	11,177.3126
Vietnam	1	4	1	8	0.0616	0.0615	10,738.7001
Vietnam	1	4	4	1	0.0284	0.0283	4,975.5275
Vietnam	1	4	4	4	0.0344	0.0343	6,043.4018
Vietnam	1	4	4	8	0.0400	0.0399	7,065.1177
Vietnam	1	4	8	1	0.0172	0.0170	3,015.9374
Vietnam	1	4	8	4	0.0211	0.0210	3,748.1937
Vietnam	1	4	8	8	0.0188	0.0186	3,323.5427
Vietnam	3	2	1	1	0.0325	0.0324	5,732.4721
Vietnam	3	2	1	4	0.0410	0.0409	7,273.0230
Vietnam	3	2	1	8	0.0255	0.0253	4,656.2945
Vietnam	3	2	4	1	0.0152	0.0150	2,710.7259
Vietnam	3	2	4	4	0.0254	0.0252	4,613.1845
Vietnam	3	2	4	8	0.0233	0.0231	4,178.8966
Vietnam	3	2	8	1	0.0090	0.0085	1,590.6638
Vietnam	3	2	8	4	0.0166	0.0163	3,051.2089
Vietnam	3	2	8	8	0.0175	0.0172	3,219.8183

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	3	4	1	1	0.0548	0.0547	9,589.2546
Vietnam	3	4	1	4	0.0522	0.0521	9,233.6044
Vietnam	3	4	1	8	0.0344	0.0343	6,176.3924
Vietnam	3	4	4	1	0.0397	0.0396	6,999.3800
Vietnam	3	4	4	4	0.0251	0.0249	4,470.6624
Vietnam	3	4	4	8	0.0383	0.0382	6,807.4481
Vietnam	3	4	8	1	0.0244	0.0242	4,396.9606
Vietnam	3	4	8	4	0.0317	0.0316	5,605.8088
Vietnam	3	4	8	8	0.0271	0.0269	4,875.2398
Vietnam	6	2	1	1	0.0377	0.0377	11,026.3467
Vietnam	6	2	1	4	0.0278	0.0278	8,129.9107
Vietnam	6	2	1	8	0.0292	0.0292	8,576.9181
Vietnam	6	2	4	1	0.0154	0.0154	4,453.8615
Vietnam	6	2	4	4	0.0255	0.0255	7,431.3248
Vietnam	6	2	4	8	0.0262	0.0262	7,642.1448
Vietnam	6	2	8	1	0.0012	0.0010	220.0711
Vietnam	6	2	8	4	0.0153	0.0153	4,433.7619
Vietnam	6	2	8	8	0.0184	0.0184	5,340.8239
Vietnam	6	4	1	1	0.0522	0.0522	15,287.2358
Vietnam	6	4	1	4	0.0214	0.0214	6,282.9923
Vietnam	6	4	1	8	0.0504	0.0504	14,738.7961
Vietnam	6	4	4	1	0.0268	0.0268	7,801.6160
Vietnam	6	4	4	4	0.0389	0.0389	11,365.2449
Vietnam	6	4	4	8	0.0412	0.0412	12,067.1764
Vietnam	6	4	8	1	0.0224	0.0224	6,513.5134

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Vietnam	6	4	8	4	0.0228	0.0228	6,628.0126
Vietnam	6	4	8	8	0.0280	0.0280	8,194.7826

ดำเนินการใช้ Gridsearch เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในแต่ละประเทศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของแบบจำลอง BI-RNN ในลำดับถัดไปซึ่งผลของการดำเนินการแสดง ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบแบบจำลอง BI-RNN เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (ของแต่ละประเทศ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Bahrain	1	2	1	1	0.0531	0.0444	95.7417
Bangladesh	3	4	4	8	0.1428	0.1107	40.1607
Brunei	6	4	4	1	0.0571	0.0375	52.1455
Cambodia	1	4	1	8	0.3001	0.0956	50.7944
India	1	2	1	4	0.0472	0.0403	33.7893
Indonesia	3	4	1	4	0.3777	0.2530	86.8282
Kuwait	3	4	4	1	0.0931	0.0780	17.6265
Lao PDR	3	4	1	8	0.0416	0.0399	48.2414
Malaysia	6	2	8	4	0.2019	0.1281	255.0769
Maldives	6	2	1	8	0.1942	0.1341	34.8401
Qatar	1	2	4	8	0.3201	0.1999	61.6183
Russia	3	4	1	4	0.1435	0.1118	26.5201

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

Country Name	Parameter				Performance		
	Lookback Period	Epochs	Batch_Size	LSTM	RMSE	MAE	MAPE
Saudi Arabia	6	4	1	8	0.3351	0.1752	29.4327
United Arab Emirates	6	4	1	1	0.0610	0.0439	21.7587
Vietnam	6	2	8	1	0.0012	0.0010	220.0711

