



การพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ

ศรัญญาภรณ์ สุภากุล

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี
และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปีการศึกษา 2565

FORECASTING TRENDS IN HEALTH FOOTWARE SALES OF THE
THAI COMPANY

SARUNYAPORN SUPHAKUL

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Engineering
College of Innovative Technology and Engineering
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022



ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ

เสนอโดย ศรัณยูภรณ์ สุภากุล

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ)

วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 15 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ
ชื่อผู้เขียน ศรัณยูภรณ์ สุภากุล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายในปี 2565 - 2567 กรณีศึกษา รองเท้าเพื่อสุขภาพของ บริษัทรองเท้าแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าของบริษัทกรณีศึกษาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ข้อมูลทุติยภูมิย้อนหลังจากบริษัท ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 36 เดือน โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ วิธีการพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น และวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบพยากรณ์ใช้เกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนการประเมิน 2 ตัว ได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ผลจากการศึกษาพบว่าค่าพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพในปี พ.ศ. 2565 - 2567 พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Method) ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดดังค่าต่อไปนี้ MAPE = 10.009 %, MAD = 530584 จากค่าพยากรณ์แนวโน้มยอดขายมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ศ. วรรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

Individual Study Title FORECASTING TRENDS IN HEALTH FOOTWARE SALES OF THE
THAI COMPANY
Author Sarunyaporn Suphakul
Individual Study Advisor Assistant Professor Suparatchai Vorarat, Ph.D.
Program Master of Engineering Engineering Management
Academic Year 2022

ABSTRACT

The objective of this study was to forecast the demand for sales in 2022 -2024. A case study was a quantitative analysis using secondary data from the company. From January 2019 to December 2021, for 36 months, the Minitab 16 program was used to analyze data from four forecasting methods: the component forecasting method: the winter season forecasting method, double exponential smoothing mode. And forecasting methods, trend analysis for comparing the performance of forecasting models, two evaluation error criteria use: mean absolute deviation (MAD) and mean absolute error percentage (MAPE). Of the sales in 2022 - 2024 found that The appropriate forecasting method is the two-layer exponential smoothing forecast method with the lowest error values as MAPE = 10.009 %, MAD = 530584 From the trend forecast, sales tend to increase steadily.



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์ ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการเขียน การศึกษารายบุคคล หัวหน้างาน และ ผู้บริหารที่อนุญาตให้นำข้อมูลมาเป็นกรณีศึกษาและสนับสนุนช่วยเหลือด้าน ข้อมูลต่างๆ ผู้ร่วมงาน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ ของการศึกษารายบุคคล นี้ รวมทั้งอาจารย์ และเพื่อนร่วมชั้นหลักสูตรการจัดการทางวิศวกรรม ทุกท่านที่เป็น กำลังใจให้ผู้เขียนในการ ทำการศึกษารายบุคคลฉบับนี้จนสำเร็จ สุดท้ายผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนผู้เขียนทั้ง ในด้านการศึกษาและการทำงานจนประสบความสำเร็จในทุกวันนี้ สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังว่า งานเขียนนี้จะเป็น ประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้ม เพื่อศึกษา รูปแบบข้อมูล และวิธีการพยากรณ์

ศรัญญาภรณ์ สุภากุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีและแนวคิด.....	3
2.2 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์.....	10
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม Minitab.....	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	15
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	15
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	16
4. ผลการดำเนินงาน.....	36
4.1 การวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลยอดขายและเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม.....	36
4.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้.....	37
4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายปี 2565 – 2567.....	39
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	40
5.1 ข้อเสนอแนะ.....	40
บรรณานุกรม.....	41
ประวัติผู้เขียน.....	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564.....	15
3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจากวิธีการวินเทอร์ที่ผลการวิเคราะห์หาค่าความ คลาดเคลื่อนต่ำสุด 10 อันดับแรก.....	33
4.1 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์.....	37
4.2 แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับยอดขายจากการพยากรณ์ด้วยวิธีของวิน เทอร์.....	38
4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพปี 2565 – 2567.....	39

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบเป้าหมายยอดขายและยอดขายรวมที่เกิดขึ้นจริง.....	3
2.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตที่มีแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ.....	5
2.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลและแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ.....	6
2.3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีการผันแปรของวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ.....	7
2.4 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือการผันแปรเชิงสุ่มเข้ามาเกี่ยวข้อง.....	7
2.5 หน้าต่างหลักของโปรแกรม Minitab.....	11
2.6 การกำหนดตัวแปร และการกรอกข้อมูลลงตาราง.....	12
2.5 การเลือกเมนูในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล.....	12
3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	16
3.2 การกรอกข้อมูล.....	19
3.3 การเลือกใช้ Trend Analysis.....	19
3.4 หน้าต่าง Trend Analysis.....	20
3.5 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล.....	20
3.6 แสดงผลวิเคราะห์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพรายปี.....	21
3.7 การกรอกข้อมูล.....	22
3.8 การเลือกใช้วิธี Decomposition Method.....	22
3.9 หน้าต่าง Decomposition Method.....	23
3.10 แสดงผลการพยากรณ์.....	23
3.11 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์.....	24
3.12 การกรอกข้อมูล.....	25
3.13 การเลือกใช้วิธี Double Exponential Smoothing.....	25
3.14 หน้าต่าง Double Exponential Smoothing.....	26
3.15 แสดงผลการพยากรณ์.....	26
3.16 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์.....	27
3.17 การกรอกข้อมูล.....	28
3.18 การเลือกใช้วิธี Trend Analysis.....	28
3.19 หน้าต่าง Trend Analysis.....	29
3.20 แสดงผลการพยากรณ์.....	29
3.21 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์.....	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.22 การกรอกข้อมูล.....	31
3.23 การเลือกใช้วิธี Winter's Method.....	31
3.24 หน้าต่าง Winter's Method.....	32
3.25 แสดงผลการพยากรณ์.....	34
3.26 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์.....	34
4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับยอดขายจากการพยากรณ์.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

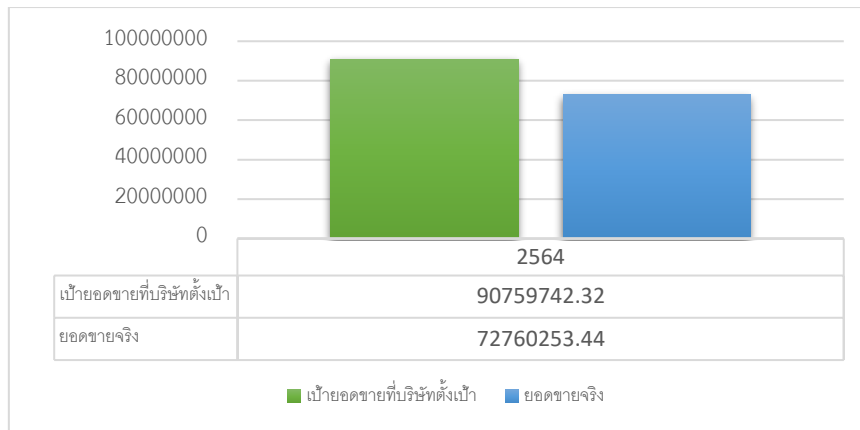
ปัจจุบันสินค้าแฟชั่นเป็นนิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมแฟชั่นและมีผลต่อระบบเศรษฐกิจ เพราะประเภทสินค้าแฟชั่นนั้น เป็นหนึ่งในธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดและสำคัญที่สุดในโลก ซึ่งในระบบเศรษฐกิจเกิดผลกระทบ ทั้งระดับโลกและท้องถิ่น แม้ว่าสินค้าแฟชั่นจะมีราคาแพง แต่ก็ยังไม่ทำให้อุตสาหกรรมแฟชั่นหยุดผลิตสินค้า และบริษัทที่ผลิตสินค้าแฟชั่นสามารถสร้างรายได้มากมายจากอุตสาหกรรมแฟชั่น ซึ่งทำให้ได้ผลตอบแทนมหาศาลจาก อุตสาหกรรมสินค้าแฟชั่น ส่งผลให้ผู้ผลิตสินค้าแฟชั่นพยายามทำให้ของมีคุณภาพ และถูกกว่าคู่แข่งรายอื่นๆ ทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบมากขึ้น โดยการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ พัฒนาสินค้าทำให้สินค้านิยมในสังคม เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่มีความจำเป็นมากในการแต่งกายคือรองเท้า ซึ่งแสดงให้เห็นจากการแข่งขันที่สูงภายในตลาดการผลิตรองเท้า ทำให้เกิดการแข่งขันทันทีกับคู่แข่งรายอื่น ๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์รองเท้ามีองค์ประกอบในหลายด้านในการซื้อ องค์การการผลิตจึงต้องออกแบบผลิตภัณฑ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเองให้โดดเด่น ผู้วิจัยจึงสนใจในการพยากรณ์ไว้เป็นพื้นฐานในการวางแผนในอนาคต โดยให้องค์กรธุรกิจการผลิตได้มีการวางแผนได้ง่ายขึ้น

การพยากรณ์ยังสามารถคาดการณ์ช่วยให้ธุรกิจมีการตัดสินใจที่แม่นยำว่าในการวางแผนการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ เพื่อไม่สต็อกไว้มากเกินไป และต้องวางแผนการให้แน่ใจว่าเรามีเพียงพอสำหรับผู้ที่ต้องการซื้อในภายหลังด้วย ถ้าหากไม่เพียงพอผู้บริโภคจะหันไปนิยมซื้อสินค้าแฟชั่นกับคู่แข่งรายอื่นแทน

นอกจากนั้นแล้วการคาดการณ์หรือการพยากรณ์สามารถช่วยให้ธุรกิจทราบว่าต้องผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนที่มีความต้องการ แล้วยังสามารถช่วยให้บริษัทได้ผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่เหมาะสม

เป้าหมายของธุรกิจเมื่อบริษัทต้องการขายสิ่งต่าง ๆ มากขึ้นหรือขยายธุรกิจใหญ่ขึ้น จำเป็นต้องวางแผนและเตรียมพร้อม เช่น การสร้างผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เงินลงทุน ขนส่ง และการขายผลิตภัณฑ์ของตน สิ่งนี้สำคัญมากสำหรับธุรกิจ เป็นการตั้งเป้าหมายยอดขายธุรกิจ ตั้งเป้าหมายว่าต้องการขายเท่าไร และยังสามารถควบคุมได้ว่าจะขายได้เท่าไร โดยใช้หลักการ ทฤษฎี และคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

การศึกษากการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายรองเท้าโรงงานผลิตแห่งหนึ่ง เพื่อกำหนดเป้าหมายในการวางแผนการผลิต จากปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่า การพยากรณ์ที่บริษัทจะขายได้ โดยใช้ข้อมูลยอดขายในปี 2562-2564 บริษัทจะตั้งเป้าหมายยอดขายรวม และตั้งเป้าหมายว่าต้องการขายเท่าไร ใช้ข้อมูลในปีที่แล้วเพื่อตั้งเป้าหมาย แต่ทุกปีกลับขายได้น้อยกว่าเป้าหมาย จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลได้เป้าหมายยอดขายรวม 90,759,742.32 บาท แต่ขายจริงได้เพียง 72,760,253.44 บาท ซึ่งหมายความว่าเป้าหมายมีความคลาดเคลื่อนกับยอดขายจริงถึง 17,999,488.9 หรือ 19.83% ของยอดขายจริงซึ่งน้อยกว่าที่วางแผนไว้ แสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบเป้าหมายยอดขายและยอดขายรวมที่เกิดขึ้นจริง

ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาวิธียากรรม โดยแนวคิดหลักคือการศึกษาวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาที่เหมาะสมกับยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเลือกวิธีการพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพให้เหมาะสม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เพื่อนำข้อมูลจากการพยากรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการบริหาร จัดการการผลิตขององค์กร
- 1.3.2 เพื่อให้องค์กรธุรกิจนำข้อมูลการพยากรณ์ไปสร้างนโยบายให้เกิดการวางแผนที่แม่นยำที่สุด
- 1.3.3 ต้องการทราบจำนวนสินค้ารองเท้าเพื่อสุขภาพในปีพ.ศ. 2565 – 2567
- 1.3.4 ใช้วางแผนช่องทางในการขายออกตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อผลิตรองเท้าเพียงพอ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 เก็บข้อมูลตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2562 – 2565
- 1.4.2 พยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพเป็นรายเดือน ปี พ.ศ. 2565 – 2567
- 1.4.3 พยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพโดยโปรแกรม Minitab และทฤษฎีอนุกรมเวลา
- 1.4.4 การพยากรณ์ ไม่ได้นำเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อ มาเป็นตัวแปรในการพยากรณ์ เช่น สภาวะตลาดโลก นโยบายการช่วยเหลือของรัฐบาล โรคภัยระบาด ใช้เพียงข้อมูลยอดขายย้อนหลัง 3 ปี

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์โดยมีเนื้อหาดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีและแนวคิด

2.1.1 ความหมายของการพยากรณ์ (Defining Forecasting)

ทรงศิริ แต่สมบัติ (2549) ได้ให้ความหมายของการพยากรณ์ว่า การพยากรณ์คือการที่เราพยายามค้นหาว่าจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคตโดยดูจากข้อมูลที่เรารวบรวมไว้

วิชัย แหวนเพชร (2547) ได้ให้ความหมายของการพยากรณ์ไว้ว่า เป็นคาดคะเนเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปัจจุบันและผ่านมาแล้วเพื่อดูว่า อนาคตจะเป็นอย่างไร

การพยากรณ์สรุปได้ดังนี้ เป็นการทำนายสิ่งที่จะเกิดในอนาคต และนำค่าที่ได้มาใช้เพื่อการตัดสินใจ โดยอาศัยความชำนาญการทำงาน ข้อมูลในระบบขององค์กร ความรู้ความสามารถ ของผู้บริหารหรือตำแหน่งงานใหญ่ๆในองค์กร เนื่องจากเหตุการณ์ในอนาคตไม่สามารถควบคุมได้ การพยากรณ์สำคัญอย่างมาก และช่วยในการวางแผน

2.1.2 ความสำคัญของการพยากรณ์

- สามารถคาดเดาได้ว่าลูกค้าต้องการซื้อผลิตภัณฑ์จำนวนเท่าใด ซึ่งช่วยให้วางแผนได้ว่าผลผลิตเท่าไร

- สามารถวางแผนดำเนินงานการผลิตได้ เช่น การเลือกทำเลที่ตั้ง และวางแผนกำลังการผลิต

- การพยากรณ์สามารถช่วยในการตัดสินใจ การวางแผนทางการตลาด โดยใช้การวิเคราะห์ส่วนครองตลาด

- ช่วยวางแผนด้านการเงิน

จากทุกข้อสามารถสรุปได้ว่า ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่าการพยากรณ์มีความสำคัญมาก ช่วยในส่วนต่าง ๆ ของธุรกิจ ผลการพยากรณ์ใช้ในการวางแผนสำหรับอนาคต ฉะนั้นแล้วผู้จัดการและผู้บริหารต้องเข้าใจว่าการพยากรณ์นั้นสำคัญมากเพียงใด การพยากรณ์แบ่งเป็นการพยากรณ์เชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ

1. การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting) คือ อาศัยประสบการณ์ และ วิจารณ์ญาณ ของผู้พยากรณ์ประกอบการพยากรณ์

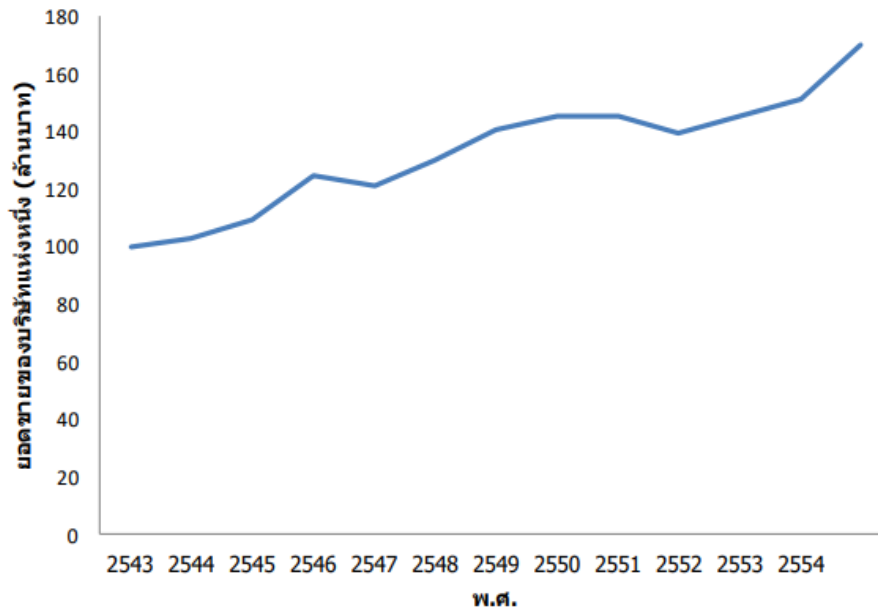
2. การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting) คือ อาศัยข้อมูลในอดีตที่มีอยู่ในนำมาผ่านการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ จากหลักการทางคณิตศาสตร์ และทางสถิติ โดยช่วงระยะของช่วงเวลาของการพยากรณ์แบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. การพยากรณ์ระยะฉับพลัน ช่วงระยะเวลาน้อยกว่า 1 เดือน
2. การพยากรณ์ระยะสั้น ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 – 3 เดือน
3. การพยากรณ์ระยะปานกลาง ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือนถึง 24 เดือน
4. การพยากรณ์ระยะยาว ช่วงระยะเวลามากกว่า 24 เดือนขึ้นไป

การพยากรณ์เชิงปริมาณแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1. รูปแบบอนุกรมเวลา (Time-series models) เป็นการนำข้อมูลในอดีตนำมาพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าข้อมูลในอดีตจะสามารถใช้พยากรณ์อนาคตได้ ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) เป็นข้อมูลที่เก็บต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดเวลาที่ระบุ เพื่อมาใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอนุกรมเวลาจะหมายถึงค่าของข้อมูล หรือค่าสังเกตที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับของเวลาที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่ผู้พยากรณ์จะต้องเก็บข้อมูลความต้องการ หรือบริการต่าง ๆ ในอดีตตามช่วงเวลาต่าง ๆ ไว้ การวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลดังกล่าวจะเรียกว่า การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Analysis of Time Series) วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อหารูปแบบของตัวแปรที่เราสนใจ เช่น ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาหรือไม่ โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอาจจะมีรูปแบบหรือไม่มีก็ได้ ช่วงเวลาที่เก็บบันทึกข้อมูลก็จะสามารถบันทึกเป็นรายชั่วโมง วัน สัปดาห์ ไตรมาส หรือรายปี ฯลฯ ขึ้นกับลักษณะของข้อมูลที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ยิ่งมากเท่าใด ผลจากการวิเคราะห์จะมีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเท่านั้น ลักษณะพื้นฐานหรือส่วนประกอบพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลาสามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลักดังนี้

ก) แนวโน้ม คือ จำนวนคนที่ต้องการบางอย่าง และอาจเปลี่ยนแปลง ได้ตลอดเวลา มักเกิดขึ้นเพราะมีคนเกิดมากขึ้นหรือเพราะสิ่งต่างๆ ในสังคม เช่น เทคโนโลยีและเงินกำลังเปลี่ยนไป ทำให้ธุรกิจเติบโตหรือขายได้น้อยลงในเวลาที่ต่อเนื่องกัน ความยาวของข้อมูลนั้นไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา เช่น สินค้าประเภทน้ำมันมีราคาที่ยับตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงโดยใช้กราฟเส้นตรง

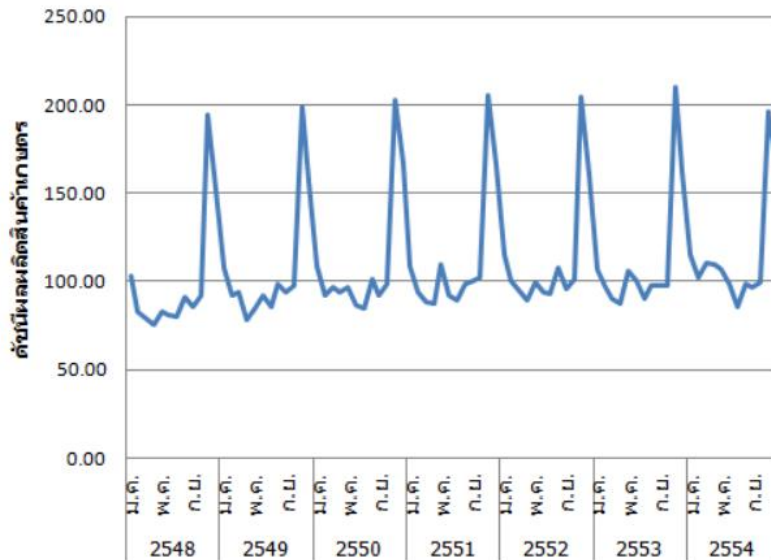


ภาพที่ 2.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาในอดีตที่มีแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ

ที่มา: https://economics.utcc.ac.th/wp-content/uploads/Time-Series-for-Econ-and-Bus_Poomthan.pdf

จากภาพกล่าวได้ว่าแนวโน้มยอดขายสินค้า มีลักษณะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากประชากรในประเทศเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ รายได้ของคนในประเทศมากขึ้นเรื่อย ๆ หรือ เทคโนโลยีการผลิตดีขึ้น บริษัทจึงสามารถขายสินค้าได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป

ข) ความผันแปรจากฤดูกาล (Seasonal Variations) คือ รูปแบบในช่วงเวลาหนึ่ง ของอนุกรมเวลาที่จะเป็นภายใน 1 ปีและจะเป็นแบบนี้ซ้ำ กันทุกปีตัวอย่างเช่น อุณหภูมิเฉลี่ยใน เดือนเมษายน จะสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนอื่น ๆ และจะเป็นเช่นนี้ซ้ำ ๆ กันทุกปี ค่าใช้ไฟฟ้าใน เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม จะต่ำกว่าค่าใช้ไฟฟ้าในเดือนอื่น ๆ และเป็นเช่นนี้ทุกปีบริษัททัวร์จะมี รายรับในช่วงปิดเทอมสูงกว่าเดือนอื่น ๆ และเป็นเช่นนี้ทุกปียอดขายห้างสรรพสินค้าในเดือน ธันวาคม จะสูงกว่ายอดขายเดือนอื่น ๆ และเป็นเช่นนี้ทุกปี

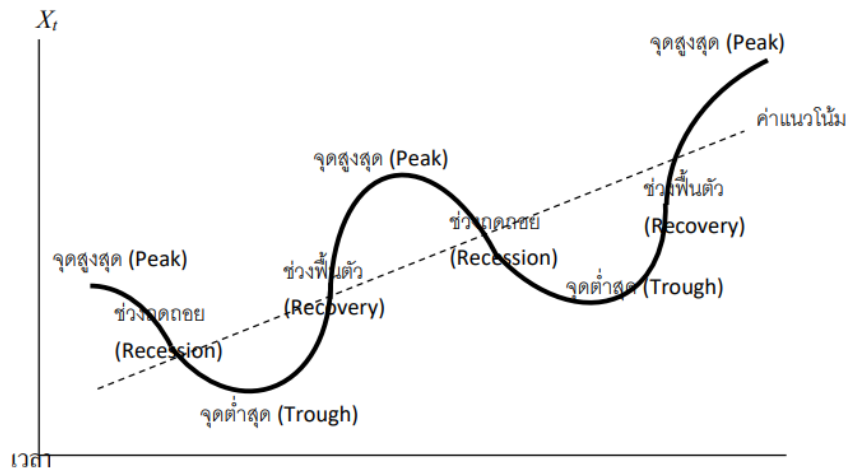


ภาพที่ 2.2 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาลและแนวโน้มเป็นส่วนประกอบ

ที่มา: https://economics.utcc.ac.th/wp-content/uploads/Time-Series-for-Econ-and-Bus_Poomthan.pdf

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.2 ซึ่งแสดงข้อมูลดัชนีผลผลิตสินค้าเกษตรกรรมรายเดือนตั้งแต่ปี 2548—2554 ของประเทศหนึ่ง เมื่อเราสังเกต ณ ปี 2548 จะพบว่าดัชนีผลผลิตสินค้าเกษตรกรรมในช่วงเดือน พฤศจิกายนและธันวาคม สูงกว่าเดือนอื่น ๆ และในปี อื่น ๆ ก็จะมีลักษณะเช่นนี้ตั้งนั้น เรากล่าวได้ ว่าดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมรายเดือนของประเทศนี้มีอิทธิพลของความผันแปรจากฤดูกาลเข้ามา เกี่ยวข้องในเดือน พฤศจิกายนและธันวาคมของทุกปีทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลผลิตทางการเกษตรของ ประเทศนี้จะออกมาพร้อม ๆ กันในช่วงเวลา

ค) วัฏจักร คือ ข้อมูลมีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ กัน คล้ายกับฤดูกาลแต่เป็นอย่างช้า ๆ โดยจะใช้เวลานานหลายปีในการเปลี่ยนแปลงโดยแบบแผนของวัฏจักรของข้อมูลในแต่ละช่วงจะมีความแตกต่างกันมาก และข้อมูลของเวลาก็จะมีความมากความน้อยที่ไม่เหมือนกัน

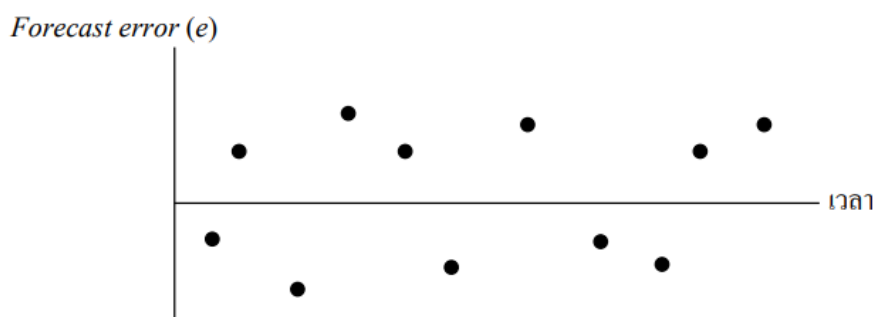


ภาพที่ 2.3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีการผันแปรของวัฏจักรเป็นส่วนประกอบ

ที่มา: https://economics.utcc.ac.th/wp-content/uploads/Time-Series-for-Econ-and-Bus_Poomthan.pdf

จากรูปตัวอย่างของวัฏจักรแสดงได้ในภาพที่ 2.3 เมื่อส่วนของวัฏจักรอยู่ในช่วง ที่ทำให้อนุกรมเวลามีค่าลดลง เราจะเรียกว่าช่วงถดถอย (Recession) และหลังจากผ่านจุดต่ำสุด ไปแล้ว ส่วนของวัฏจักรที่ทำให้อนุกรมเวลามีค่าเพิ่มขึ้น เราจะเรียกว่า ช่วงฟื้นตัว (Recovery)

ง) การเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ใช่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร ซึ่งมีผลต่ออนุกรมเวลา และพยากรณ์ได้ ดังภาพที่



ภาพที่ 2.4 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือการผันแปรเชิงสุ่มเข้ามาเกี่ยวข้อง

ที่มา: https://economics.utcc.ac.th/wp-content/uploads/Time-Series-for-Econ-and-Bus_Poomthan.pdf

จากส่วนประกอบของอนุกรมเวลาก้าวโดยสรุปคือ ส่วนประกอบทั้งสาม ส่วนประกอบแรก ได้แก่ ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร จึงเรียกส่วนประกอบนี้ว่าส่วนที่กำหนดได้ (Deterministic Component) และส่วนที่สี่ของ ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ได้แก่ ส่วนประกอบของเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เป็นส่วนประกอบของ อนุกรมเวลาที่วัดไม่ได้ เรียกส่วนประกอบอนุกรมแบบแยกส่วนนี้ว่า ส่วนคลาดเคลื่อน (Stochastic Component)

ในการพยากรณ์นี้ใช้การพยากรณ์เชิงปริมาณ ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลในอดีตมาประกอบกับหลักการทางคณิตศาสตร์ และทางสถิติในการวิเคราะห์ โดยเลือกใช้เทคนิคและวิธีการพยากรณ์โดยใช้รูปแบบข้อมูลอนุกรมเวลา Time-Series Forecasting ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

2. การวิเคราะห์ (Trend Analysis Method) วิธีแนวโน้มเชิงเส้นเป็นวิธีการพยากรณ์ดูสิ่งที่จะเกิดในอนาคตจากเหตุการณ์อดีต ดูว่าสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องกันอย่างไรและใช้ข้อมูลนั้น เช่น ถ้าเรารู้ว่าเวลาทำให้เกิดความต้องการบางอย่างในอดีตอยู่เสมอ เราก็สามารถใช้ข้อมูลนั้นพยากรณ์ได้โดยใช้สมการเส้นตรง

$$y = a + bx$$

เมื่อ y = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t

a = ค่าตัดแกนที่ช่วงเวลา 0

b = ค่าความชันของเส้น

x = ตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดความต้องการ

3. วิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) เป็นการวิเคราะห์แบบแยกส่วนเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เน้นการแยกแต่ละส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกจากกัน ซึ่งแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาทำให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลา และสามารถนำไปสร้างตัวแบบพยากรณ์ต่อไปได้เราพิจารณาสิ่งสำคัญสองประการ คือ สิ่งต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป (แนวโน้ม) และสิ่งที่มีมักจะเปลี่ยนแปลงในบางช่วงเวลาของปี (ความแปรปรวนของฤดูกาล) แต่การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ จะเกิดขึ้นแบบสุ่มและคาดเดาได้ยาก วิธีที่เราพยายามทำนายการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจทำได้โดยสามารถเปลี่ยนตัวเลขได้สองวิธี โดยจะบวกหรือคูณก็ได้ เมื่อใช้แบบจำลองการคาดการณ์ โดยถ้าตัวเลขมีความผันแปรตามฤดูกาลมีความคงที่เท่าเดิมตลอดทั้งปี ใช้โมเดลบวกและเพิ่มตัวเลข แต่ถ้าตัวเลขมีความผันแปรตามฤดูกาลเมื่อเวลาผ่านไป ใช้แบบจำลองการคูณ จะให้ตัวแปรการคูณดังนี้

$$Y_t = T_t S_t I_t \quad ; t = 1, 2, \dots$$

ส่วนของฤดูกาลหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งของปี เช่น เมื่ออากาศหนาวขึ้นในฤดูหนาวหรืออุ่นขึ้นในฤดูร้อน มันเกิดขึ้นทุกปี

ส่วนของวัฏจักรหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในรูปแบบที่ซ้ำไปซ้ำมาเป็นระยะเวลานาน เช่น เมื่อกระแสน้ำขึ้นและลงที่ชายหาด มันเกิดขึ้นทุกๆสองสามปีตัวอย่างที่เห็นได้ทั่ว ๆ ไป คือ อุปสงค์ของผลิตผลทาง

เกษตรกรรม ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับข้อมูลและการแปรผันของการพยากรณ์ อย่างไรก็ตาม ผู้นำการพยากรณ์มักจะไม่ค่อยคำนึงถึงรูปแบบของไซเคิลมากนักมีแต่จะให้ความสนใจในเรื่องของแนวโน้มทิศทางและฤดูกาลมากกว่า

ส่วนของแนวโน้มระยะยาวของข้อมูลเปรียบเสมือนเส้นตรงที่แสดงสิ่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในช่วงเวลาอันยาวนาน

ส่วนความแปรปรวนสุ่ม เกิดขึ้นโดยไม่มีเหตุผล ส่วนความแปรปรวนแบบสุ่มเป็นเหมือนตัวเลขที่ดูเหมือนจะไม่มีเหตุผลเบื้องหลัง

4. วิธีการปรับเทียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์ (Double Exponential Smoothing)

เป็นการใช้หลักการของ Exponential Smoothing มาทำซ้ำกันสองครั้ง เหมาะกับข้อมูลที่มีเฉพาะความไม่แน่นอน (Random) เพียงอย่างเดียว (ไม่มีแนวโน้มและฤดูกาล) จึงมีค่าคงที่สำหรับปรับเรียบเพียง 1 ค่า คือ α แต่วิธีของ Holt มีค่าคงที่สำหรับปรับระดับ 2 ค่า คือ α และ γ โดยที่

α (alpha) = ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ มีค่าระหว่าง 0-1

γ (gamma) = ค่าคงที่ปรับเรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม มีค่าระหว่าง 0-1

มีสมการ ดังนี้

$$F_{t+m} = L_t + b_t m$$

เมื่อ b_t = ความชัน (slope) ของข้อมูล

m = จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

โดยที่ $L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$

$b_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$

5. วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์ (Triple Exponential Smoothing Method) เป็นวิธีการทำนายสิ่งต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เช่น การขายไอศกรีมในฤดูร้อนหรือเสื้อโค้ทในฤดูหนาว เราใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ที่ครอบคลุมระยะเวลาไม่กี่เดือนถึงหนึ่งปี หากเรามีข้อมูลในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น สองสามสัปดาห์หรือหลายวัน ก็จะใช้งานไม่ได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มอิทธิพลของฤดูกาล ต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 36 ค่าขึ้นไปมีค่าให้ปรับเรียบ 3 ค่า คือ

α (alpha) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์มีค่าระหว่าง 0-1

γ (gamma) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม มีค่าระหว่าง 0-1

δ (delta) = ค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล มีค่าระหว่าง 0-1

วิธีการของวินเทอร์มี 2 รูปแบบคือ

(ก) รูปแบบการคูณ (Multiplicative Seasonal Model) สมการที่ใช้ คือ

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m}$$

โดยที่ s = จำนวนฤดูกาล

m = ระยะเวลา

$$L_t = \text{ระดับของข้อมูล} = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \text{ส่วนของแนวโน้ม} = \gamma(L_t + L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$S_t = \text{ส่วนของฤดูกาล} = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \delta)S_{t-1}$$

(ข) รูปแบบการบวก (Additive Seasonal Method) สมการที่ใช้ คือ

$$F_{t+m} = L_t + b_t + S_{t-s+m}$$

โดยที่ $L_t = \alpha(Y + S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma(L_t + L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$S_t = \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)S_{t-1}$$

2.2 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

การวัดความคลาดเคลื่อน คือ การเปรียบเทียบการพยากรณ์เกี่ยวกับอนาคตกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หากการพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนมาก หมายถึง วิธีที่เรายากรณ์นั้นไม่เหมาะสม มีทั้งหมด 3 ตัวในการวัดความคลาดเคลื่อน ดังนี้