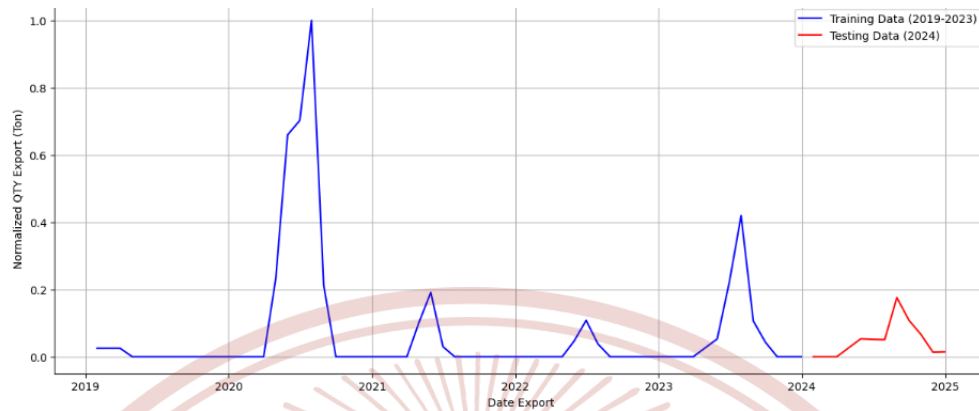
ผลพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง BI-RNN โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด



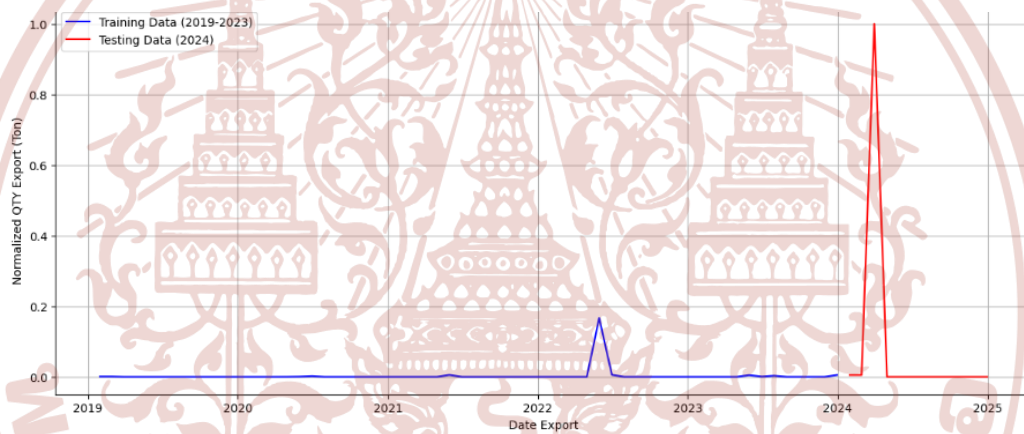
ภาพที่ 4-31 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บาร์เรน



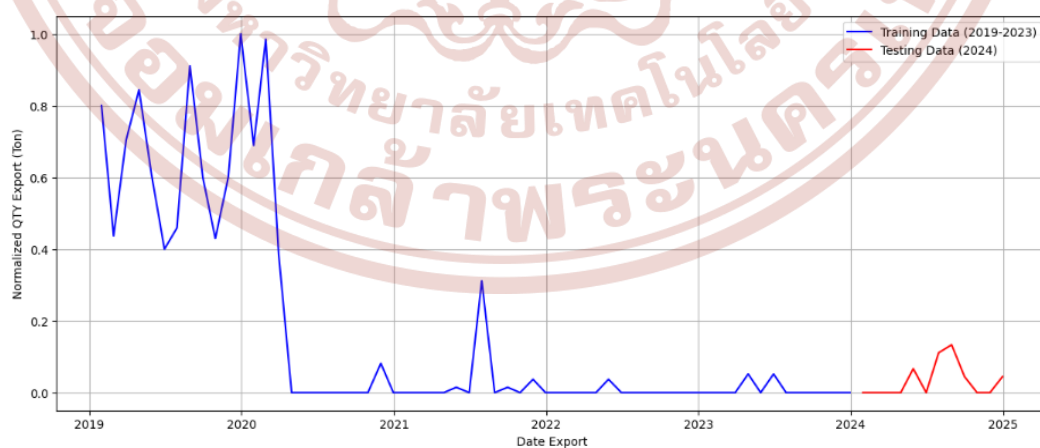
ภาพที่ 4-32 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บังกลาเทศ



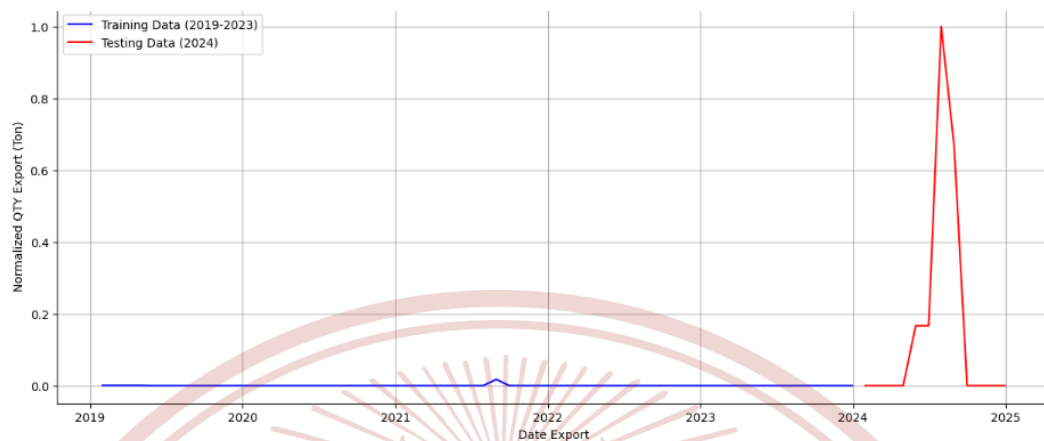
ภาพที่ 4-33 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ บรูไน