- 1) ค่าความคลาดเคลื่อนที่แท้จริงเฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD)

$$MAD = \frac{\sum \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}}{n}$$

- 2) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean square error – MSE)

$$MSE = \frac{\sum (\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์})^2}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum (\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}) \times 100\%}{\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง}}$$

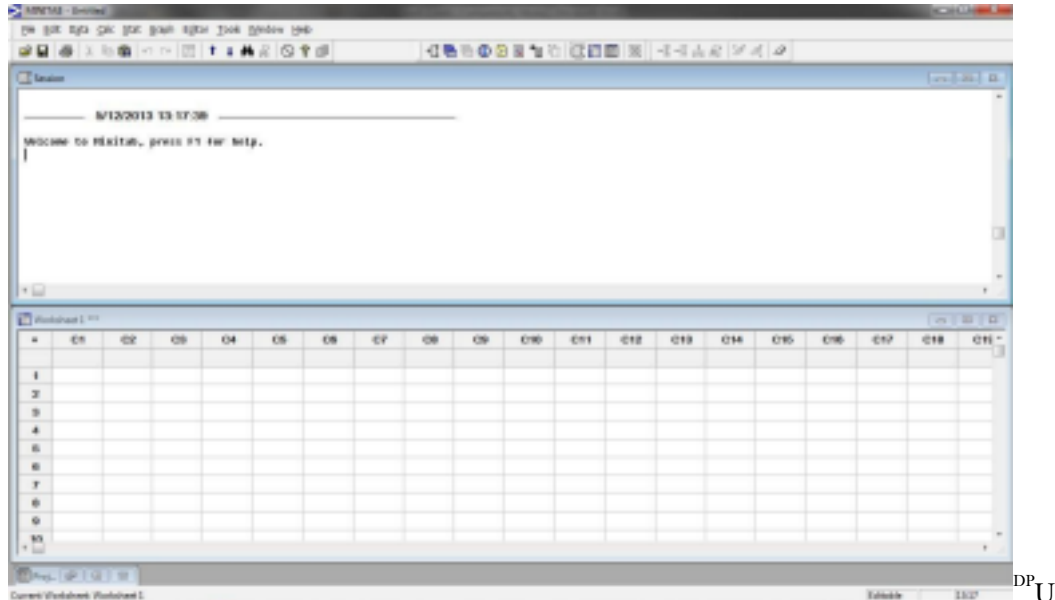
- 3) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม Minitab

โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณทางสถิติทำการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบตาราง ข้อความและกราฟ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการตัดสินใจ

2.3.1 องค์ประกอบต่างๆของโปรแกรม Minitab

องค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Minitab เมื่อเปิดใช้งานจะพบลักษณะ การทำงานของโปรแกรม ที่มีหน้าต่างหลักอยู่ 2 หน้าต่างคือ หน้าต่าง Session ที่ใช้สำหรับแสดง ผลลัพธ์ของการคำนวณและหน้าต่าง Worksheet ที่ใช้สำหรับการกรอกรายละเอียดของข้อมูลที่ต้อง การวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 หน้าต่างหลักของโปรแกรม Minitab

ที่มา: http://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/elearnings/2015_01/183/Minitab.pdf

- 1) Menu Bar เป็นที่รวบรวมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด
- 2) Tool Bar เป็นที่รวบรวมคำสั่งเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบ ซีกัดตัดโดยจะรวบรวมคำสั่งที่จำเป็นและใช้งานบ่อยจาก Menu Bar
- 3) Session window เป็นหน้าต่างของโปรแกรม ที่จะใช้ในการแสดงผลของการ วิเคราะห์ข้อมูล
- 4) Worksheet window เป็นหน้าต่างของโปรแกรมที่ใช้ในการกรอกรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งมี ลำดับขั้นตอนการใช้งานดังนี้

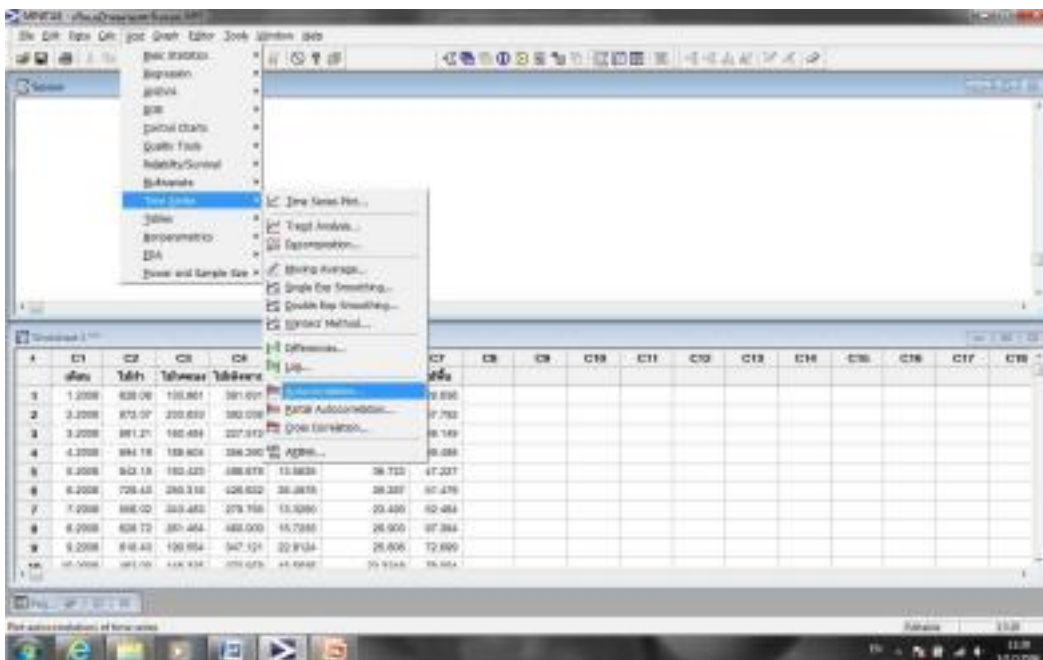
- (1) กำหนดชื่อตัวแปรและกรอกข้อมูลที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ลงใน Worksheet window ดังภาพที่ 2.6

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
1	1.2008	828.00	150.861	307.811	11.8885		40.871	28.598										
2	3.2008	873.07	230.833	329.039	9.0850		42.237	67.793										
3	3.2008	881.27	180.484	227.872	14.9880		60.087	38.748										
4	4.2008	884.18	188.804	338.290	18.1800		38.712	88.188										
5	8.2008	942.18	180.423	488.878	13.4838		38.724	47.207										
6	8.2008	708.43	280.318	428.832	38.4878		38.287	81.279										
7	7.2008	888.00	343.481	279.760	13.5280		25.484	92.484										
8	8.2008	838.72	357.484	480.000	15.7280		25.800	87.384										
9	8.2008	818.43	190.054	347.121	22.8134		25.806	72.888										
10	10.2008	881.00	144.374	170.876	14.4848		25.916	38.564										

ภาพที่ 2.6 การกำหนดตัวแปร และการกรอกข้อมูลลงตาราง

ที่มา: http://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/elearnings/2015_01/183/Minitab.pdf

(2) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลว่าเป็นข้อมูลรูปแบบใดโดยการใช้เมนู Stat > Time Series > Autocorrelation ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.5 การเลือกเมนูในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล

ที่มา: http://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/elearnings/2015_01/183/Minitab.pdf

- (3) ทำการเลือกเทคนิคการพยากรณ์ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่
 - วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ
 - วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์
 - วิธีการพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น
 - วิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม
- (4) คำนวณค่าการพยากรณ์ด้วยเทคนิคที่เลือก
- (5) วิเคราะห์ผลการพยากรณ์เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพิชญา พันธุมจินดา (2564) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลากรณีศึกษาของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบ วิธีการใช้การวิเคราะห์แนวโน้มเพื่อคาดการณ์และศึกษายอดขายราย 5 ชนิด โดยการใช้ Minitab 17 วิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ ใช้วิธีของวินเทอร์ ใช้โปรแกรมที่เรียกว่า Minitab เพื่อคำนวณส่วนต่างๆ ของการขาย ยอดขายที่คาดการณ์ไว้คือ 147,480 ชิ้น แต่ยอดขายจริงอยู่ที่ 146,213 ชิ้น หมายความว่ามีความแตกต่างถึง 1,267 ชิ้น ซึ่งเป็นเพียง 0.87% ของทั้งหมด ความแตกต่างระหว่างยอดขายจริงกับสิ่งที่บริษัทต้องการขายนั้นน้อยมาก

เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ (2560) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม โดยใช้ข้อมูลของสำนักผลิตไฟฟ้านครพนม จำนวน 60 ค่าข้อมูล แบ่งเป็น 2 ชุดข้อมูล นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยต่ำสุดที่มีเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์ (MAPE) มีการใช้วิธีการพยากรณ์ดังนี้ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีแนวโน้มเชิงเส้น, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์, วิธีแยกส่วนประกอบ จากนั้นเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด แล้วใช้ข้อมูลชุดที่สองในการคำนวณการพยากรณ์ล่วงหน้า โดยใช้จำนวน 9 ค่าเกณฑ์การพิจารณา คือ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาดที่สัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด และวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีแยกส่วนประกอบ ระยะเวลาพยากรณ์ล่วงหน้า 3, 6 และ 9 เดือน

ชมพูนุช แสงวงศ์ (2560) ได้ทำการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ยอดส่งผลิตโรงงานผลิตเครื่องสำอางในกรณีศึกษา เปรียบเทียบการพยากรณ์ 5 ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีปรับเรียบอย่างง่าย, วิธีดับเบิลเอ็กซ์โพเนนเชียล, การวิเคราะห์แนวโน้ม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2559 จำนวน 24 เดือน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้ง 5 รุ่น เกณฑ์สำหรับการเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์อนุกรมเวลาคือค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุด (MAD) ข้อมูลรายเดือนสำหรับ 12 เดือนถัดไปที่ การศึกษาพบว่า

การใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อทำนายใบสั่งผลิต โมเดลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ค่าต่ำสุด (MAPE, MAD) เท่ากับ (4, 3213) และผลการตรวจสอบของโมเดลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นในรอบ 12 ปี เหมาะสมกว่าสำหรับการพยากรณ์การสั่งซื้อเครื่องสำอางรายเดือนและระยะยาวโดยมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดที่ 3.99%

ปิยะกิจ กิตติตุลาภานนท์ (2560) ได้ทำการศึกษาหาวิธีการทำนายปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม การใช้ผลการพยากรณ์เพื่อปรับปรุงนโยบายการบริหารสินค้าคงคลัง โดยศึกษาข้อมูลปุ๋ย จากนั้นจึงวิเคราะห์ปัจจัยอนุกรมเวลา ชุดข้อมูลแต่ละชุดเกี่ยวข้องกับทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ดังนั้น นักวิจัยจึงเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ การพยากรณ์แบบไม่ต่อเนื่องในรูปแบบการคูณและการพยากรณ์ในรูปแบบเรียบ ดัชนี Holt-Winter มีผลตามฤดูกาลแบบทวีคูณและคำนึงถึงข้อผิดพลาดที่สมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเมื่อเลือกวิธีการและช่วงเวลา พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของปุ๋ยรหัส CF201 CF229 และ CF204 โดยการสลายตัวแบบทวีคูณเท่ากับ 12.51 11.42 และ 5.43 ตามลำดับ มีสองวิธีในการทำนายว่าเราต้องการอะไรในอนาคต วิธีหนึ่งคือการดูข้อมูลที่ผ่านมาและคาดเดาอย่างมีการศึกษา อีกวิธีหนึ่งคือการใช้สูตรคณิตศาสตร์พิเศษที่เรียกว่าวิธีปรับเลขยกกำลังแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ ใช้สองวิธีนี้ในการคาดคะเนปริมาณปุ๋ยเคมีที่เราต้องการในแต่ละเดือน เราพบว่าเราสามารถประหยัดเงินในการจัดการสินค้าคงคลังได้เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น เราประหยัดได้ 25,670 บาท สำหรับ CF201, 13,954 บาท สำหรับ CF202, 9,300 บาท สำหรับ CF229 และ 4,354 บาท สำหรับ CF204

เรวัฒน์ ไทยทอง (2562) ได้ทำการศึกษานี้เป็นการคาดการณ์การผลิตเสื้อยืดและกางเกง Ames Garment Co., Ltd. เป็นโรงงานขนาดเล็ก มีเพียงเจ้าของหรือกรรมการบริษัทเท่านั้นที่มีหน้าที่บริหารจัดการ มีปัญหาในการผลิตเสื้อและกางเกงให้เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการซื้อ และยังมีปัญหาเกี่ยวกับการส่งมอบตรงเวลา สิ่งนี้ทำให้บริษัทดูแลและไม่น่าเชื่อถือซึ่งธุรกิจเกิดผลเสียในอนาคตจากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการวิจัยและคาดการณ์ยอดขายสินค้าของบริษัท เอ็มส์ การ์เมนต์ จำกัด ได้แก่ เสื้อยืด เสื้อโปโล เสื้อยืด กางเกงขาสั้น และกางเกงขายาว ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายเดือน โดยใช้วิธีอนุกรมเวลาของการคาดการณ์ตามฤดูกาล การคาดการณ์แนวโน้ม และการคาดการณ์แนวโน้ม \times ปัจจัยตามฤดูกาล วิเคราะห์ผลการพยากรณ์การขายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 รายการโดยใช้ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์และพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดขั้นต่ำ พบว่าการพยากรณ์โดยใช้อนุกรมเวลา Seasonal Forccast มีข้อผิดพลาดเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 7.87% ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ แม้ว่าการคาดการณ์อนุกรมเวลาโดยใช้ Trend Forecast และ Trend Forecast \times Seasonal Factor

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดทำวิจัยเรื่องการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายในปี 2565 - 2567 กรณีศึกษา รองเท้าเพื่อสุขภาพของบริษัทรองเท้าแห่งหนึ่ง โดยวิธีอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าการคำนวณที่ได้จากการพยากรณ์กับยอดขายจริง ใช้เพียงข้อมูลยอดขายในอดีตย้อนหลัง 48 เดือน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการการผลิตและและกำหนดปริมาณความต้องการของสินค้าให้เพียงพอและเหมาะสม ซึ่งคณะผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพที่ขายในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงธันวาคม 2565 โดยข้อมูลจาก 36 เดือนแรกเพื่อหาวิธีที่ดีในการพยากรณ์ และจะใช้ข้อมูลจาก 12 เดือนสุดท้ายเพื่อดูว่าการพยากรณ์แม่นยำเพียงใด

3.1.2 วิเคราะห์โดยโปรแกรม MINITAB

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564

(หน่วย: บาท)

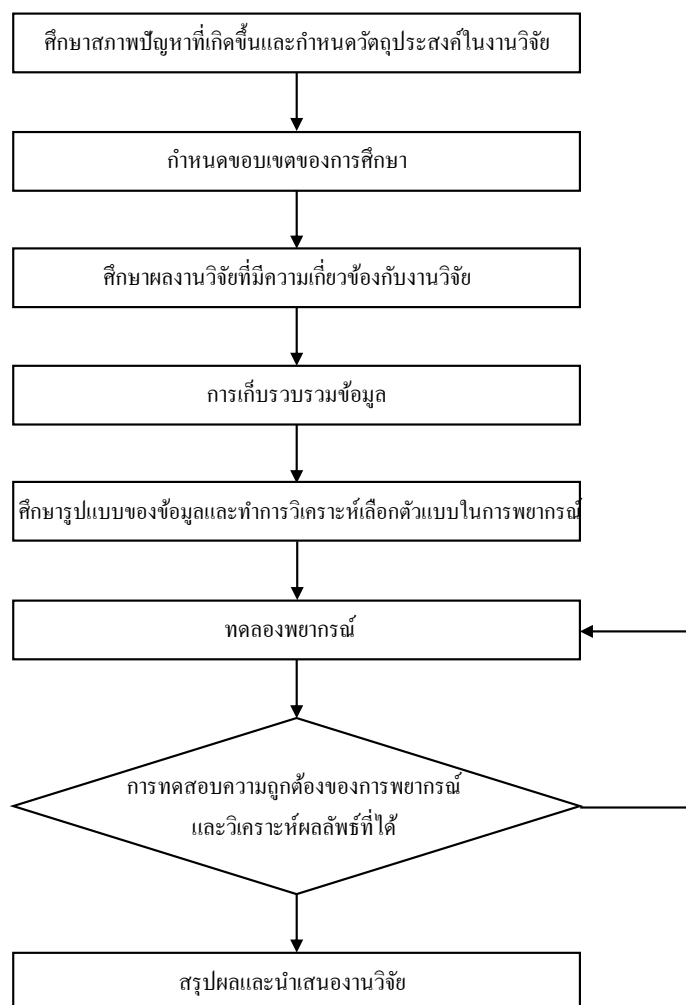
ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพย้อนหลังปี 2562-2564			
เดือน/ปี	2562	2563	2564
มกราคม	2107311.88	3859762.16	7663354.45
กุมภาพันธ์	2422578.17	4897152.23	7567354.74
มีนาคม	2064053.29	6578412.84	6969854.87
เมษายน	2669615.94	7645880.85	6068854.41
พฤษภาคม	2344474.77	7542365.12	6833764.54
มิถุนายน	2312689.30	8215846.55	5406135.45
กรกฎาคม	2034920.40	8422809.60	5284700.77
สิงหาคม	2069894.42	8345841.75	5761154.47
กันยายน	1914916.42	8945812.89	5092505.24
ตุลาคม	2089198.48	8899547.86	5785354.26

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

(หน่วย: บาท)

ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพย้อนหลังปี 2562-2564			
เดือน/ปี	2562	2563	2564
พฤศจิกายน	2568238.67	7734536.58	5563354.45
ธันวาคม	2661046.77	7985746.74	5763354.65
รวม	27258938.46	89073715.15	73759742.32

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากขั้นตอนการวิจัยข้างต้นมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย

เป้าหมายการขายรวมกำหนดโดยพิจารณาจากยอดขายในตลาดรวม ส่วนแบ่งตลาด ภาวะเศรษฐกิจ และยอดขายของปีที่แล้ว จากนั้นจึงแบ่งเป้าหมายเหล่านี้ ตามสัดส่วนการขายสินค้าในปีที่ผ่านมา และปรับเป้าหมาย การขายโดยพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้บริหาร ไม่ใช่ข้อมูลการขายในอดีตในการวิเคราะห์ทางสถิติ ร่วมกับประสบการณ์ผู้บริหาร ในการศึกษาครั้งนี้ การพยากรณ์ยอดขายที่เหมาะสม กำหนดเป้าหมายยอดขายรวมให้ใกล้เคียงกับยอดขายจริงมากที่สุด

2. กำหนดขอบเขตของการศึกษา

2.1 ในการศึกษานี้จะตรวจสอบเฉพาะข้อมูลการขายผลิตภัณฑ์รองเท้าเพื่อสุขภาพเท่านั้น

2.2 ตรวจสอบกระบวนการคาดการณ์ยอดขายผลิตภัณฑ์รองเท้าเพื่อสุขภาพด้วยวิธีอนุกรมเวลา

2.3 ช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาแบบจำลอง ประกอบด้วย ยอดขายสินค้าที่บันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2564

2.4 ช่วงเวลาเปรียบเทียบประกอบด้วยยอดขายสินค้าสะสม ตั้งแต่ มกราคม 2565 – ธันวาคม 2565

3. ศึกษาผลงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในการศึกษาวิจัยที่ทำการศึกษาเพื่อดูว่าแบบจำลองการพยากรณ์ใดดีที่สุดในการพยากรณ์อนาคต และมีค่าใกล้เคียงกับผลลัพธ์จริงมากที่สุด เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการใช้ตัวแบบใด ในการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่จะใช้ เราต้องการให้แน่ใจว่าการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2565 จำนวน 48 เดือน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 ในส่วนแรก ข้อมูลตั้งแต่ มกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2564 ซึ่งก็คือ 36 เดือน เราจะใช้ข้อมูลนี้ในการพยากรณ์ยอดขายรองเท้าในอนาคต

4.2 ในส่วนที่สอง ข้อมูลตั้งแต่ มกราคม 2565 ถึง ธันวาคม 2565 ซึ่งเป็น 12 เดือน ใช้ข้อมูลนี้เพื่อตรวจสอบว่าการพยากรณ์แม่นยำหรือไม่

5. ศึกษารูปแบบข้อมูลและทำการวิเคราะห์เลือกตัวแบบในการพยากรณ์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลการขายในอดีตมาหารูปแบบของข้อมูลว่าเป็นลักษณะอย่างไร และใช้โปรแกรมที่เรียกว่า Minitab เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและเลือกวิธีที่ดีที่สุด และใช้ค่า MAPE เพื่อวัดค่าความคลาดเคลื่อนว่ามีแม่นยำเพียงใด และขั้นตอนต่อไปคือการใช้ข้อมูลทั้งหมดเพื่อคาดการณ์ยอดขายที่พวกเขาคิดว่าจะมีในอนาคต

5.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2 ศึกษารูปแบบข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ

5.3 วิเคราะห์รูปแบบข้อมูลว่ามีรูปแบบแนวโน้ม หรือฤดูกาลหรือไม่

5.4 ถ้าข้อมูลไม่มีรูปแบบแนวโน้มหรือฤดูกาลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี ดังนี้

- วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
- วิธีการแบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลครั้งเดียว
- วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง

5.5 ถ้าข้อมูลมีรูปแบบแนวโน้ม แต่ไม่มีรูปแบบฤดูกาลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี ดังนี้

- วิธีการแบบปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง
- วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง
- วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

5.6 ถ้าข้อมูลมีทั้งในรูปแบบแนวโน้มและรูปแบบฤดูกาลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี ดังนี้

- วิธีของวิน
- วิธีการแยกองค์ประกอบ
- วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรง
- วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

5.7 วิเคราะห์ผลลัพธ์ของแต่ละวิธีและเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความผิดพลาด หรือค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด

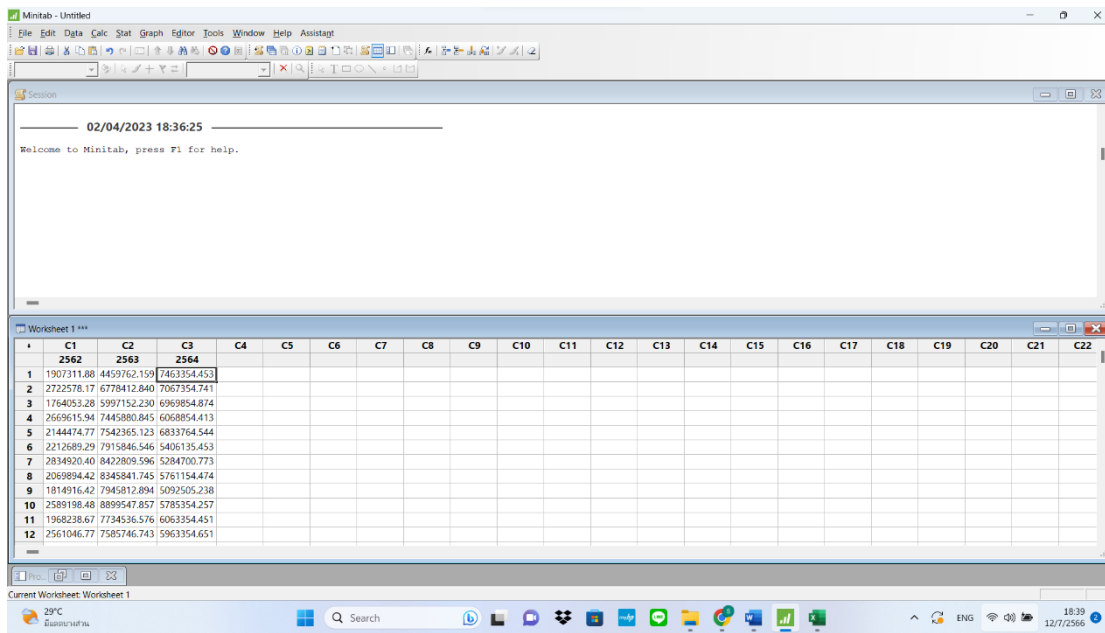
6. ทำการพยากรณ์ยอดขายโดยนำตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาทำการพยากรณ์

ในขั้นตอนนี้จะแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลยอดขายรายง่าเพื่อสุขภาพ โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลดังนี้

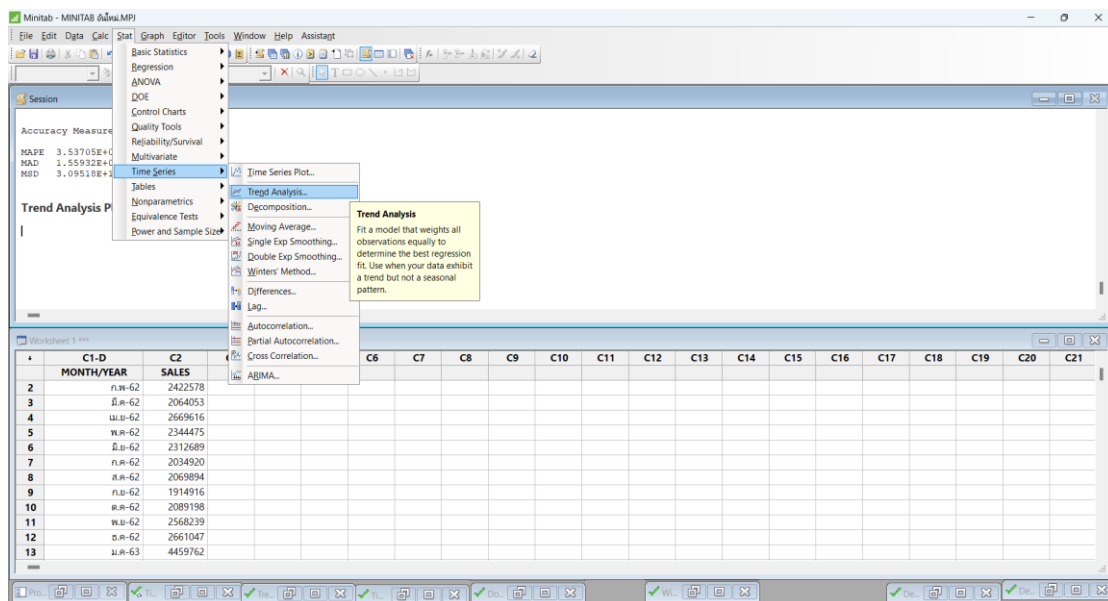
นำข้อมูลยอดขายรายง่าเพื่อสุขภาพมา Plot กราฟเพื่อดูลักษณะข้อมูลเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำมาตัดสินใจในการเลือกวิธีการพยากรณ์ซึ่งการนำข้อมูลยอดขายรายง่าเพื่อสุขภาพ มา Plot กราฟตามหลักการวิเคราะห์อนุกรมเวลา มีขั้นตอนดังนี้

เริ่มต้นเปิดโปรแกรม Minitab เลือกเมนู Stat > Stat > Time Series > Trend Analysis จากนั้นเลือกตัวแปรที่ต้องการ Plot อนุกรมเวลา

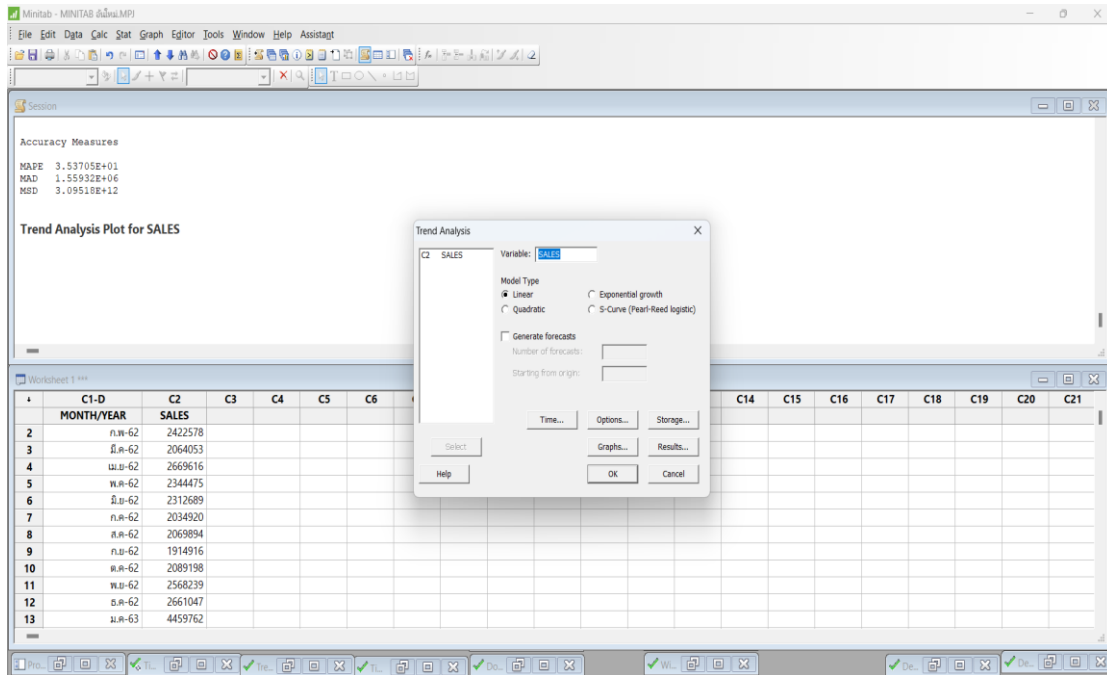
- กด Select เลือก Linear\
- แสดงไว้ในภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.6



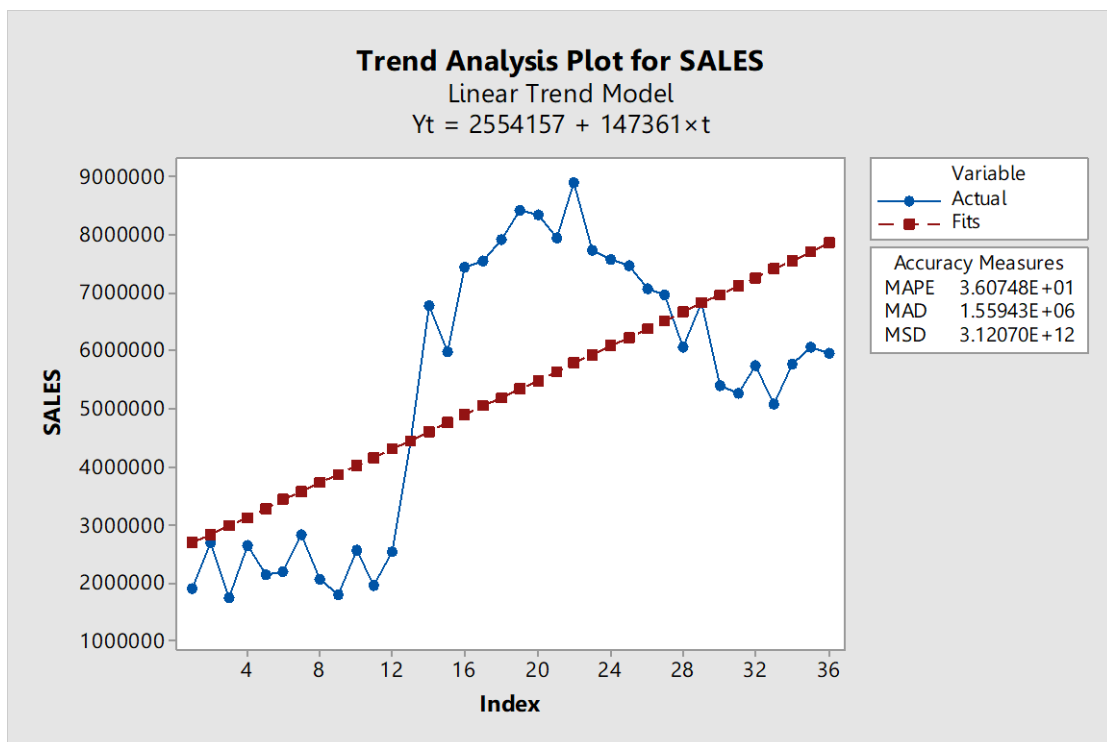
ภาพที่ 3.2 การกรอกข้อมูล



ภาพที่ 3.3 การเลือกใช้ Trend Analysis

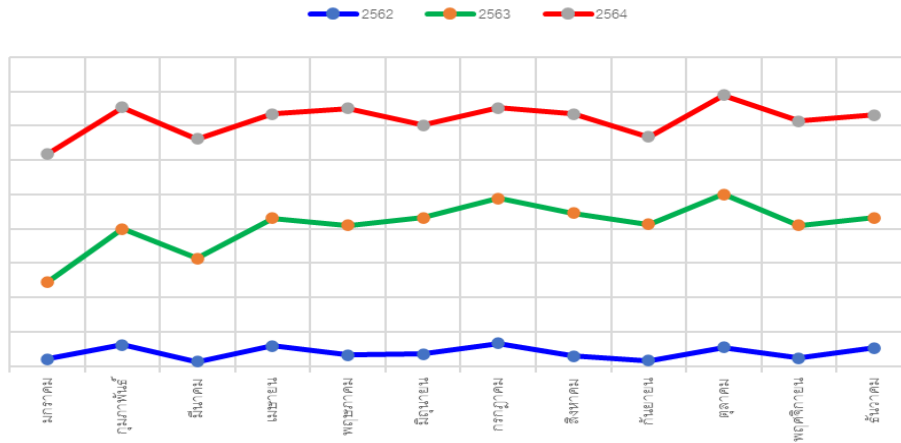


ภาพที่ 3.4 หน้าต่าง Trend Analysis



ภาพที่ 3.5 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูล

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์กราฟที่ได้ ดูว่ากราฟมีรูปแบบฤดูกาลในข้อมูลการขายหรือไม่ เส้นบนกราฟขึ้นหรือลง และข้อมูลมีรูปแบบที่ซ้ำกันในแต่ละปีหรือไม่ เราเปรียบเทียบข้อมูลจากปีต่างๆ เพื่อดูว่าข้อมูลเหล่านั้นเหมือนกันหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



ภาพที่ 3.6 แสดงผลวิเคราะห์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพรายปี

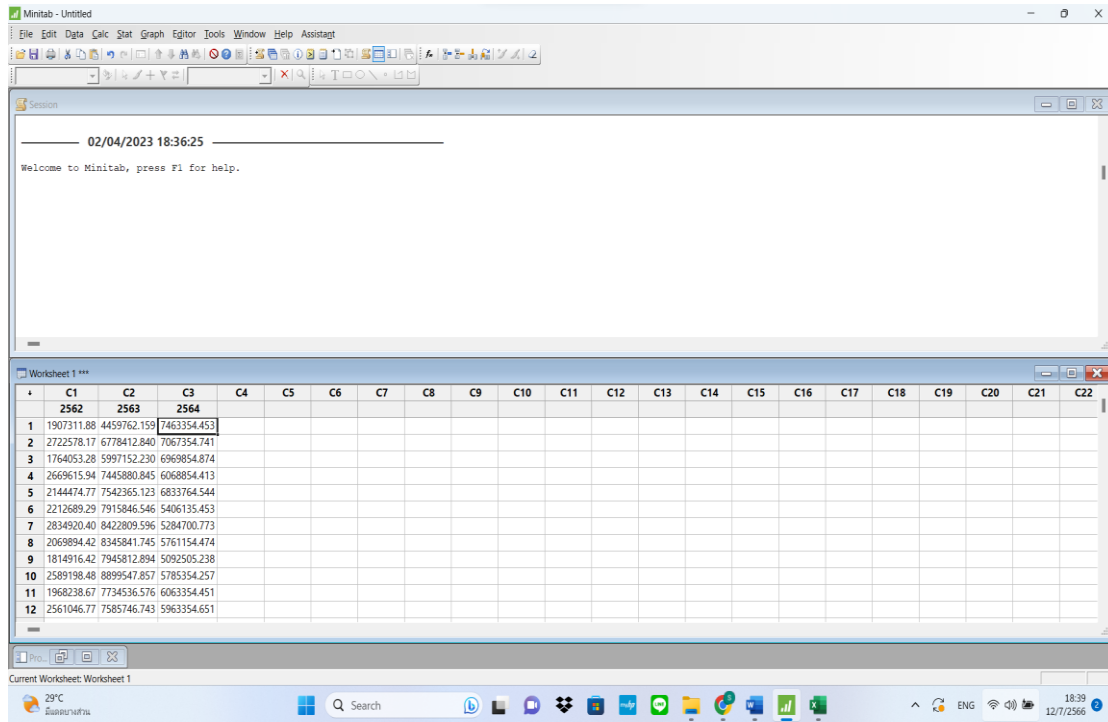
ซึ่งจากการพิจารณารายยอดขายพบว่า รูปแบบของข้อมูล มีแนวโน้มและฤดูกาล ดังภาพซึ่งวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบของ ข้อมูล คือ วิธีของวินเทอร์ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการพยากรณ์แบบการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสอง การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ การพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม เพิ่มอีก 3 วิธี จะทำการพยากรณ์ด้วย 4 วิธีที่กล่าว มาข้างต้น โดยจะทำการเลือกที่วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ให้ค่า MAPE น้อย ที่สุด ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนในการพยากรณ์ได้ดังนี้

1. การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) โดยใช้ข้อมูลของยอดขาย รองเท้าเพื่อสุขภาพตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง เดือนธันวาคม 2564 จำนวน 36 เดือน และ ไปพยากรณ์ ด้วยวิธีการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) ในโปรแกรม Minitab จะแสดงผลการพยากรณ์ และค่า MAPE, MAD และ MSE มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

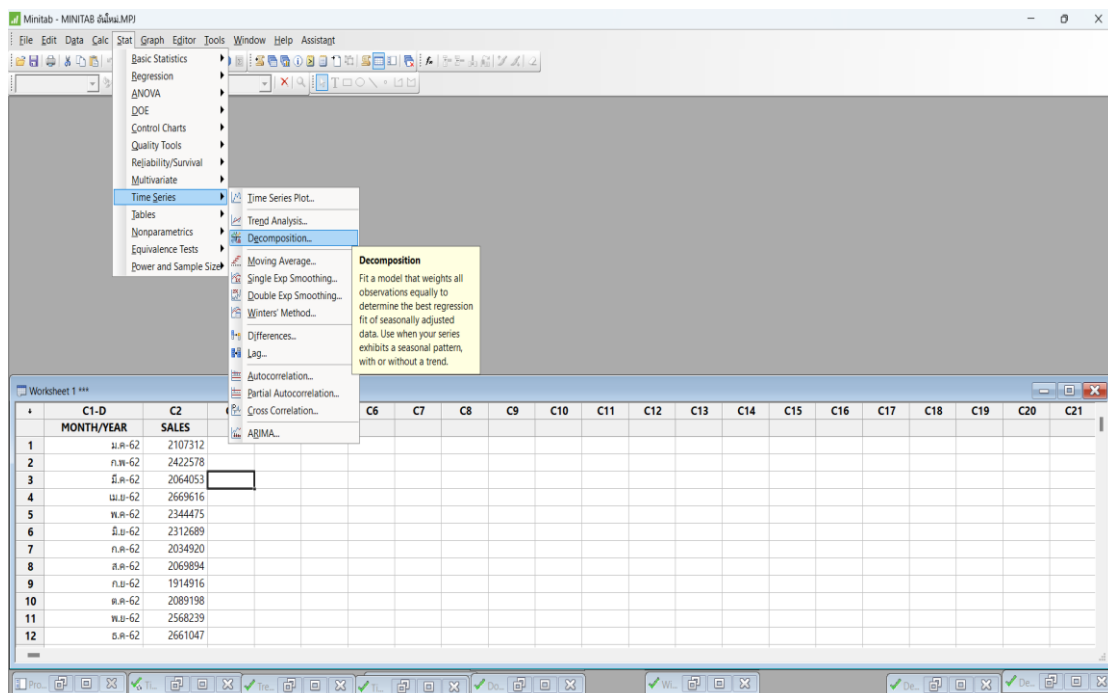
เปิดโปรแกรม Minitab เลือกเมนู Stat > Time Series > Decomposition Method เมื่อเข้าสู่ หน้าต่างของ Decomposition Method

- กำหนด Seasonal length เท่ากับ 12 เนื่องจากต้องการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วง 12 เดือน
- Method Type ให้เลือก Additive เพราะข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความแปรปรวนไม่คงที่
- เลือก Trend plus seasonal เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้ม
- เลือก Generate forecasts โดยกำหนดค่า Number of forecasts เท่ากับ 36

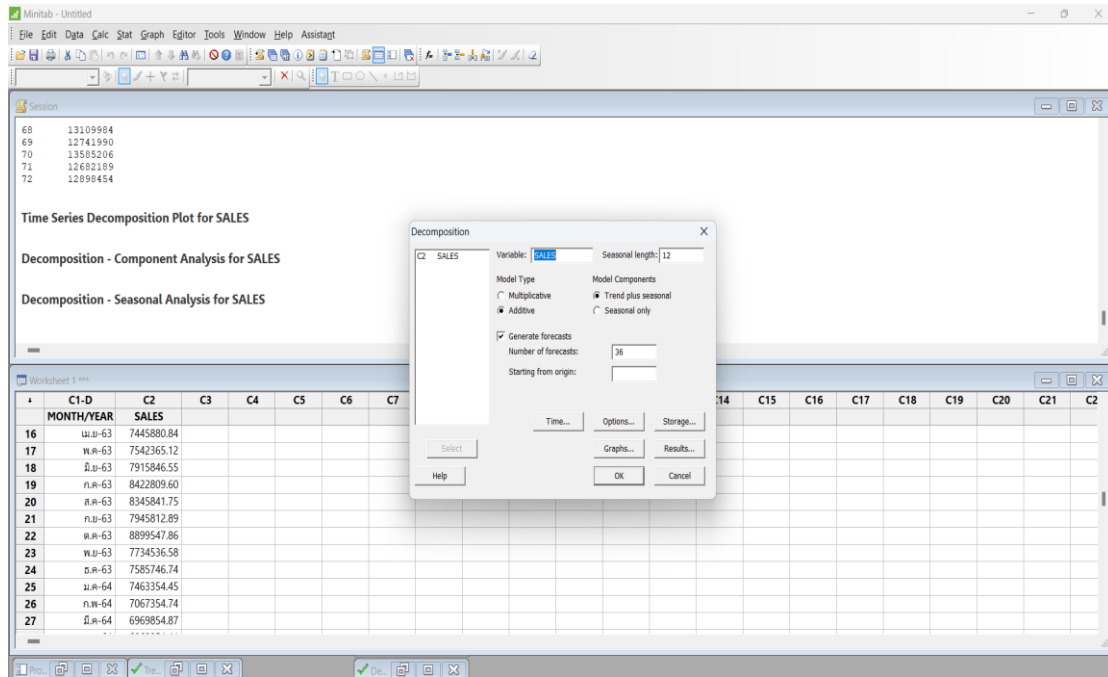
โดยแสดงรูปการเลือกใช้วิธี Decomposition Method หน้าต่าง Decomposition Method ไว้ในภาพที่ 3.6 ถึง ภาพที่ 3.12



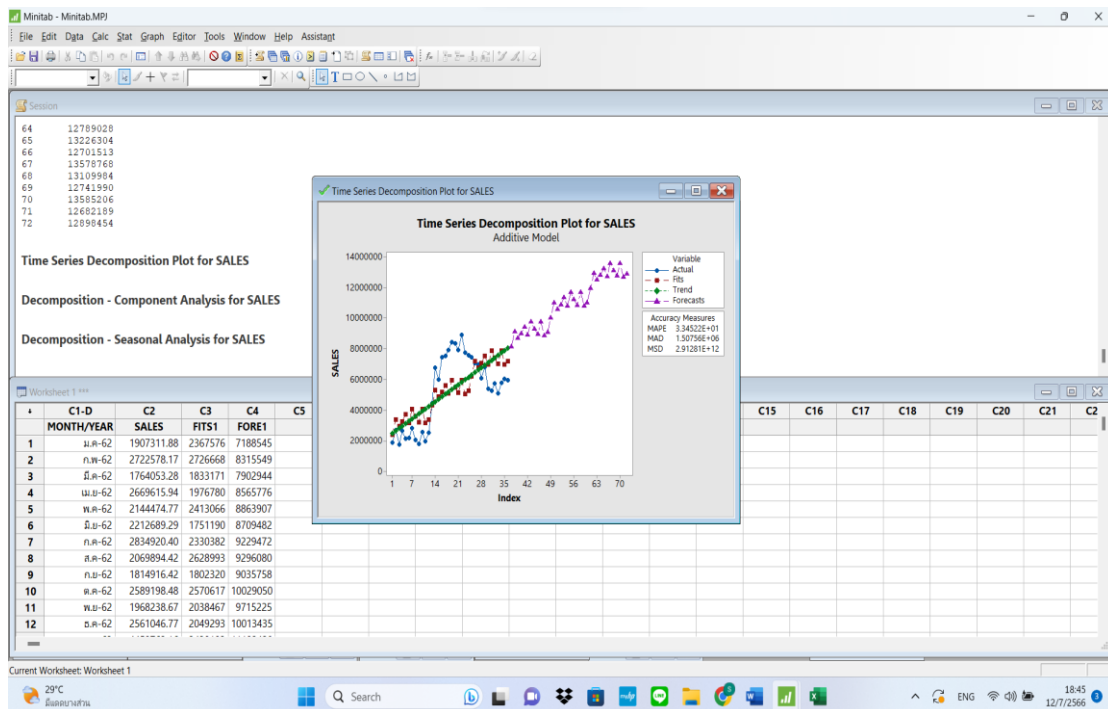
ภาพที่ 3.7 การกรอกข้อมูล



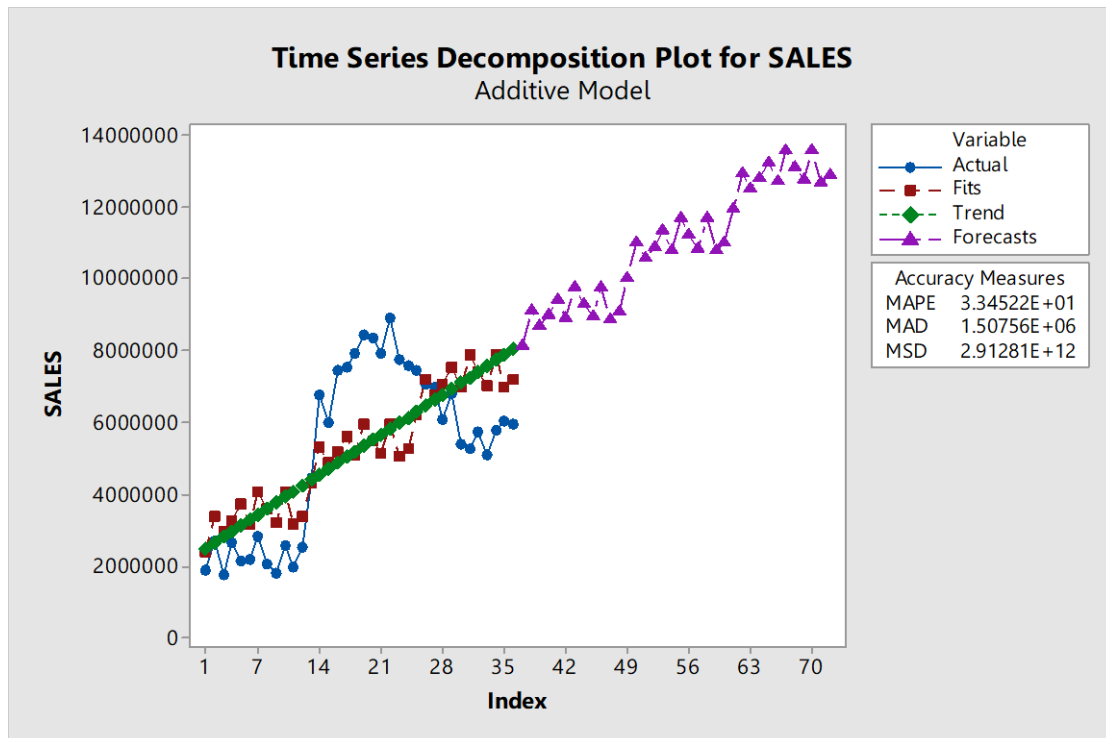
ภาพที่ 3.8 การเลือกใช้วิธี Decomposition Method



ภาพที่ 3.9 หน้าต่าง Decomposition Method



ภาพที่ 3.10 แสดงผลการพยากรณ์



ภาพที่ 3.11 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์

จากกราฟแสดงผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมมินิแทบ จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ด้วยวิธีการแบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) มีค่าความคลาดเคลื่อน MSD เท่ากับ 2,912,810,000,000 MAD เท่ากับ 1,507,560 และ MAPE เท่ากับ 33.4522

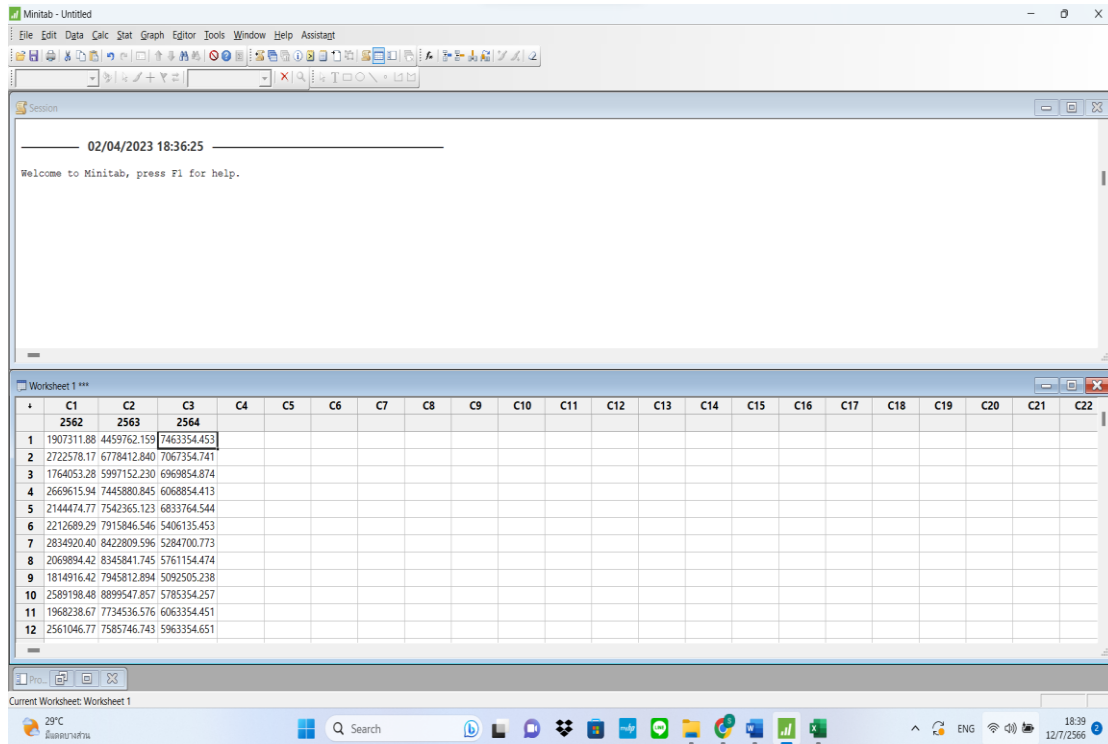
2. การพยากรณ์แบบวิธีเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) โดยนำข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2564 จำนวน 36 เดือน ไปพยากรณ์ด้วยวิธีเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) ในโปรแกรม Minitab มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