ภาพที่ 4-34 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ กัมพูชา



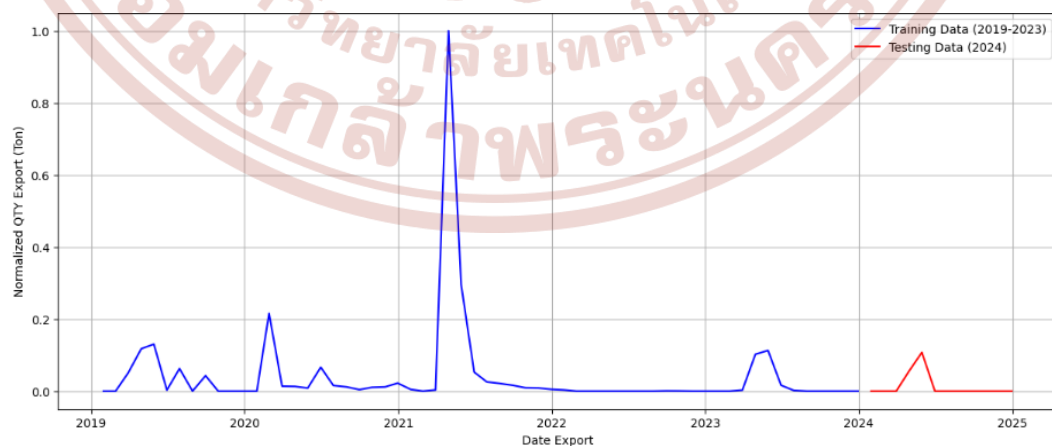
ภาพที่ 4-35 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ อินเดีย



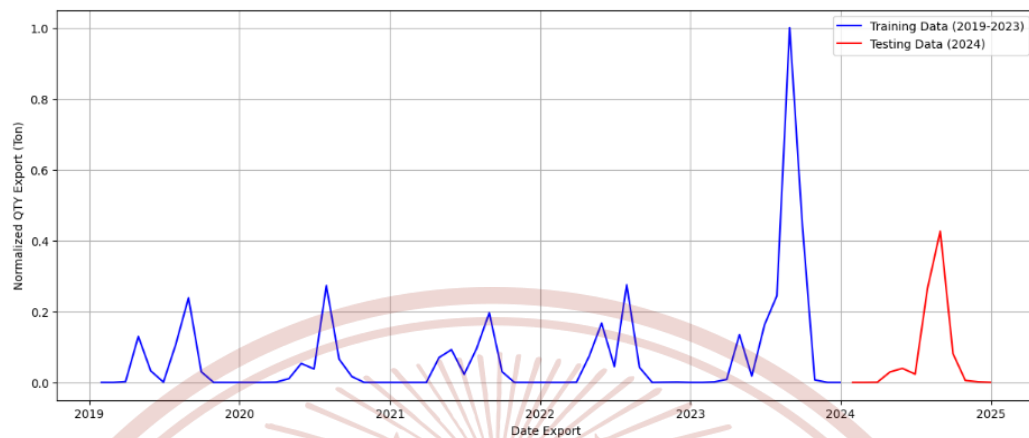
ภาพที่ 4-36 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ อินโดนีเซีย



ภาพที่ 4-37 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศ คูเวต



ภาพที่ 4-38 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



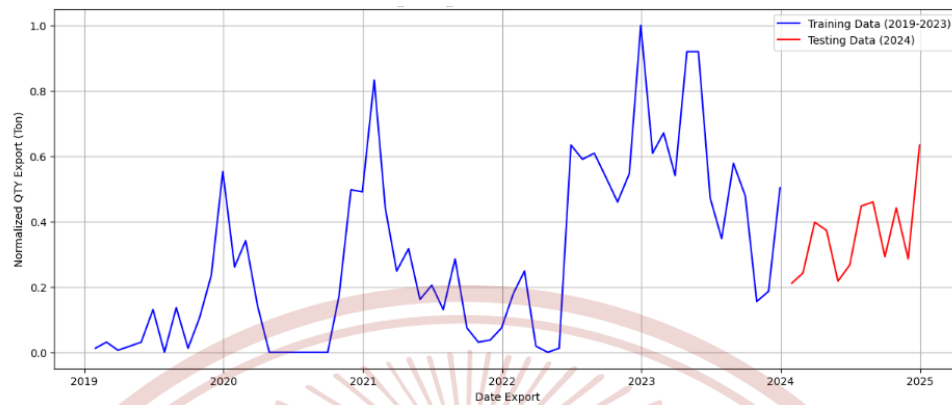
ภาพที่ 4-39 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศมาเลเซีย



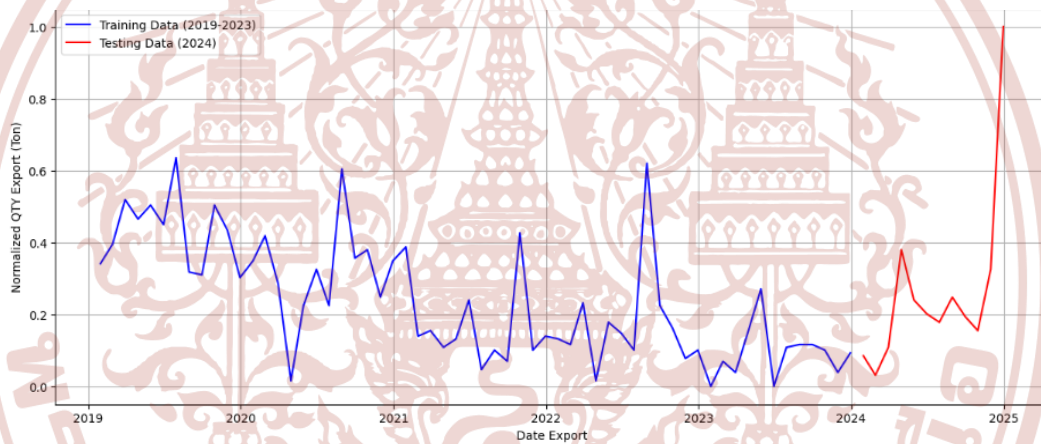
ภาพที่ 4-40 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สาธารณรัฐมัลดีฟส์



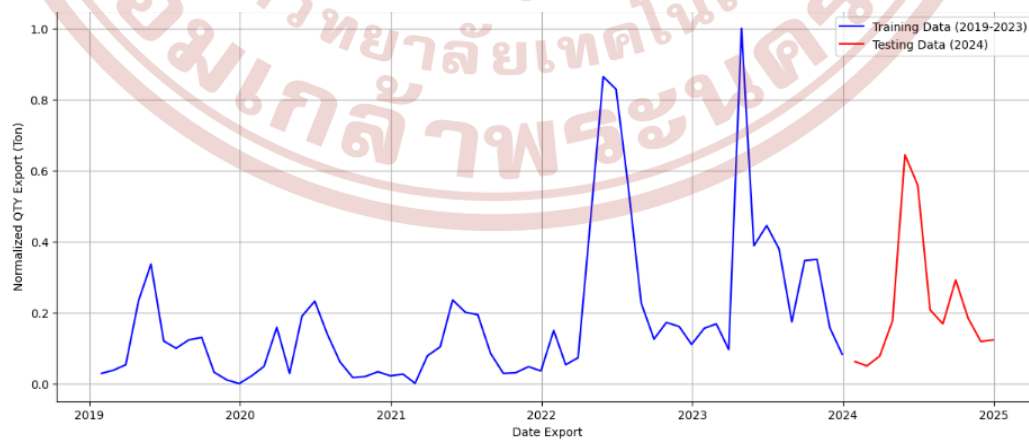
ภาพที่ 4-41 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN รัฐกาตาร์



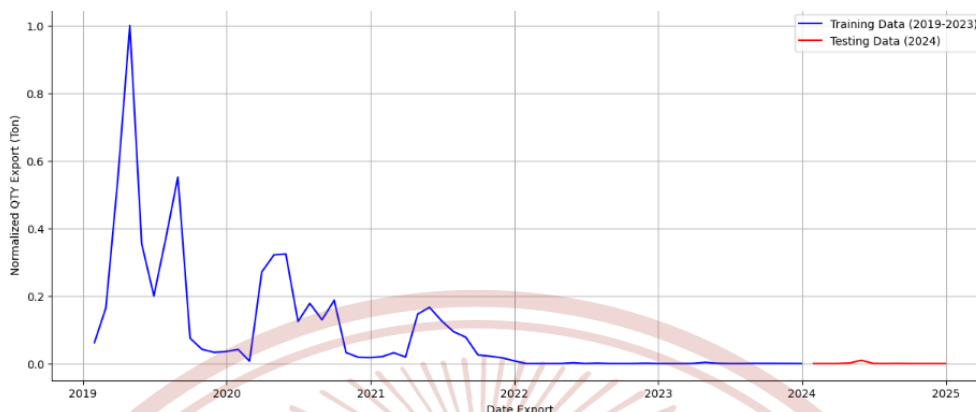
ภาพที่ 4-42 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สหพันธรัฐรัสเซีย



ภาพที่ 4-43 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ราชอาณาจักรซาอุดีอาระเบีย



ภาพที่ 4-44 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN สหรัฐอเมริกา



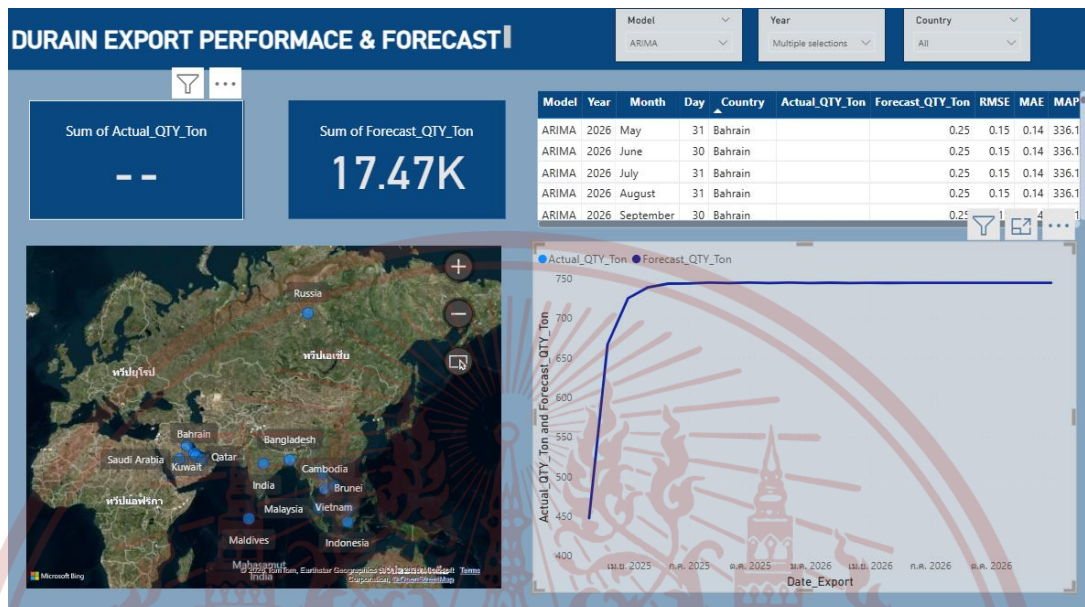
ภาพที่ 4-45 ผลการจำลองการพยากรณ์ BI-RNN ประเทศเวียดนาม

4.4 การแสดงข้อมูลการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยผ่าน POWER BI

หลังจากที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่ดีที่สุดจากการวัดผลประเมินประสิทธิภาพ 3 เกณฑ์พบว่าแบบจำลอง ARIMA จากประสิทธิภาพของแบบจำลองผ่าน RMSE, MAE และ MAPE ในแต่ละประเทศควบคู่กัน พบว่า พารามิเตอร์ (p,d,q) ของแบบจำลอง ARIMA ที่ดีที่สุดคือ $P = 1$, $D = 1$ และ $Q = 2$ โดยแสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลอง ARIMA (1,1,2) ผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์การส่งออกทุเรียนในปี พ.ศ 2568 – 2569 แสดงผลเป็น Dashboards ได้ตามภาพ 4-46



ภาพที่ 4-46 ภาพรวมการส่งออกทุเรียนโดยมีค่าจริงและค่าพยากรณ์การส่งออก
ตั้งแต่ปี พ.ศ 2562 - 2565



ภาพที่ 4-47 ภาพรวมการส่งออกทุเรียนโดยค่าพยากรณ์การส่งออก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568 - 2569

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก” สามารถสรุปผลการดำเนินงาน อภิปรายผล และขอให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก สามารถแบ่งการดำเนินการวิจัยได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนการรวบรวม และเตรียมข้อมูล เพื่อดำเนินการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองโดยใช้ข้อมูล การส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ตั้งแต่เดือน มกราคม 2562 – ธันวาคม 2567 โดยมีข้อมูลเป็นรายเดือน จำนวน 1,656 ระเบียบ ประกอบด้วย ชื่อประเทศ, ปีที่มีการส่งออกทุเรียน, เดือนที่มีการส่งออกทุเรียน , จำนวนการส่งออก (ตัน) หลังจากเข้ากระบวนการทำความสะอาดข้อมูลในการเติมข้อมูลที่สูญหายและแปลงข้อมูลการส่งออกให้อยู่ในรูปแบบต้นเพื่อใช้ในรูปแบบจำลองให้ข้อมูลมีความแม่นยำ ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลต่ำ จากนั้นแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ได้แก่ชุดฝึกสอน (Training) ปีพ.ศ. 2563–2566 และกำหนดชุดทดสอบ (Testing) เป็นปี พ.ศ. 2567

5.1.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ในแต่ละแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลอง 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) ซึ่ง 3 แบบจำลองกำหนดพารามิเตอร์ดังนี้ ค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA กำหนดค่าพารามิเตอร์ $P = (0-2)$ $D = (0-2)$ แบบจำลอง วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) ใช้พารามิเตอร์ $look_back_periods = [1, 3, 6]$, $epochs_list = [2,4]$, $batch_size_list = [1,4,8]$, $lstm_units_list = [1,4,8]$, $learning_rate_list = [0.001]$ วัดประสิทธิภาพแบบจำลองของแต่ละแบบจำลองโดยพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความ

คลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) พบว่าแบบจำลอง ARIMA ให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีกว่าแบบจำลองอื่น โดยสามารถให้ค่า RMSE ต่ำที่สุดถึง 8 ประเทศจาก 15 ประเทศ ซึ่งเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับโมเดลอื่นใน งานวิจัยนี้โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดคือ $P = 1$ $D = 1$ $Q = 2$ ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARIMA วิเคราะห์โดยใช้หลักเกณฑ์เรื่องของการเรียบง่ายและไม่ซับซ้อนของแบบจำลอง เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาในอนาคตได้ง่ายเข้ามาวิเคราะห์ร่วมด้วย

5.1.3 ขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยและการแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรม POWER BI นำข้อมูลตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2562 – ธันวาคม 2567 มาทำการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่ดีที่สุดเพื่อพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ในอีก 2 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2568 – พ.ศ.2569) และแสดงผลผ่าน POWER BI ในรูปแบบ Dashboards เพื่อสนับสนุนการวางแผนการเพาะปลูกและการปรับปรุงเขตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 1,656 ระเบียบ ซึ่งประกอบด้วยชื่อประเทศ ปี เดือน และปริมาณการส่งออก (ตัน) ข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะรายเดือน จำนวน 60 เดือน และได้ทำการสร้างแบบจำลอง 3 แบบจำลองได้แก่ ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) และได้วัดประสิทธิภาพแบบจำลองของแต่ละแบบจำลองโดยพิจารณาจากค่า คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่าแบบจำลอง ARIMA มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเนื่องจากสามารถให้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงค่าสัมบูรณ์ เช่น RMSE และ MAE อยู่ในระดับต่ำและมีความสม่ำเสมอในหลายประเทศที่ถูกประเมิน เช่น ประเทศบรูไน, สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, ประเทศบาร์เรน และ ประเทศบังกลาเทศ ซึ่งสะท้อนความสามารถของ ARIMA ในการจับรูปแบบความสัมพันธ์ตามเวลาได้อย่างเหมาะสม

อีกทั้งข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะอนุกรมเวลาที่ไม่ซับซ้อนมากและมีปริมาณข้อมูลต่อประเทศไม่สูง ทำให้โมเดลเชิงลำดับที่อาศัยโครงสร้าง AR และ MA ของ ARIMA สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโมเดลเชิงลึกอย่าง RNN หรือ Bi-RNN ที่ต้องการข้อมูลเป็นจำนวนมากเพื่อหลีกเลี่ยงการฟิตกับข้อมูลมากเกินไปผลคำนวณยังชี้ให้เห็นว่าในประเทศที่ฐานข้อมูลจริงมีความ

ต่อเนื่อง เช่นประเทศคูเวต และประเทศรัสเซีย โมเดล ARIMA สามารถคงค่า MAPE ให้อยู่ในระดับต่ำได้ ขณะที่ประเทศที่มีฐานจริงใกล้เคียงศูนย์จำนวนมาก เช่น ประเทศเวียดนาม และ ประเทศมาเลเซีย ก่อให้เกิด MAPE สูงไม่ว่าด้วยโมเดลใดก็ตาม จึงยังตอกย้ำว่า ARIMA เป็นโมเดลที่ให้ความแม่นยำเสถียรภาพ และความเหมาะสมสูงสุดตามเงื่อนไขและรูปแบบข้อมูลจริงที่ใช้ในการศึกษา จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแบบจำลองที่ดีที่สุดพยากรณ์ข้อมูลการส่งออกทุเรียนในอีก 24 เดือนหน้าและแสดงผลผ่าน POWER BI ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในหลายมิติ ได้แก่ การเพิ่มปริมาณข้อมูลในระยะยาว และเพิ่มความถี่ของการเก็บข้อมูล เพื่อให้สามารถประเมินความเหมาะสมของโมเดลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น SARIMA, Prophet หรือโมเดลเชิงลึกประเภท LSTM และ GRU ซึ่งต้องการข้อมูลจำนวนมากในการเรียนรู้ของแบบจำลองรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น ทั้งนี้จากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาพบว่าหลายประเทศมีค่าจริงเป็นศูนย์หรือผันผวนสูงเป็นช่วง ๆ จึงควรศึกษาวิธีการประมวลผลข้อมูลก่อนการสร้างแบบจำลอง เช่น เทคนิคจัดการ outliers การปรับสเกล (scaling) หรือการใช้เมตริกที่เหมาะสม เช่น MAPE หรือ MAE เพื่อลดปัญหาความลำเอียงของ MAPE ที่เกิดขึ้นในกลุ่มข้อมูลฐานต่ำหรือเป็นศูนย์จำนวนมาก นอกจากนี้ควรสำรวจการผสมข้อมูลปัจจัยเสริม เช่น ข้อมูลเศรษฐกิจมหภาค ฤดูกาล หรือปัจจัยทางโลจิสติกส์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลแบบหลายตัวแปร (multivariate time series) ซึ่งอาจช่วยเพิ่มความสามารถของแบบจำลองในการจับความแปรผันของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ทั้งหมดนี้จะช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้และสนับสนุนการพัฒนาการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและเสถียรเพิ่มขึ้นมากกว่าผลการวิเคราะห์ในปัจจุบัน

ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) พบว่าแบบจำลอง ARIMA ให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีกว่าแบบจำลองอื่น โดยสามารถให้ค่า RMSE ต่ำที่สุดถึง 8 ประเทศจาก 15 ประเทศ ซึ่งเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับโมเดลอื่นใน งานวิจัยนี้โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดคือ $P = 1$ $D = 1$ $Q = 2$ ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARIMA วิเคราะห์โดยใช้หลักเกณฑ์เรื่องของการเรียบง่ายและไม่ซับซ้อนของแบบจำลอง เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาในอนาคตได้ง่ายเข้ามาวิเคราะห์ร่วมด้วย

5.1.3 ขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยและการแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรม POWER BI นำข้อมูลตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2562 – ธันวาคม 2567 มาทำการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่ดีที่สุดเพื่อพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ในอีก 2 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2568 – พ.ศ.2569) และแสดงผลผ่าน POWER BI ในรูปแบบ Dashboards เพื่อสนับสนุนการวางแผนการเพาะปลูกและการปรับปรุงเขตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการส่งออกทุเรียนของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 1,656 ระเบียบ ซึ่งประกอบด้วยชื่อประเทศ ปี เดือน และปริมาณการส่งออก (ตัน) ข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะรายเดือน จำนวน 60 เดือน และได้ทำการสร้างแบบจำลอง 3 แบบจำลองได้แก่ ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Network: RNN) และ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำสองทิศทาง (Bidirectional Recurrent Neural Network : Bi-RNN) และได้วัดประสิทธิภาพแบบจำลองของแต่ละแบบจำลองโดยพิจารณาจากค่า คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่าแบบจำลอง ARIMA มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเนื่องจากสามารถให้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงค่าสัมบูรณ์ เช่น RMSE และ MAE อยู่ในระดับต่ำและมีความสม่ำเสมอในหลายประเทศที่ถูกประเมิน เช่น ประเทศบรูไน, สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, ประเทศบาห์เรน และ ประเทศบังกลาเทศ ซึ่งสะท้อนความสามารถของ ARIMA ในการจับรูปแบบความสัมพันธ์ตามเวลาได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะอนุกรมเวลาที่ไม่ซับซ้อนมากและมีปริมาณข้อมูลต่อประเทศไม่สูง ทำให้โมเดลเชิงลำดับที่อาศัยโครงสร้าง AR และ MA ของ ARIMA สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโมเดลเชิงลึกอย่าง RNN หรือ Bi-RNN ที่ต้องการข้อมูลเป็นจำนวนมากเพื่อหลีกเลี่ยงการฟิตกับข้อมูลมากเกินไปผลคำนวณยังชี้ให้เห็นว่าใน

ประเทศที่ฐานข้อมูลจริงมีความต่อเนื่อง เช่น ประเทศคูเวต และประเทศรัสเซีย โมเดล ARIMA สามารถคงค่า MAPE ให้อยู่ในระดับต่ำได้ ขณะที่ประเทศที่มีฐานจริงใกล้เคียงศูนย์จำนวนมาก เช่น ประเทศเวียดนาม และ ประเทศมาเลเซีย ก่อให้เกิด MAPE สูงไม่ว่าด้วยโมเดลใดก็ตาม จึงยังตอกย้ำว่า ARIMA เป็นโมเดลที่ให้ความแม่นยำ เสถียรภาพ และความเหมาะสมสูงสุดตามเงื่อนไขและรูปแบบข้อมูลจริงที่ใช้ในการศึกษา จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแบบจำลองที่ดีที่สุดพยากรณ์ข้อมูลการส่งออกทุเรียน ในอีก 24 เดือนหน้าและแสดงผลผ่าน POWER BI ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในหลายมิติ ได้แก่ การเพิ่มปริมาณข้อมูลในระยะยาว และเพิ่มความถี่ของการเก็บข้อมูล เพื่อให้สามารถประเมินความเหมาะสมของโมเดลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น SARIMA, Prophet หรือโมเดลเชิงลึกประเภท LSTM และ GRU ซึ่งต้องการข้อมูลจำนวนมากในการเรียนรู้ของแบบจำลองรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น ทั้งนี้จากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาพบว่าหลายประเทศมีค่าจริงเป็นศูนย์หรือผันผวนสูงเป็นช่วง ๆ จึงควรศึกษาวิธีการประมวลผลข้อมูลก่อนการสร้างแบบจำลอง เช่น เทคนิคจัดการ outliers การปรับสเกล (scaling) หรือการใช้เมตริกที่เหมาะสม เช่น MAPE หรือ MAE เพื่อลดปัญหาความลำเอียงของ MAPE ที่เกิดขึ้นในกลุ่มข้อมูลฐานต่ำหรือเป็นศูนย์จำนวนมาก นอกจากนี้ควรสำรวจการผสมข้อมูลปัจจัยเสริม เช่น ข้อมูลเศรษฐกิจมหภาค ฤดูกาล หรือปัจจัยทางโลจิสติกส์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลแบบหลายตัวแปร (multivariate time series) ซึ่งอาจช่วยเพิ่มความสามารถของแบบจำลองในการจับความแปรผันของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ทั้งหมดนี้จะช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้และสนับสนุนการพัฒนาการสร้างรูปแบบการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและเสถียรเพิ่มขึ้นมากกว่าผลการวิเคราะห์ในปัจจุบัน

บรรณานุกรม

1. Kobashi, I. (2025). Birth and pregnancy numbers decreased during the COVID-19 pandemic in Japan: A time series analysis with the ARIMA model. Journal of Obstetrics and Gynaecology Research, 51(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1111/jog.16202>
2. Sowmya, P., Krishna, M., & Saritha, D. (2025). The water quality prediction using decision tree. In International Conference on Innovations in Robotics, Intelligent Automation and Control. <https://doi.org/10.1063/5.0246060>
3. Veysel, Y. (2025). Forecasting monthly rainfall and temperature patterns in Van Province, Türkiye, using ARIMA and SARIMA models: A long-term climate analysis. Journal of Water and Climate Change, 16(2), 798–818.
4. Kobashi, I., (2025). “Birth and pregnancy numbers decreased during the COVID-19 pandemic in Japan: A time series analysis with the ARIMA model”. Journal of Obstetrics and Gynaecology Research, 51(1), 1–9. doi:10.1111/jog.16202.
5. Indrayani, D. (2024). E-commerce sales forecasting using machine learning algorithm. (Master’s thesis, Dublin Business School).
6. Lingfeng, G., et al. (2024). Bank credit risk early warning model based on machine learning decision trees. Journal of Economic Theory and Business Management, 1(3), 24–30.
7. Saira, M., Muhibullah, K., Muhammad, A., & Naeem, A. (2024). Sales forecasting using machine learning algorithm in the retail sector. Journal of Computing & Biomedical Informatics, 6(2), 282–294.
8. Bo, Y. (2023). Walmart sales prediction based on decision tree, random forest, and K neighbors regressor. Highlights in Business, Economics and Management, 5, 330–335.
9. Rajalakshmi, V., & Ganesh, V. (2022). Hybrid time-series forecasting models for traffic flow prediction. Journal of Traffic and Transportation, 34(4), 537–549.
10. Sandhya, C., et al. (2022). Sales forecasting using ARIMA model. International Journal of Creative Research Thoughts, 10(6), 135–139.

บรรณานุกรม (ต่อ)

11. Ariyono, S., Abdul, H., & Ni, M. (n.d.). Big data analytics for weather prediction: Integrating regression and ARIMA models to assess the impact of climate variability on fishermen safety and maritime operations. Politeknik Pelayaran Surabaya, University of Kuala Lumpur, Malaysia, & Udayana University Denpasar Bali, Indonesia.
12. Huang, Z., Xu, W., & Yu, K. (2015). Bidirectional LSTM-CRF models for sequence tagging. arXiv preprint arXiv:1508.01991.
13. Graves, A. (2012). Supervised sequence labelling with recurrent neural networks. Springer.
14. Sha, K., & Hela, A. (2020). ARIMA model for accurate time series stocks forecasting. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(7), 524–528.
15. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.
16. Pascanu, R., Mikolov, T., & Bengio, Y. (2013). On the difficulty of training recurrent neural networks. In Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML 2013).
17. Schuster, M., & Paliwal, K. K. (1997). Bidirectional recurrent neural networks. IEEE Transactions on Signal Processing, 45(11), 2673–2681.
18. Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. Cognitive Science, 14(2), 179–211.
19. Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating. errors. Nature, 323, 533–536.
20. ณพฐ์ โสภีพันธ์ และคณะ. (2567). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้เทคนิคการปรับให้เรียบเทคนิค ARIMA และเทคนิค Support Vector Machine. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
21. วรัญชี ธีรพัฒนาพร. (2566). การพยากรณ์ยอดขายสำหรับการขายปลีกในอีคอมเมิร์ซโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง. สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

22. วินัส จันทร์แปลง และคณะ. (2566). การพยากรณ์การขายสินค้าโดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล: กรณีศึกษา บริษัทกรีนฟู้ดส์ เมเนจเม้นท์ จำกัด. สาขาวิชาธุรกิจดิจิทัล คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม.
23. กรอภิชิต เหง้าพันธ์ และสมพร ปันโกษา. (2565). การพยากรณ์ความผันผวนของตลาดหลักทรัพย์โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
24. พิเชษฐ ศิริรัตน์ไพศาลกุล. (2565). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ราคาทองคำด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
25. อรรณพ กางกั้น. (2565). การพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์โดยเทคนิควิธีเหมือนข้อมูล. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
26. จิรโรจน์ ตอสะสุกุล. (2564). แบบจำลองการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้เทคนิคการทำเหมือนข้อมูล. วารสารวิชาการชาชนนเทศ มจร.ภูเก็ต. 5(2), 51-60.
27. รัชนิ โฆษิตานนท์. (2564). การพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อและจัดการวัตถุดิบคงคลังกรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องฟอกอากาศ. คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
28. วรางคณา เรียนสุทธิ. (2563). การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป. สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.
29. ไพศาล เรืองฤทธิ์. (2563). การพยากรณ์ราคาทุเรียนในประเทศและราคาทุเรียนส่งออกของประเทศไทย. สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
30. วีรศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ. (2560). การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนโดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

This is Mendeley biography



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชนนิกานต์ ภูทอง
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพยากรณ์การส่งออกทุเรียนของประเทศไทยด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ
ประวัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับปริญญาตรี การค้าระหว่างประเทศและธุรกิจโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประวัติการทำงาน 2565 - ปัจจุบัน Supply chain management บริษัท บิ๊กซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด มหาชน (สำนักงานใหญ่)