เปิดโปรแกรม Minitab เลือกเมนู Stat > Time Series > Double Exponential Smoothing

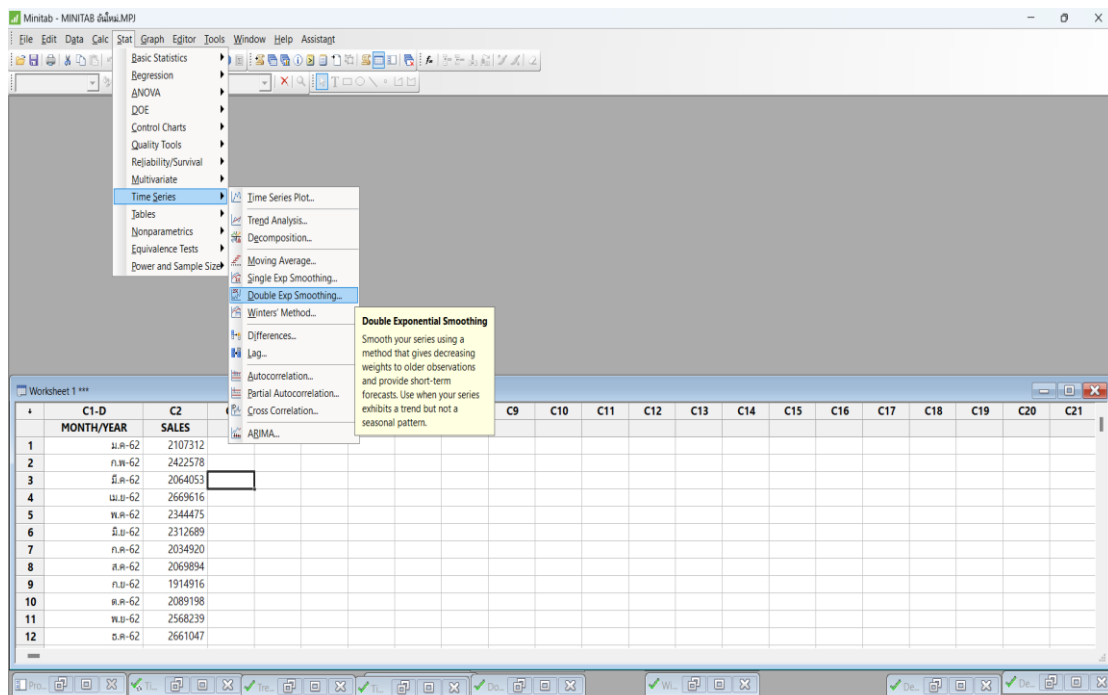
- ช่อง Optimal ARIMA คือตัวที่ให้โปรแกรมวิเคราะห์หาค่า level (Alpha) และ trend (Gamma) ที่เหมาะสม

- เลือก Generate forecasts โดยกำหนดค่า Number of forecasts เท่ากับ 36

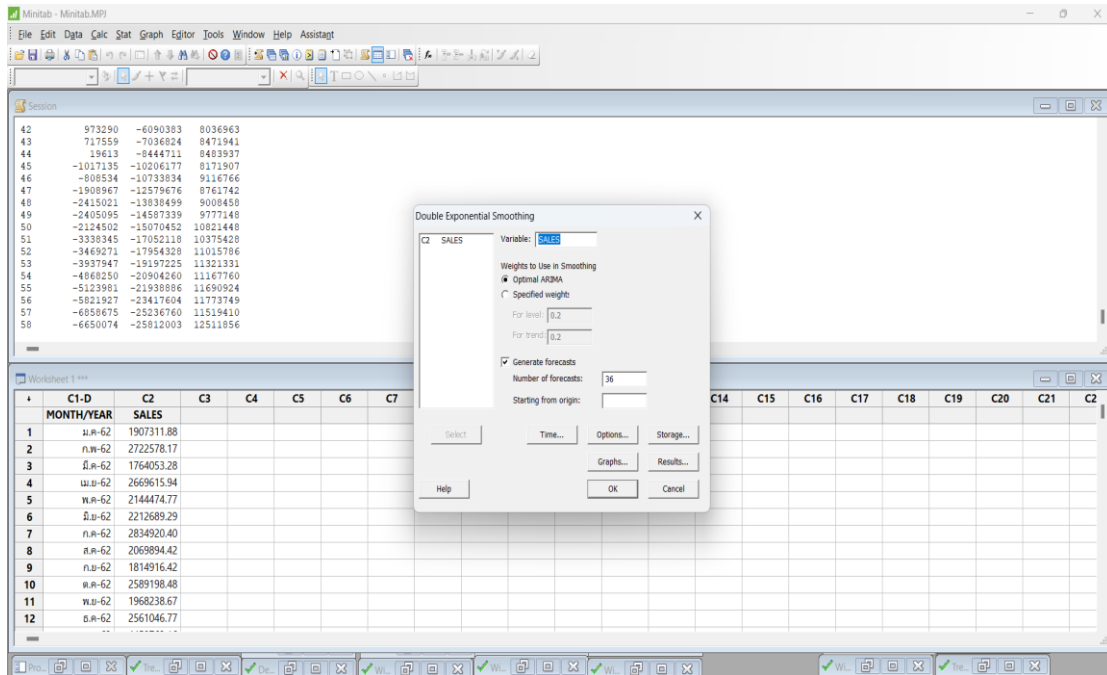
โดยแสดงรูปการเลือกใช้วิธี Double Exponential Smoothing หน้าต่าง Double Exponential Smoothing ใ้ภาพที่ 3.13 ถึงภาพที่ 3.17



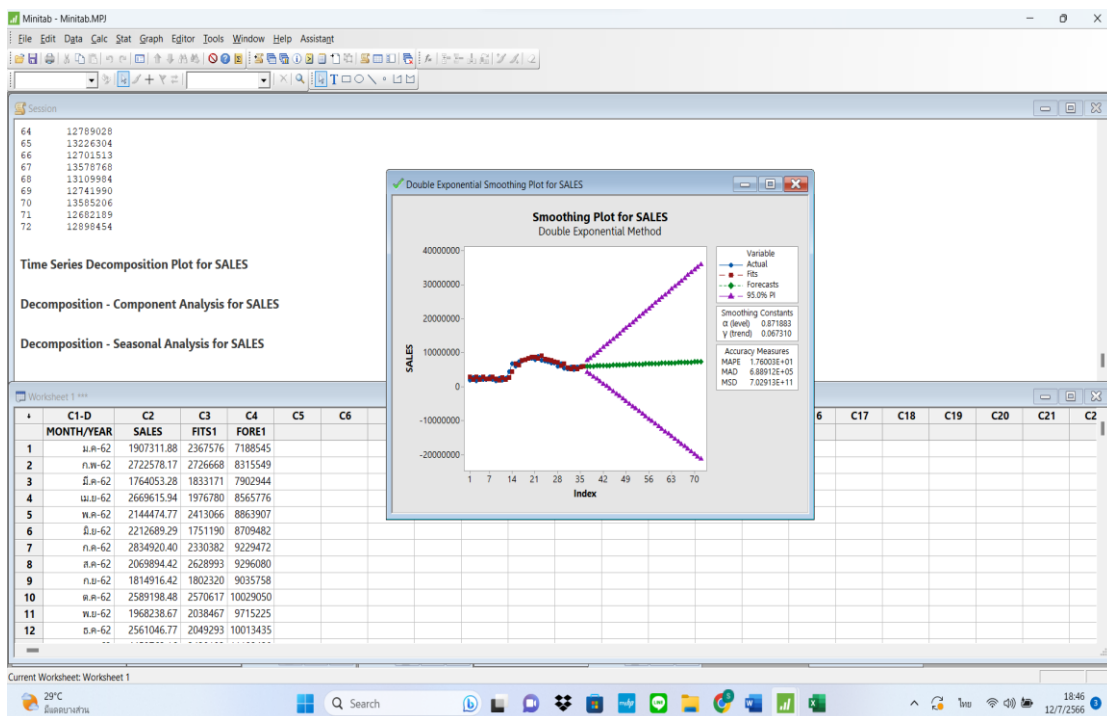
ภาพที่ 3.12 การกรอกข้อมูล



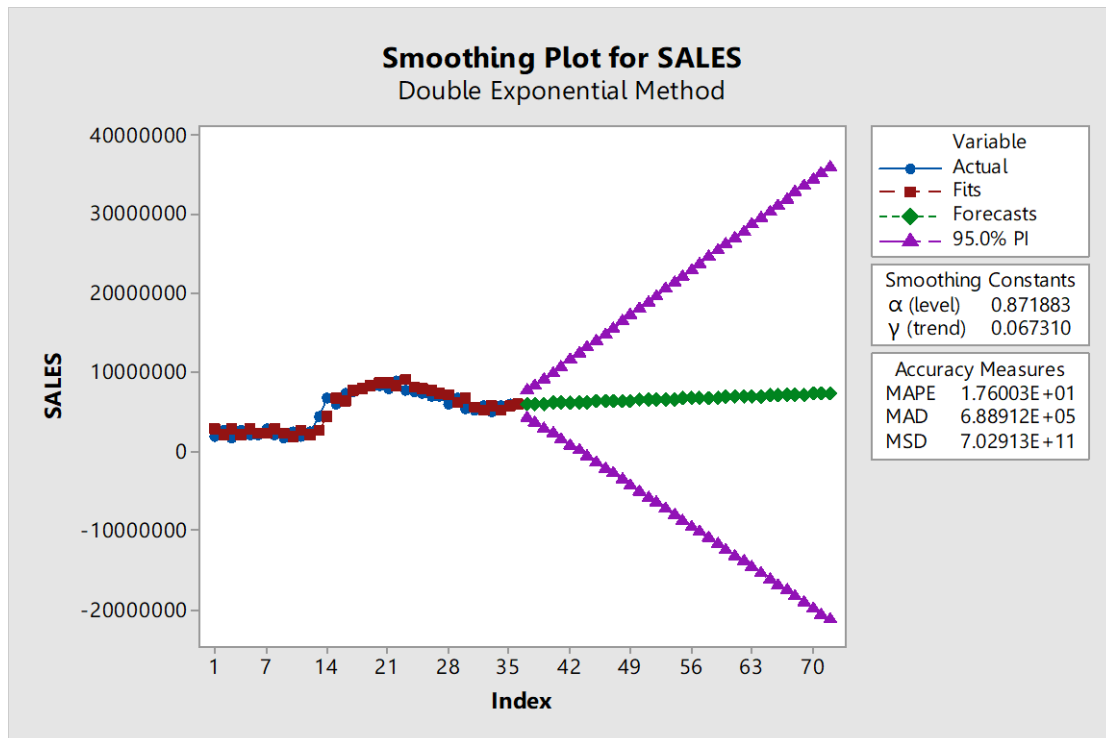
ภาพที่ 3.13 การเลือกใช้วิธี Double Exponential Smoothing



ภาพที่ 3.14 หน้าต่าง Double Exponential Smoothing



ภาพที่ 3.15 แสดงผลการพยากรณ์



ภาพที่ 3.16 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์

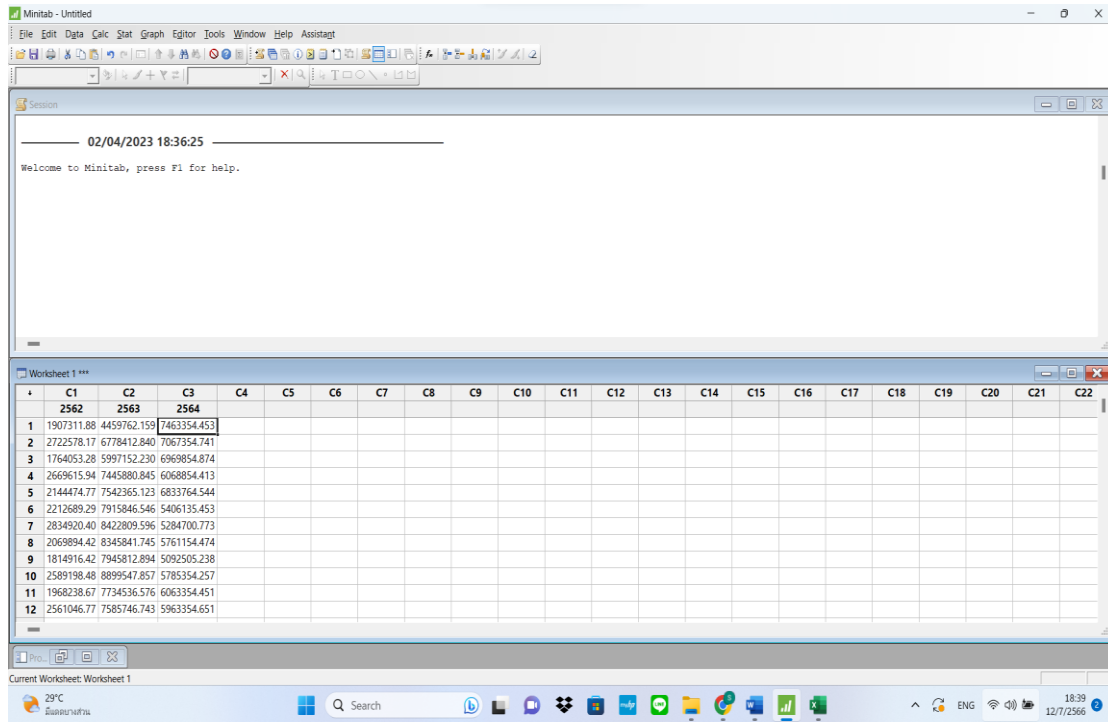
จากกราฟแสดงผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมมินิแทบ จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) มีค่าความคลาดเคลื่อน MSD เท่ากับ 702,913,000,000 MAD เท่ากับ 688,912 และ MAPE เท่ากับ 17.6003

3. การพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) โดยนำข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ ตั้งแต่ มกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2564 จำนวน 36 เดือน มาพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) ในโปรแกรม Minitab จะแสดงกราฟแสดงผลการพยากรณ์ และค่า MAPE, MAD และ MSE มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

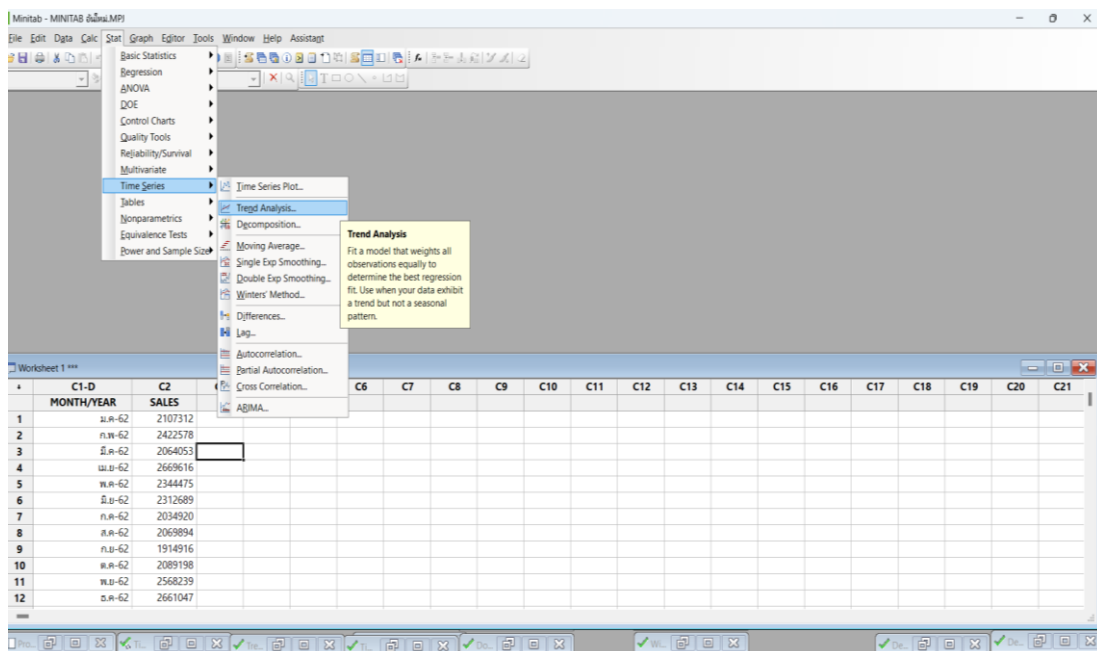
เปิดโปรแกรม Minitab เลือกเมนู Stat > Time Series > Trend Analysis ให้เลือกข้อมูล

- Model Type เลือก Exponential growth เอ็กซ์โพเนนเชียล
- เลือก Generate forecasts โดยกำหนดค่า Number of forecasts เท่ากับ 36 เพื่อพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ ในอนาคตตั้งแต่ มกราคม 2565 ถึง ธันวาคม 2567

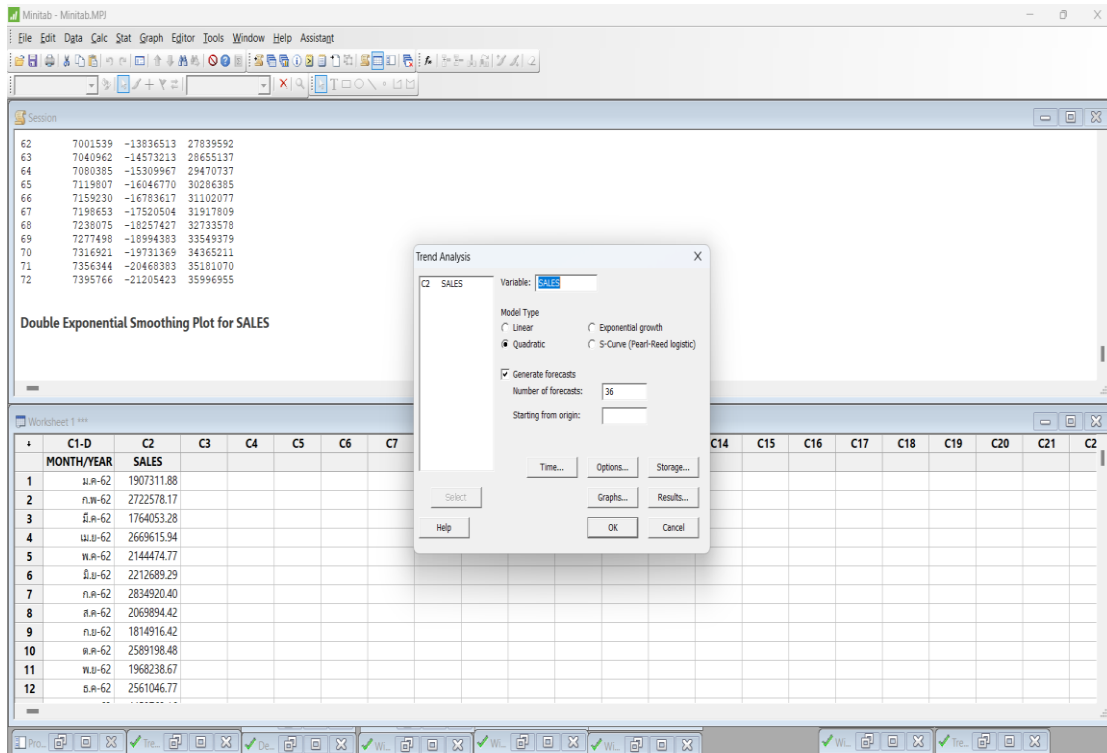
โดยแสดงรูปการเลือกใช้วิธี Trend Analysis หน้าต่าง Trend Analysis ไว้ภาพที่ 3.18 ถึงภาพที่ 3.22



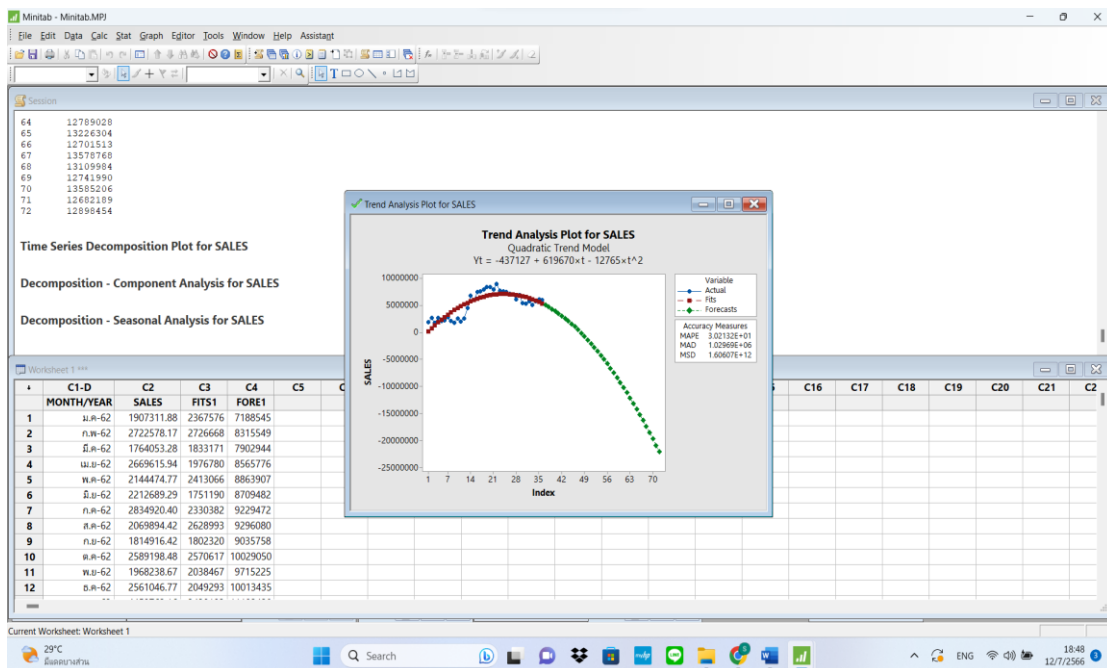
ภาพที่ 3.17 การกรอกข้อมูล



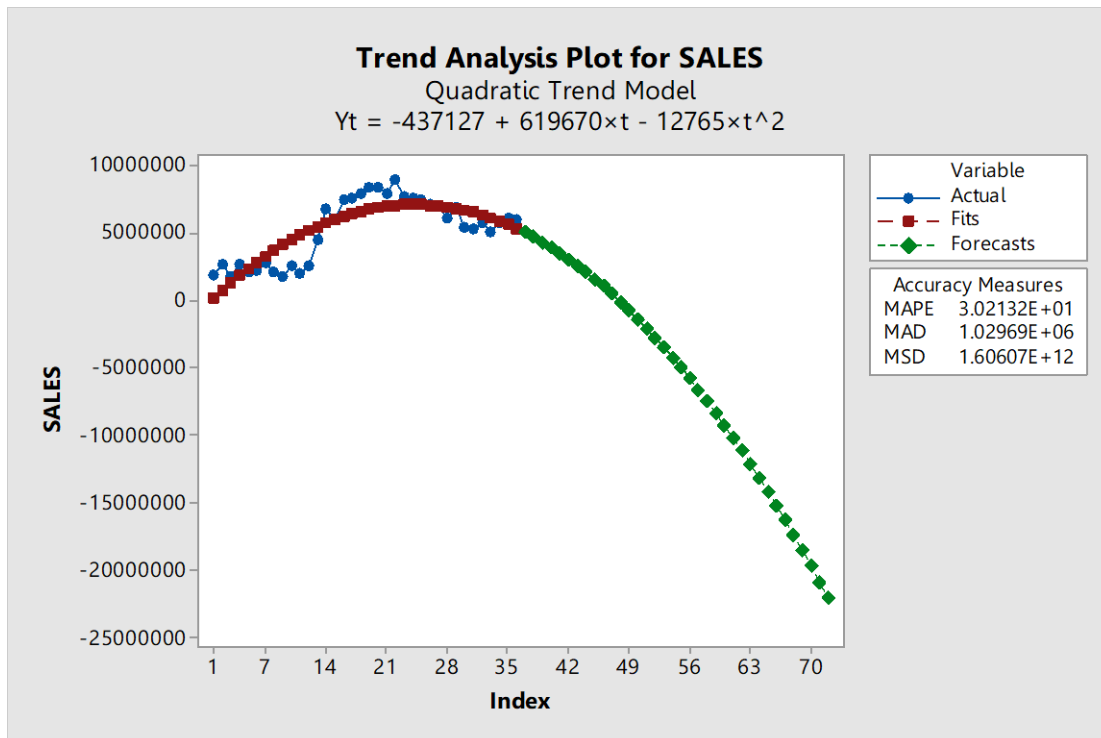
ภาพที่ 3.18 การเลือกใช้วิธี Trend Analysis



ภาพที่ 3.19 หน้าต่าง Trend Analysis



ภาพที่ 3.20 แสดงผลการพยากรณ์



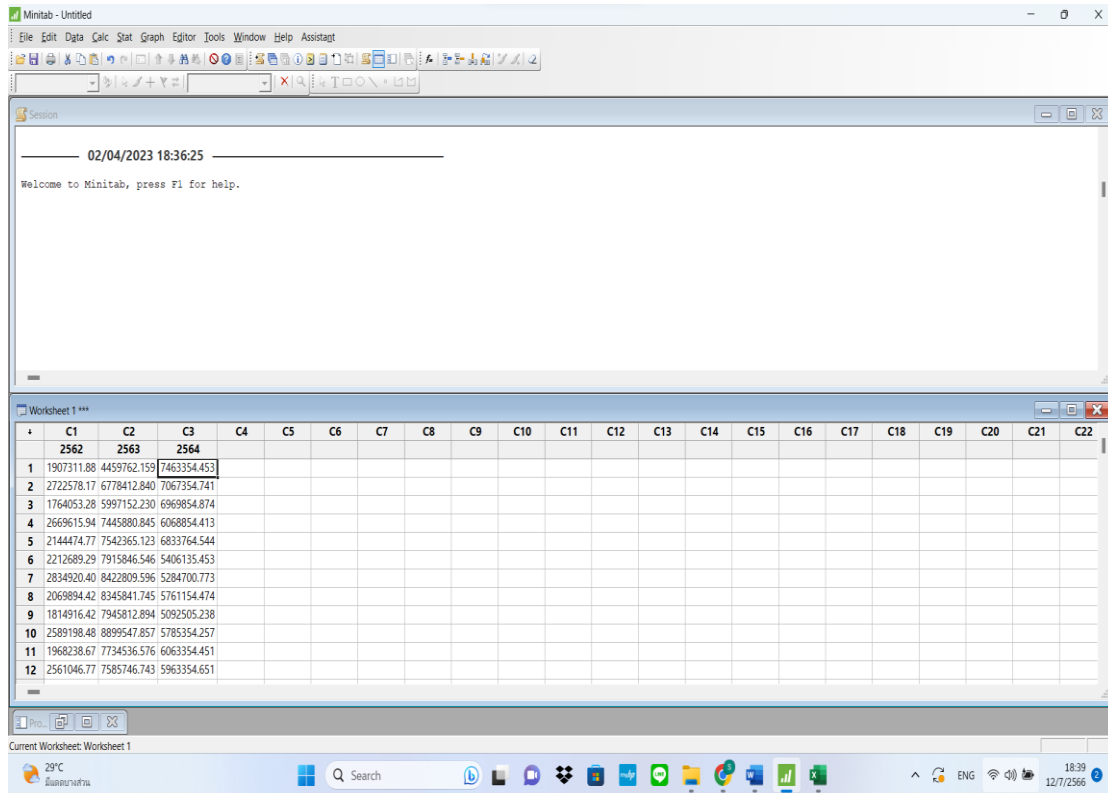
ภาพที่ 3.21 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์

จากกราฟแสดงผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมมินิแทบ จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) มีค่าความคลาดเคลื่อน MSD เท่ากับ 1,606,070,000,000 MAD เท่ากับ 1,029,690 และ MAPE เท่ากับ 30.2132

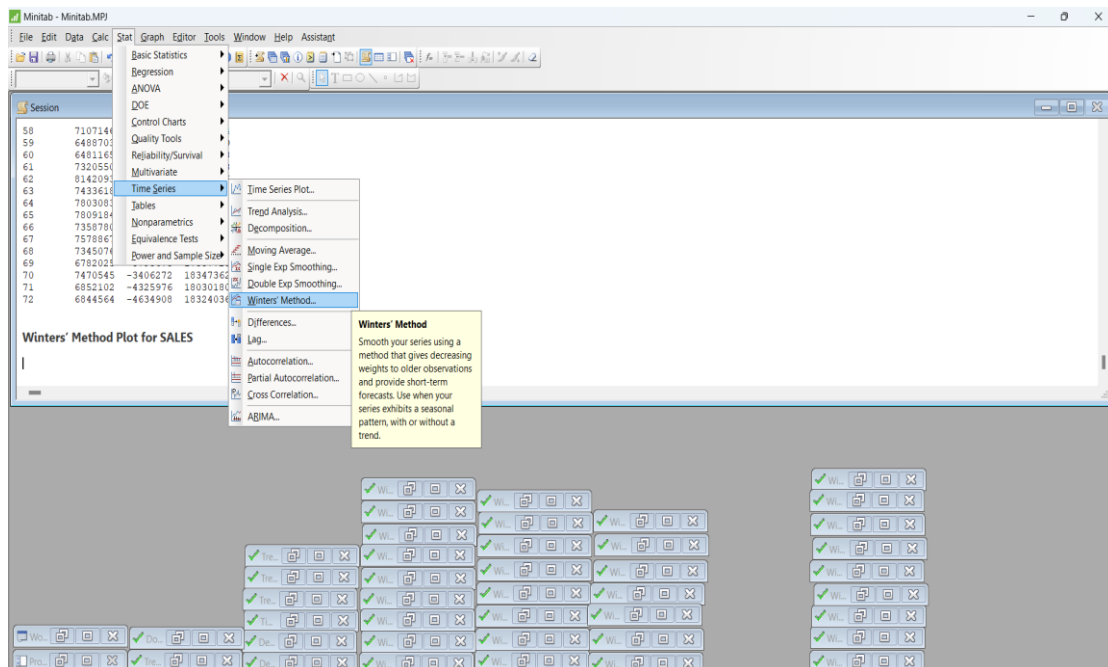
4. การพยากรณ์แบบของวินเทอร์ (Winter's Method) โดยใช้ข้อมูลของยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง เดือนธันวาคม 2564 จำนวน 36 เดือน และไปพยากรณ์ด้วยวิธีการของวินเทอร์ (Winter's Method) ในโปรแกรม Minitab จะแสดงกราฟแสดงผล และผลการคำนวณค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ได้แก่ค่า MAPE, MAD และ MSE มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

เปิดโปรแกรม Minitab เลือกเมนู Stat > Time Series > Winter's Model Type เลือก additive Weight to Use in Smoothing กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ 3 ค่าคือ Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) โดย เลือกค่า α , γ และ δ ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด Generate forecasts โดย กำหนดค่า Number of forecasts เท่ากับ 36

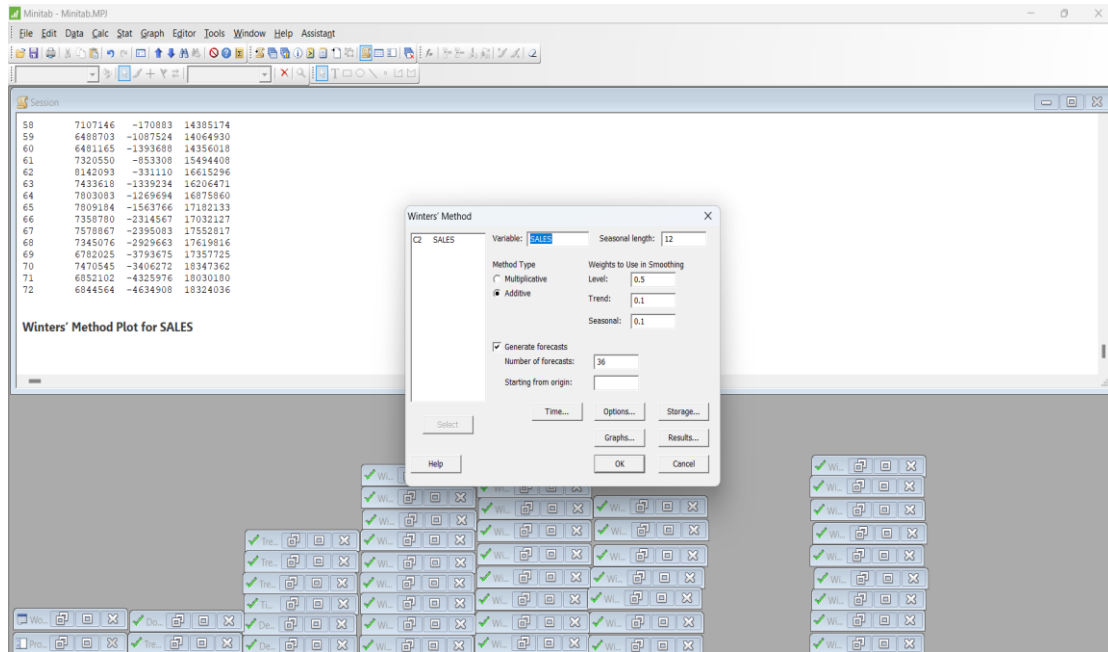
โดยแสดงรูปการเลือกใช้วิธี Winter's Method หน้าต่าง Winter's Method ใ้ภาพที่ 3.23 ถึง ภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.22 การกรอกข้อมูล



ภาพที่ 3.23 การเลือกใช้วิธี Winter's Method



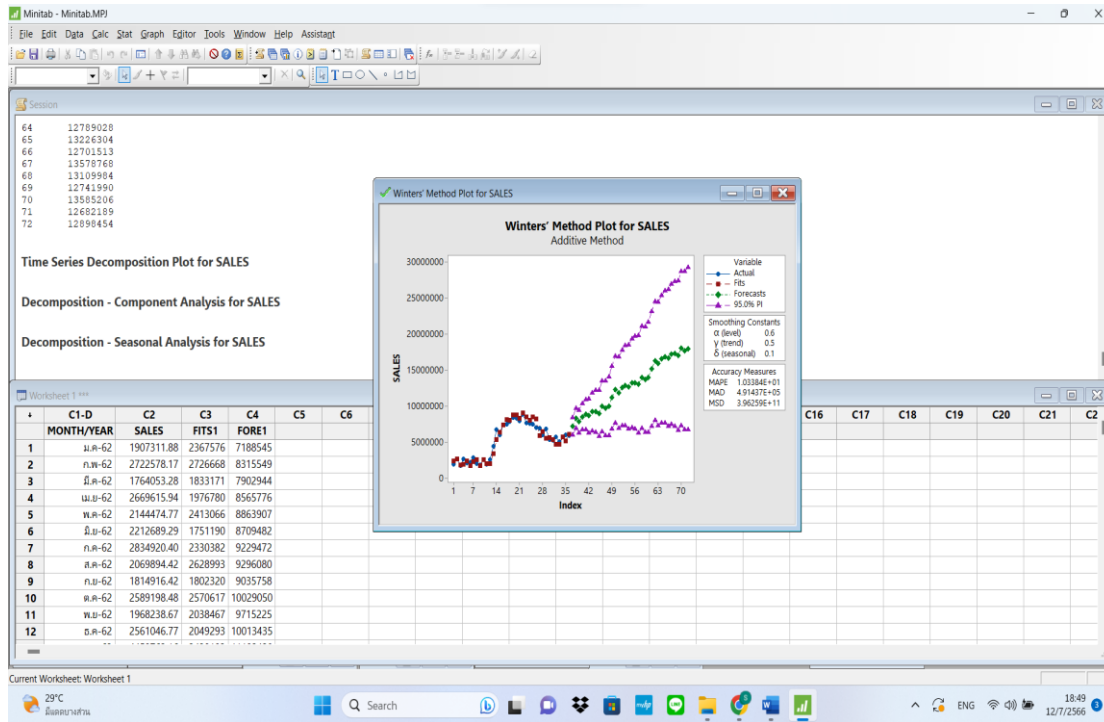
ภาพที่ 3.24 หน้าต่าง Winter's Method

จากการพยากรณ์วิธีการของวินเทอร์ การประมาณค่าพารามิเตอร์มี 3 ค่าคือ Alpha (α), Gamma (γ) และ Delta (δ) โดย เลือกค่า α , γ และ δ ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด และผลการวิเคราะห์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด 10 อันดับแรก แสดงดังตารางที่ 3.1

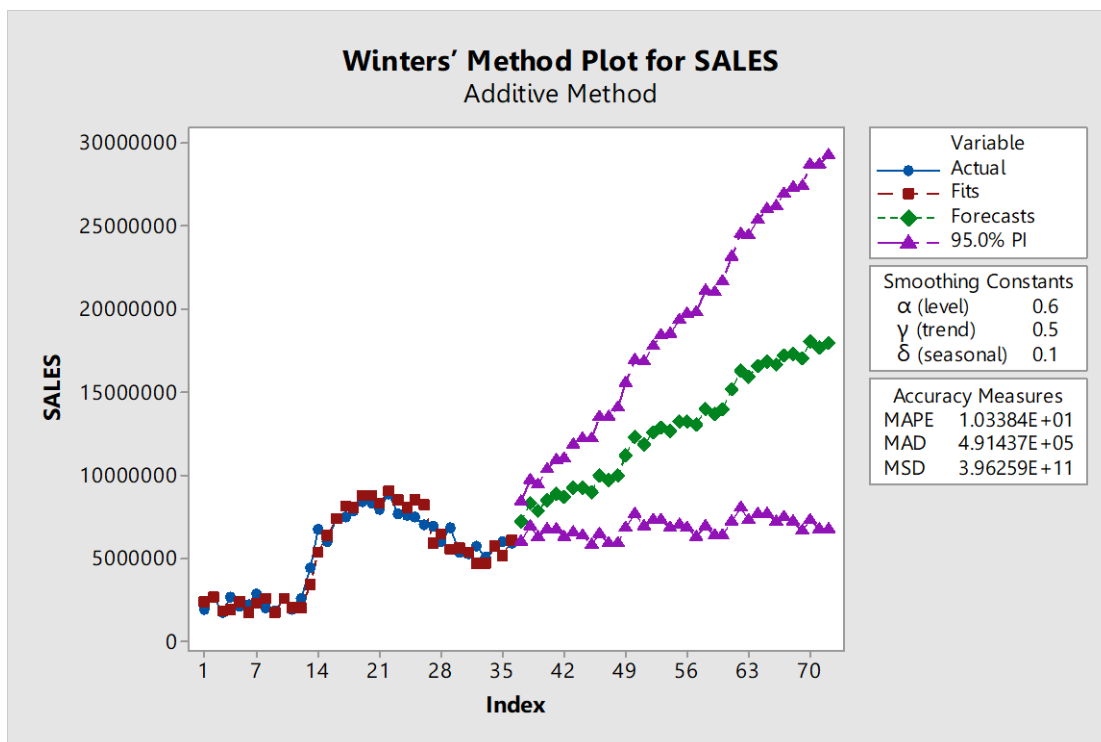
ตารางที่ 3.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบจากวิธีการวินเทอร์ที่ผลการวิเคราะห์มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด 10 อันดับแรก

Alpha (α) ค่าคงที่ปรับเรียบ สำหรับแนวโน้ม	Gamma (γ) ค่าคงที่ปรับเรียบ สำหรับความชัน	Delta (δ) ค่าคงที่ปรับเรียบ สำหรับฤดูกาล	MAPE (%) ค่าความคลาดเคลื่อน เปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย
0.6	0.5	0.1	10.3384
0.5	0.5	0.1	10.5182
0.7	0.5	0.1	10.6497
0.5	0.5	0.5	10.9941
0.8	0.1	0.1	11.1236
0.8	0.5	0.1	11.2259
0.9	0.1	0.1	11.285
0.7	0.1	0.1	11.4566
0.4	0.5	0.1	11.8404
0.6	0.1	0.1	12.1345

จากตารางที่ 3.2 กำหนดค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับข้อมูลยอดขาย 3 ค่า ที่ทำให้ผลของความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด คือ Alpha (α) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม มีค่าเท่ากับ 0.6 Gamma (γ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับความชัน มีค่าเท่ากับ 0.5 และ Delta (δ) เป็นค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับฤดูกาลมีค่าเท่ากับ 0.1 ซึ่งมีค่า MAPE (%) ค่าความคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย เท่ากับ 10.3384 % ผลของการพยากรณ์ด้วยวิธีการวินเทอร์ (Winter's Method) แสดงดังภาพที่



ภาพที่ 3.25 แสดงผลการพยากรณ์



ภาพที่ 3.26 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์

จากกราฟแสดงผลการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมมินิแทบ มีค่าความคลาดเคลื่อน MSD เท่ากับ 396,259,000,000 MAD เท่ากับ 491,437 และ MAPE เท่ากับ 10.3384

การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของวิธีการพยากรณ์ของ การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Method) การพยากรณ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) และการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลของแต่ละรูปแบบโดยใช้ดัชนีการประเมิน ได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation, MAD) และเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) โดยหากค่า MAD และ MAPE มีค่าที่ยิ่งน้อย หมายถึงการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลยอดขายและเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม

งานวิจัยเล่มนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายของรองเท้าสุขภาพของของบริษัทในปี 2565 - 2567 กรณีศึกษารองเท้าเพื่อสุขภาพของบริษัทรองเท้าแห่งหนึ่ง โดยใช้โปรแกรม Minitab เป็นการวิเคราะห์ยอดขายในอดีตตั้งแต่ มกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2565 เราแบ่งยอดขายออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นการศึกษาวิธีการพยากรณ์ยอดขาย 36 เดือนตั้งแต่ มกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2564 และคำนวณข้อผิดพลาดในการพยากรณ์เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ยอดขาย กลุ่มที่สองใช้สำหรับเปรียบเทียบยอดขายที่พยากรณ์กับยอดขายจริง 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2565 ถึง ธันวาคม 2565

ในการศึกษารูปแบบของข้อมูลยอดขายในอดีต เพื่อช่วยพยากรณ์ว่ายอดขายมีลักษณะอย่างไรโดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อวิเคราะห์และพล็อตกราฟข้อมูลการขายและดูว่ามีรูปแบบหรือแนวโน้มใดหรือไม่ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab มีทั้งแนวโน้มและรูปแบบที่เกิดขึ้นในบางช่วงเวลา และเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ยอดขายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 4 วิธี คือ การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Method) การพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) และการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) มาทำการพยากรณ์เปรียบเทียบหาตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด

ทำการวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ ด้วยวิธีการต่าง ๆ และดูว่ามีความแม่นยำเพียงใด เลือกวิธีที่ผิดพลาดน้อยที่สุด โดยใช้เกณฑ์ค่าความผิดพลาดวัดจาก MAPE และทำการพยากรณ์ด้วยเทคนิคอนุกรมเวลา ด้วยวิธีการการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Method) การพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) และการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) ซึ่งได้ผลสรุปการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของแต่ละวิธี เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์		
	MSD	MAD	MAPE
Decomposition Method	2,912,810,000,000	1,507,560	33.4522%
Winter's Method	396,259,000,000	491,437	10.3384%
Double Exponential Smoothing	702,913,000,000	688,912	17.6003%
Trend Analysis	1,606,070,000,000	1,029,690	30.2132%

จากตารางที่ 4.1 สามารถอธิบายสรุปผลการเลือกวิธีการพยากรณ์ได้ว่า การพยากรณ์ใช้เกณฑ์ในการวัดความแม่นยำของแต่ละวิธีที่เรียกว่า MAPE และวิธีที่มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดคือ MAD วิธีที่เหมาะสมคือวิธีของวินเทอร์ มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10.3384% และการพยากรณ์แบบบริษัทกำหนดมีค่าความคลาดเคลื่อน 19.83% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีของวินเทอร์

4.2 ผลการพยากรณ์ยอดขายและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

หลังจากวิเคราะห์เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้แล้ว คือ วิธีของวินเทอร์ สำหรับพยากรณ์ยอดขายในอนาคต ในแต่ละเดือนในปี 2565 และทำการเปรียบเทียบยอดขายจริงตั้งแต่ มกราคม – ธันวาคม 2565 กับผลการพยากรณ์

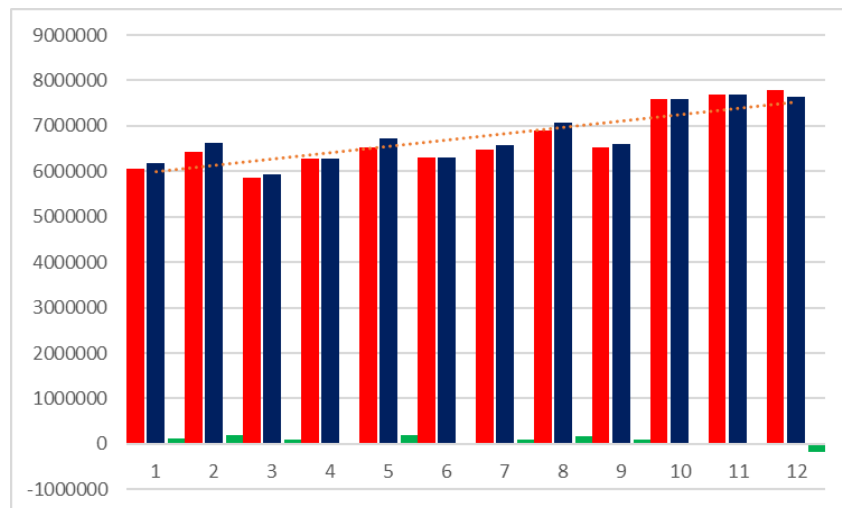
ตารางที่ 4.2 แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับยอดขายจากการพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเทอร์

(หน่วย : บาท)

เดือน/ปี	ยอดขายจริง	การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเทอร์	ผลต่างของการพยากรณ์
ม.ค.-65	6058455.54	6171129	112673
ก.พ.-65	6425879.87	6624201	198321
มี.ค.-65	5848520.96	5940011	91490
เดือน/ปี	ยอดขายจริง	การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเทอร์	ผลต่างของการพยากรณ์
เม.ย.-65	6289700.12	6284785	-4915
พ.ค.-65	6517841.02	6717234	199393

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

เดือน/ปี	ยอดขายจริง	การพยากรณ์ด้วยวิธี ของวินเทอร์	ผลต่างของการ พยากรณ์
มิ.ย.-65	6298450.36	6306249	7799
ก.ค.-65	6478900.41	6579802	100902
ส.ค.-65	6894751.05	7060765	166014
ก.ย.-65	6523810.74	6608065	84254
ต.ค.-65	7584752.94	7585751	998
พ.ย.-65	7687400.87	7694300	6899
ธ.ค.-65	7796417.12	7628612	-167805
รวม	80404881	81200904	796023



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างยอดขายจริงกับยอดขายจากการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่า ยอดขายจริงเท่ากับ 80,404,881 บาท และยอดขายที่ได้จากการพยากรณ์เท่ากับ 81,200,904 บาท ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างยอดขายสินค้าจริงกับยอดขายจากการพยากรณ์เท่ากับ 796,023 บาท หรือเท่ากับ 9.9% ของยอดขายจริง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ายอดขายรองเท่าเพื่อสุขภาพ มีค่าใกล้เคียงกับยอดขายจริง

4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายปี 2565 – 2567

ตารางที่ 4.3 ผลการพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพปี 2565 – 2567

(หน่วย: บาท)

เดือน	2565	2566	2567
มกราคม	7180029	11427873	15675716
กุมภาพันธ์	8421673	12669517	16917361
มีนาคม	8259448	12507292	16755136
เมษายน	8799574	13047418	17295262
พฤษภาคม	9263546	13511389	17759233
มิถุนายน	8924608	13172452	17420296
กรกฎาคม	9452596	13700439	17948283
สิงหาคม	9647341	13895185	18143028
กันยายน	9282706	13530550	17778393
ตุลาคม	10262992	14510836	18758680
พฤศจิกายน	10027139	14274983	18522827
ธันวาคม	10247924	14495768	18743612

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องการพยากรณ์แนวโน้มยอดขายของรองเท้าสุขภาพของของบริษัทในปี 2565 - 2567 กรณีศึกษารองเท้าเพื่อสุขภาพของบริษัทรองเท้าแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ยอดขายโดยวิธีอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ที่เหมาะสม และเปรียบเทียบยอดขายจริงกับผลการวิเคราะห์ได้จากการพยากรณ์

การศึกษาวิจัยเพื่อพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพในอนาคต ผู้วิจัยได้ข้อมูลเกี่ยวกับยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพที่ในอดีตตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงธันวาคม 2065 และใช้วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพในอนาคตคือ การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Method) , การพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing), วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) , และการพยากรณ์การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) และใช้พิจารณาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยใช้การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยวิธี MAPE ผลการศึกษาสรุปได้ว่า วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ วิธีของวินเทอร์

จากการวิเคราะห์หาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม และได้นำมาพยากรณ์ยอดขายตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ค่าพยากรณ์ยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพได้เท่ากับ 81,200,904 บาท เมื่อนำค่าพยากรณ์มาเปรียบเทียบกับยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพที่เกิดขึ้นจริงเท่ากับ 80,404,881 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนระหว่างยอดขายที่เกิดขึ้นจริงกับค่ายอดขายจากการพยากรณ์เท่ากับ 796,023 บาท หรือเท่ากับ 9.9% ของยอดขายจริง

จากการเปรียบเทียบพบว่า การวิเคราะห์เลือกวิธีการพยากรณ์ ที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสม ผลลัพธ์ที่ได้คือจะมียอดขายรวมใกล้เคียงกับยอดขายจริงมากกว่าการพยากรณ์ยอดขายตามรูปแบบการพยากรณ์ของบริษัท ดังนั้นสรุปได้ว่าการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ สามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดการวางแผนการผลิต โดยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

5.1 ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นเพียงข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพเบื้องต้น ถ้าจะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงความจริง ควรจะมีปัจจัย ที่ส่งผลและความแปรปรวนต่อข้อมูลยอดขายรองเท้าเพื่อสุขภาพ มาเป็นตัวแปรในการพยากรณ์ เช่น สภาวะทางการตลาดของสินค้าแฟชั่น นโยบายการช่วยเหลือของรัฐบาล ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดผลกระทบในการเคลื่อนที่ของอนุกรมเวลาไม่มีแบบแผนที่แน่นอน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- [1] แหวดดาว พูนสวน, “การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series) เพื่อการวางแผนการผลิตกรณีศึกษา บริษัท เอส ปิออตสาหกรรมเครื่องเรือน จำกัด”, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2550.
- [2] ศิริภัก ธนชลนันท, “การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดซื้อเพื่อการแข่งขันทางธุรกิจ กรณีศึกษา ร้าน เอ็น เอส แอร์”, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,2554.
- [3] อัจฉรา จันทร์ฉาย, “เทคนิคการพยากรณ์เพื่อการจัดการ”, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2557.
- [4] ทรงศิริ แต่สมบัติ, “การพยากรณ์เชิงปริมาณ”, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2549.
- [5] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ”, กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539.
- [5] วริษา วิสุทธิพานิช. Minitab. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://ie.eng.cmu.ac.th/IE2014/elearnings/2015_01/183/Minitab.pdf,2558.
- [6] เฉลิมพล จตุพร และพัฒนา สุขประเสริฐ, “ตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตและปริมาณส่งออก”,2559.
- [7] ปิยะกิจ กิจติตุลาพานนท์, “วิธีการพยากรณ์ความต้องการปุ๋ยเคมี กรณีศึกษา”,2560.
- [8] ชมพูนุช แสวงศักดิ์, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ ยอดสั่งผลิตสินค้ากรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง”,วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยธนบุรี,2560.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล ศรัญญาภรณ์ สุภากุล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2564 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร