



การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อย
ยอด



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเภสัชศาสตร์สังคมและการบริหาร แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาเภสัชกรรมชุมชน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาล
สามารถย่อ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเภสัชศาสตร์สังคมและการบริหาร แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเภสัชกรรมชุมชน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE STUDY OF DEMAND FORECASTING TECHNIQUES FOR DRUGS WITH
SPORADIC DEMAND FOR SAMROIYOD HOSPITAL



By
MR. Nattaphon THAIUDOMSAP

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Pharmacy (SOCIAL AND ADMINISTRATIVE PHARMACY)

Department of COMMUNITY PHARMACY

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่
สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด
โดย ณิชพล ไทยอุดมทรัพย์
สาขาวิชา เกษศาสตร์สังคมและการบริหาร แผนก ก แบบ ก 2 ปริญญา
มหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก เกษัชกรหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำฝน ศรีบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(เกษัชกร รองศาสตราจารย์วิวัฒน์ ถาวรวัฒนยงค์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(เกษัชกรหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน ศรีบัณฑิต)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(เกษัชกรหญิง รองศาสตราจารย์ระพีพรรณ ฉลองสุข)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพรรณ กริชชาญชัย)

61362308 : เกษัชศาสตร์สังคมและการบริหาร แผน ก แบบ ก 2 ปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คำสำคัญ : การพยากรณ์, อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ, การจัดการสินค้าคงคลัง

นาย ธีรพล ไทยอุดมทรัพย์: การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : เกษัชกรหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำฝน ศรีบัณฑิต

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอจำนวน 41 รายการ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent 19 รายการ และอุปสงค์รูปแบบ lumpy 22 รายการ โดยวิเคราะห์อุปสงค์การใช้ยารายเดือนจากข้อมูลการใช้ยาในปี 2557-2561 ของโรงพยาบาลสามร้อยยอด เพื่อพยากรณ์อุปสงค์การใช้ยาแต่ละเดือนในปี 2562 ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี Syntetos and Boylan Approximation (SBA) และวิธี Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) จากนั้นประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์โดยวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า เปรียบเทียบกันระหว่างผลการพยากรณ์กับปริมาณการใช้จริง ผลการศึกษาพบว่าวิธี TSB เป็นวิธีที่มีความคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำที่สุดแต่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูง ในขณะที่วิธีที่มีความคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำรองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและเป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบค่อนข้างต่ำ ส่วนวิธี Croston และวิธี SBA เป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูง โดยวิธี SBA มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูงกว่าวิธี Croston อย่างไรก็ตามไม่พบวิธีในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงสุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบต่ำสุด ดังนั้นในการเลือกวิธีการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมจึงต้องมีการปรับแต่งให้เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการ ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับผิดชอบงานบริหารคลังยาในการนำเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมไปใช้ประมาณการใช้ยาหรือจัดทำแผนจัดซื้อยาสำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการยาคลังต่อไป

61362308 : Major (SOCIAL AND ADMINISTRATIVE PHARMACY)

Keyword : Forecasting, Sporadic demand, Inventory management

MR. NATTAPHON THAIUDOMSAP : THE STUDY OF DEMAND FORECASTING TECHNIQUES FOR DRUGS WITH SPORADIC DEMAND FOR SAMROIYOD HOSPITAL THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR NAMFON SRIBUNDIT, Ph.D.

This research aimed to study the forecasting techniques for 41 drugs with sporadic demand, which consisted of 19 drugs with intermittent and 22 drugs with lumpy demand by analyzing the actual consumption of Samroi yod hospital in 2014 - 2018 to forecast the monthly demand in 2019 with the simple exponential smoothing (SES), Croston, Syntetos and Boylan Approximation (SBA), and Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) methods. Consequently, forecast performance was determined by forecast accuracy, which was composed of mean squared error, mean absolute deviation, and mean absolute scaled error. Moreover, the bias was measured by cumulated forecast error, the percentage of the number of shortages, and periods in stock comparing forecast and actual demand. The results revealed that the TSB method came up with the best forecast accuracy with a higher bias than others. While SES demonstrated a second-best accuracy, it presented with a lesser biased. Whereas Croston and SBA exhibited a higher forecast error than others, SBA contributed to a higher bias than the Croston method. Since there was no particular forecasting method that demonstrated the best forecast accuracy and biasedness for drugs with sporadic demand, therefore the proper forecasting technique needs to be customized for each drug. The findings from this research are useful to a person responsible for drug inventory management in order to use proper techniques to forecast demand or consider drug purchasing plans for drugs with sporadic demand so as to increase the efficiency of drug inventory management.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ เกสัชกรหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน ศรีบัณฑิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเกสัชกร รองศาสตราจารย์วิวัฒน์ ถาวรวัฒนยงค์ เกสัชกรหญิง รองศาสตราจารย์ระพีพรรณ ฉลองสุข และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพรรณ กริชชาญชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบุคลากรในฝ่ายเภสัชกรรมและคุ้มครองผู้บริโภค โรงพยาบาลสามร้อยยอด ทุกท่าน และบุคลากรในโรงพยาบาลสามร้อยยอดหลายๆ ท่าน ที่สนับสนุนกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์



สารบัญ

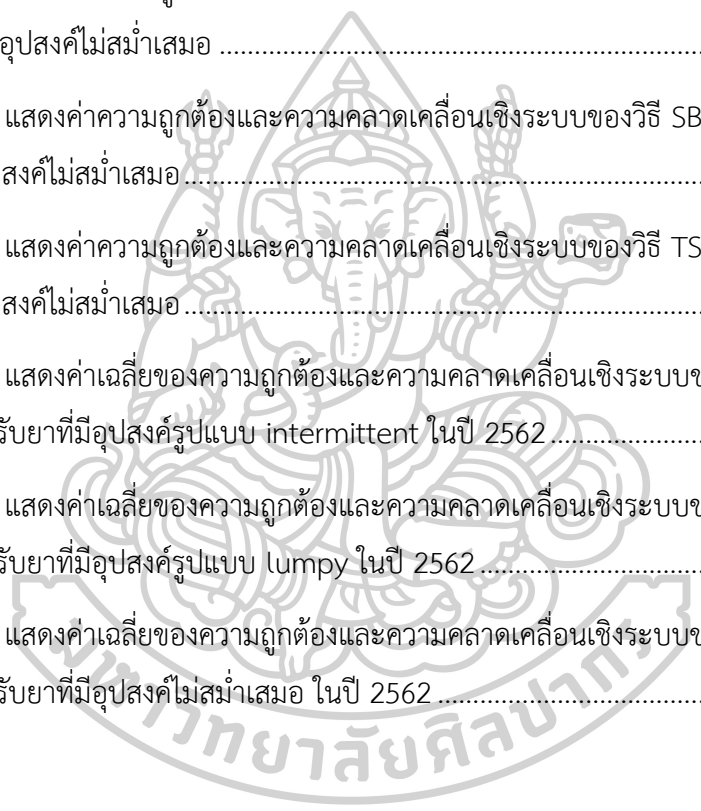
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
คำถามงานวิจัย	5
ขอบเขตการศึกษา	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
หลักการจัดการสินค้าคงคลัง.....	8
การจัดการสินค้าคงคลังด้านยาในโรงพยาบาล	8
การพยากรณ์อุปสงค์กับการจัดการสินค้าคงคลัง	11
วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์	12
การแบ่งรูปแบบของอุปสงค์	15
การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ	20

การวัดความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบในการพยากรณ์.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	36
รูปแบบการวิจัย	36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
แหล่งที่มาของข้อมูล	36
ขั้นตอนในการวิจัย	36
ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย.....	43
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
ตอนที่ 1 การจำแนกกลุ่มของอุปสงค์ของยา 4 รูปแบบ	45
ตอนที่ 2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมของยาแต่ละรายการสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ ในการพยากรณ์อุปสงค์.....	54
ตอนที่ 3 การพยากรณ์อุปสงค์และการประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของยา แต่ละรายการและค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์.....	59
ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการ พยากรณ์อุปสงค์.....	97
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	101
สรุปผลการศึกษา.....	101
อภิปรายผลการศึกษา	102
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	111
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป	111
รายการอ้างอิง	113
ภาคผนวก.....	119
ประวัติผู้เขียน.....	121

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงความถี่และร้อยละของอุปสงค์ของยาในแต่ละรูปแบบ	45
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลรายการยา ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันของยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	46
ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลรายการยา ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันของยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy	47
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการกระจายของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy	48
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	55
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy	57
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	60
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	62
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	64
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent	66
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy	70
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy	73

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	76
ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	79
ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ	84
ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ	88
ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ.....	91
ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ.....	94
ตารางที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ในปี 2562.....	97
ตารางที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ในปี 2562.....	98
ตารางที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ในปี 2562.....	99



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการวัดประสิทธิภาพของระบบสินค้าคงคลัง.....	12
รูปที่ 2.2 แสดงการแบ่งรูปแบบอุปสงค์ตาม Syntetos และคณะ.....	19
รูปที่ 4.1 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Albendazole syrup ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	50
รูปที่ 4.2 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Activated charcoal powder ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	50
รูปที่ 4.3 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Bupivacaine injection ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	51
รูปที่ 4.4 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Baclofen tablet ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	51
รูปที่ 4.5 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	52
รูปที่ 4.6 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับเซรุ่มงูกะปะซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	52
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Albendazole syrup ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	68
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Activated charcoal powder ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	69
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Bupivacaine injection ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent.....	69
รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Baclofen tablet ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	82
รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy.....	83

รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับเซรุ่มงูกะปะ ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy..... 83

รูปที่ 5.1 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ระหว่างปี 2557-2561 102

รูปที่ 5.2 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Misoprostol tablet ระหว่างปี 2557-2561..... 103

รูปที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์ในปี 2562 สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy 109

รูปที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์ในปี 2562 สำหรับยา Fluticasone nasal spray ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent 110



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ค่าใช้จ่ายด้านยาเป็นค่าใช้จ่ายที่สำคัญของระบบประกันสุขภาพเนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาผู้ป่วย โดยพบว่าประเทศไทยมีแนวโน้มค่าใช้จ่ายด้านยาเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งในปี 2561 พบว่ามีค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ 388,976 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านยาทั้งสิ้น 180,585 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 46 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดด้านสุขภาพ [1] ดังนั้นการบริหารจัดการยาคลังจึงถือเป็นสิ่งสำคัญของหน่วยงานที่ให้บริการด้านสุขภาพในการจัดหายาให้เพียงพอ เหมาะสม และมีคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาที่เหมาะสม ตรงตามเวลาที่ต้องการ รวมถึงการบริหารคลังยาที่ดีและมีประสิทธิภาพจะทำให้หน่วยงานมีการบริหารงบประมาณค่ายาได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย [2] อย่างไรก็ตามการมียาในปริมาณที่สูงมากเกินไปก็ส่งผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสินค้าที่เพิ่มขึ้น รวมถึงอาจพบยาหมดอายุได้ นอกจากนี้การมียาขาดคราวอาจทำให้สูญเสียโอกาสในการให้บริการผู้ป่วย รวมถึงยังอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยอีกด้วย [2, 3]

สำหรับสถานการณ์ในประเทศไทยยังพบปัญหาจากการบริหารจัดการยาและเวชภัณฑ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในโรงพยาบาลหลายๆ แห่ง ซึ่งจากการสำรวจกระบวนการและผลการปฏิบัติงานในการบริหารเวชภัณฑ์คลัง โดยวรวิทย์ จีงศิริพรพงษ์ ปี 2550 ในโรงพยาบาลจำนวน 309 แห่ง พบว่าเกือบร้อยละ 100 ของโรงพยาบาลทั้งหมดมีการสั่งซื้อยาเพิ่มเติมไปจากที่กำหนดไว้ ซึ่งส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการมีปริมาณยาคลังน้อยเกินไปจนไม่เพียงพอต่อการให้บริการผู้ป่วย โดยร้อยละ 50.2 ของโรงพยาบาลรายงานว่าการเกิดยาขาดคราวที่จุดจ่ายยา ในขณะที่การมีปริมาณยาคลังมากเกินไปส่งผลให้ยาหมดอายุได้ โดยร้อยละ 68.9 ของโรงพยาบาลรายงานว่ามีปัญหาหายหมดอายุ 5-30 รายการ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการเพิ่มเติม ดังนั้นโรงพยาบาลหลายๆ แห่งจึงได้พยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น มีการใช้วิธีวิเคราะห์ VEN (VEN analysis) คิดเป็นร้อยละ 42.1 การใช้วิธีการวิเคราะห์ ABC (ABC analysis) คิดเป็นร้อยละ 33.4 การใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (economic order quantity, EOQ) คิดเป็นร้อยละ 11.3 เป็นต้น [4, 5]

การบริหารจัดการสินค้าคลังเป็นกระบวนการในการจัดการสินค้าคลังเพื่อให้มีปริมาณเหมาะสมกับอุปสงค์ของลูกค้าโดยมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับปัญหาที่มักพบในการบริหารจัดการสินค้าคลัง ได้แก่ การมีสินค้าคลังมากเกินไป (overstock) การใช้เทคนิคพยากรณ์ที่ไม่เหมาะสม และขาดการสนับสนุนจากฝ่ายเทคโนโลยีและสารสนเทศ ในการกำหนดระดับของสินค้าคลังที่เหมาะสมสำหรับอุปทานในสถานพยาบาลควรคำนึงถึงขอบเขตของ

พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ความสำคัญของสินค้าคงคลัง ความถี่ในการส่งสินค้า และควรมีการเชื่อมต่อระหว่างระบบการบริหารจัดการสินค้าคงคลังกับความซับซ้อนของรูปแบบอุปสงค์ [6]

รูปแบบในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่พบ เช่น การใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ซึ่งถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นโดย F.W Harris ในปี 1915 โดยวิธีนี้ช่วยประเมินจำนวนสินค้าที่เหมาะสมในการสั่งซื้อ แต่ก็มีข้อกำหนดต่างๆ เช่น จะต้องมียุโรปสงค์คงที่มีเวลานำ (lead time) คงที่ ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้งคงที่ มีการเติมสินค้าอย่างรวดเร็ว ไม่มีปัญหาสินค้าขาดคราว ไม่มีความไม่แน่นอนของอุปสงค์ และไม่มีส่วนลดของจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อ ดังนั้นจึงทำให้แบบจำลองนี้ไม่สามารถใช้ได้จริงในทุกๆ สถานการณ์ [7] นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธีการวิเคราะห์ ABC-VEN มาใช้ในการบริหารจัดการยาคงคลังในประเทศไทย แต่ก็ยังพบปัญหาจากความไม่แน่นอนของอุปสงค์ต่อยา ซึ่งทำให้เกิดปัญหา ยาคงคลังสูง ยาขาดคลัง ยาค้างคลังยาโดยไม่มีการเคลื่อนไหว และยาใกล้หมดอายุ ดังนั้นโรงพยาบาลหลายๆ แห่งจึงเริ่มมีการนำวิธีการพยากรณ์อุปสงค์ของยามาใช้ร่วมกับรูปแบบในการบริหารจัดการยา คงคลังเดิมที่มีอยู่ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการดีขึ้น โดยทำให้ยาขาดคลังน้อยลง รวมถึงสามารถลดปริมาณการสำรองยาลงได้ [8]

สำหรับอุตสาหกรรมยาพบว่ามีแตกต่างจากอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยมีคุณลักษณะเฉพาะ ได้แก่ มีความไม่แน่นอนของโรค การรักษาโรค และความพร้อมของยา มีความคาดหวังของผู้ป่วย แพทย์ และประกันสุขภาพที่แตกต่างกัน มีการคุ้มครองสิทธิบัตรและความภักดีต่อยี่ห้อของยาซึ่งเป็นตัวกำหนดอำนาจทางการตลาด รวมถึงยังได้รับผลกระทบจากนโยบายอุตสาหกรรม นโยบายด้านสุขภาพ การเมือง และเศรษฐกิจอีกด้วย ดังนั้นจึงพบว่าสายโซ่อุปทานสำหรับยา (supply chain of pharmaceutical products) จึงมีความซับซ้อนสูง [7, 9, 10] นอกจากนี้สำหรับโรงพยาบาลยังมีแรงกดดันจากการมียาและเวชภัณฑ์ขาดคราวซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยอีกด้วย ดังนั้นในการให้บริการอย่างมีคุณภาพ ผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการเติมยาในคลังสินค้าจำเป็นจะต้องมีทักษะและเครื่องมือสนับสนุนเพื่อให้ระดับสินค้าคงคลังเหมาะสมกับปริมาณความต้องการ โดยปริมาณในการสั่งซื้อยาอย่างสมเหตุสมผลมีความจำเป็นที่จะต้องพยากรณ์ความต้องการในอนาคต [11] และนอกจากการคำนวณปริมาณยาที่ใช้แล้ว ยังต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น อุปสงค์แบบฤดูกาล (seasonal demand) วันหมดอายุของยา การเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์หรือราคา ความผันผวนของค่าเงิน และความเพียงพอของพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บอีกด้วย [12] สำหรับการพยากรณ์อุปสงค์จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์รูปแบบของอุปสงค์ให้ถูกต้อง จากนั้นจึงเลือกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอุปสงค์แต่ละรูปแบบ [7] ซึ่งวิธีในการพยากรณ์อุปสงค์สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การพยากรณ์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยการพยากรณ์เชิงคุณภาพเป็นการพยากรณ์ที่ตั้งอยู่บนการตัดสินใจหรือความคิดเห็น ได้แก่ วิถีเดลฟาย ความคิดเห็นของผู้บริหาร การสำรวจตลาด เป็นต้น ในขณะที่การพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นกลุ่มที่มีการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลในอดีต เช่น วิธีการพยากรณ์

อย่างง่าย (naïve method) การวิเคราะห์แนวโน้ม (trend analysis) การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (time series analysis) เป็นต้น หรือมีการใช้วิธีพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล (associative methods) เพื่อระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship) ระหว่างตัวแปรโดยการใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (simple regression) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression) หรือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงสัญลักษณ์ (symbolic regression) เป็นต้น นอกจากนี้อาจพบการใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกันเรียกว่าแบบจำลองแบบผสม (mixed or combined model) [10] ซึ่งการพยากรณ์อุปสงค์ของยาแนะนำให้พยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการใช้ยาในอดีตเพื่อพยากรณ์อุปสงค์ในอนาคต โดยในระบบอุปทานด้านยาพบว่าวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องส่วนใหญ่มาจากการใช้ข้อมูลการใช้ยาเฉลี่ยรายเดือน นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีอื่นๆ ตามความเหมาะสมเพื่อปรับปริมาณการสั่งซื้อจริง [12] สำหรับในอุตสาหกรรมด้านยาพบว่ามีการใช้วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาเป็นวิธีการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผลคิดเป็นร้อยละ 24 ในขณะที่การพยากรณ์โดยใช้การตัดสินใจส่วนบุคคลคิดเป็นร้อยละ 19 และมีการใช้แบบจำลองแบบผสมคิดเป็นร้อยละ 5 [10]

การพยากรณ์อุปสงค์เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการคาดคะเนความต้องการใช้งานสินค้าของหน่วยบริการต่างๆ ในอนาคต โดยทั่วไปแล้วโรงพยาบาลส่วนใหญ่มีการพยากรณ์ยอดการใช้สินค้ารายปี เพื่อทำกรอบงบประมาณในการจัดซื้อสินค้าเท่านั้น ในขณะที่การพยากรณ์อุปสงค์ในระยะย่อยลงมา เช่น รายไตรมาส รายเดือน เป็นต้น ไม่ค่อยพบการดำเนินการอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมแต่อย่างใด สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในโรงพยาบาลส่วนใหญ่แล้วไม่ค่อยพบการประมาณการเชิงปริมาณ โดยอาจมีสาเหตุจากระบบสารสนเทศที่ไม่พร้อมในการรวบรวมข้อมูล รวมถึงปัญหาในการประมวลผลข้อมูล ยอดสินค้าคงเหลือและอัตราการใช้สินค้า ดังนั้นจึงมักพบเพียงการประมาณการอุปสงค์เชิงคุณภาพซึ่งเป็นการพยากรณ์โดยใช้ความคิดเห็น การตัดสินใจ และประสบการณ์ส่วนบุคคล [13] สำหรับวิธีที่มักใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในทางสุขภาพเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตเพื่อทำนายอุปสงค์ในอนาคต อย่างไรก็ตามจะพบว่าการพยากรณ์อุปสงค์ต่อยาให้แม่นยำเป็นสิ่งที่ยาก โดยปัญหาที่พบในสถานการณ์นี้ ได้แก่ ความยากในการได้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับปริมาณการใช้ยา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านความชอบในการสั่งใช้ยาของแพทย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนของการพยากรณ์อุปสงค์เพิ่มขึ้นอีก [7]

สำหรับรูปแบบของอุปสงค์ได้มีการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) ซึ่งมีจุดตัดเท่ากับ 1.32 และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation squared, CV^2) ซึ่งมีจุดตัดเท่ากับ 0.49 โดยสามารถแบ่งออกเป็นอุปสงค์รูปแบบ smooth, erratic, intermittent และ lumpy [14]

เมื่อทราบถึงประเภทของอุปสงค์ของสินค้าแต่ละรายการแล้วสามารถเลือกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้ โดยการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับอุปสงค์รูปแบบ smooth และอุปสงค์รูปแบบ erratic จัดอยู่ในกลุ่มความต้องการแบบปกติ ดังนั้นจึงใช้การพยากรณ์แบบปกติ เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average, MA) และการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (simple exponential smoothing, SES) ได้ ในขณะที่การพยากรณ์อุปสงค์เมื่ออุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ (sporadic demand) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีช่วงเวลาที่ไม่มีอุปสงค์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ได้แก่อุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy เป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากความต้องการสินค้ากลุ่มนี้มีความไม่แน่นอนสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งอาจต้องการวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่มีการปรับปรุงให้เหมาะสมโดยเฉพาะ [15-18]

สำหรับสินค้าที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy จะพบว่าเป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย โดยจะพบความต้องการสินค้าแค่ในบางช่วงเวลาเท่านั้น ซึ่งมีข้อโต้แย้งว่าการใช้วิธีการพยากรณ์อุปสงค์แบบดั้งเดิม (traditional forecasting methods) เช่น การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย แม้ว่าจะง่ายต่อการใช้และการเข้าใจ แต่วิธีนี้ทำให้เกิดอคติจากการให้น้ำหนักของการเกิดอุปสงค์ที่ใกล้กับปัจจุบันมากที่สุด และทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้สูงเกินไปสำหรับการพยากรณ์ในช่วงเวลาหลังจากที่มีอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (non-zero demand) ดังนั้นจึงได้มีการนำเสนอวิธีการพยากรณ์ทางเลือก เช่น วิธี Croston โดยการพยากรณ์อุปสงค์ต่อเวลาได้ถูกคำนวณจากสัดส่วนของการพยากรณ์ขนาดของอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์กับช่วงเวลาระหว่างการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ ทั้งนี้เพื่อลดอคติจากวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่อย่างไรก็ตามวิธี Croston ยังมีข้อจำกัดเกิดขึ้น โดยเป็นอคติเชิงบวกจากสมการทางคณิตศาสตร์ของค่าอุปสงค์ที่คาดหวัง (expected demand) และอคติจากค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาวิธี SBA ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาคาดคิดังกล่าว สำหรับวิธี Croston และวิธี SBA นั้นจะพบว่าระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์จะถูกปรับเฉพาะเมื่อเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์เท่านั้น ดังนั้นวิธีการเหล่านี้จึงไม่สามารถรับมือกับสินค้าที่ล่าสมัยได้ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้ Teunter, Syntetos และ Babai ได้ปรับปรุงวิธี Croston โดยนำเสนอการคูณกันระหว่างการประมาณขนาดของอุปสงค์กับความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์แทนที่จะเป็นการหารระหว่างขนาดของอุปสงค์กับค่าประมาณของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ซึ่งเรียกว่าวิธี TSB โดยวิธีนี้จะมีการปรับค่าความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ในทุกๆ ช่วงเวลา แม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่อุปสงค์เป็นศูนย์ก็ตาม ซึ่งต่างจากวิธี Croston ที่มีการปรับค่าเฉพาะเมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้นโดยไม่มี การปรับอุปสงค์ให้ลดลงในช่วงที่อุปสงค์เป็นศูนย์ อย่างไรก็ตามวิธี TSB มีแนวโน้มที่จะทำนายอุปสงค์ต่ำกว่าความเป็นจริงได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแต่ละวิธีนั้นมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นชุดข้อมูลที่แตกต่างกันอาจทำให้ผลในการพยากรณ์ที่ได้ไม่เหมือนกัน ซึ่งพบว่ามีการศึกษา

เกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy ของยาค่อนข้างน้อย ทำให้สามารถสรุปวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้ยาก [17, 19-27]

ในการประเมินสมรรถนะ (performance) ของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์เพื่อตัดสินว่าวิธีใดเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์อุปสงค์สามารถวัดได้จากความถูกต้องในการพยากรณ์ (forecast accuracy) ซึ่งเป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงกับค่าที่พยากรณ์ได้ เช่น การใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute deviation, MAD) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean squared error, MSE) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute percentage error, MAPE) เป็นต้น และการวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic error) หรืออคติ (bias) ซึ่งเป็นการวัดว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าที่ได้จากการพยากรณ์อุปสงค์สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเพียงใด เช่น ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (cumulated forecast error, CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (percentage of the number of shortages, NOSp) จำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (periods in stock, PIS) เป็นต้น [28, 29]

การศึกษานี้ใช้กรณีศึกษาจากโรงพยาบาลสามร้อยยอดซึ่งเป็นโรงพยาบาลชุมชนขนาด 60 เตียง มีจำนวนรายการยาทั้งสิ้น 348 รายการ โดยมียาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอประมาณร้อยละ 10-15 แม้ว่าทางโรงพยาบาลจะมีการใช้วิธีการต่างๆ ในการบริหารจัดการยาคลังแล้ว เช่น วิธีการวิเคราะห์ ABC-VEN เป็นต้น แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของอุปสงค์ต่อยา โดยเฉพาะยาในกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย เช่น Digoxin injection, Haemacel injection, Tiotropium capsule, Artesunate injection เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหาขาดคลังสูง รวมถึงยาขาดคลังได้ในบางครั้ง จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกันกับรูปแบบในการบริหารจัดการยาคลังเดิมที่มีอยู่ในการดำเนินการวางแผนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการยาคลังต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบน้อยที่สุด

คำถามงานวิจัย

วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอวิธีใดมีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบน้อยที่สุด

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์และพยากรณ์อุปสงค์ของยาเฉพาะรายการยาในโรงพยาบาลสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy โดยใช้วิธีการแบ่งรูปแบบอุปสงค์ของยาตาม Syntetos และคณะ [14] ด้วยการวิเคราะห์ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันในปี 2557-2561 จากนั้นนำยากลุ่มนี้มาวิเคราะห์อุปสงค์การใช้ยาจากข้อมูลการใช้จริงในปี 2557-2561 เพื่อพยากรณ์อุปสงค์ของการใช้ยาในปี 2562

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

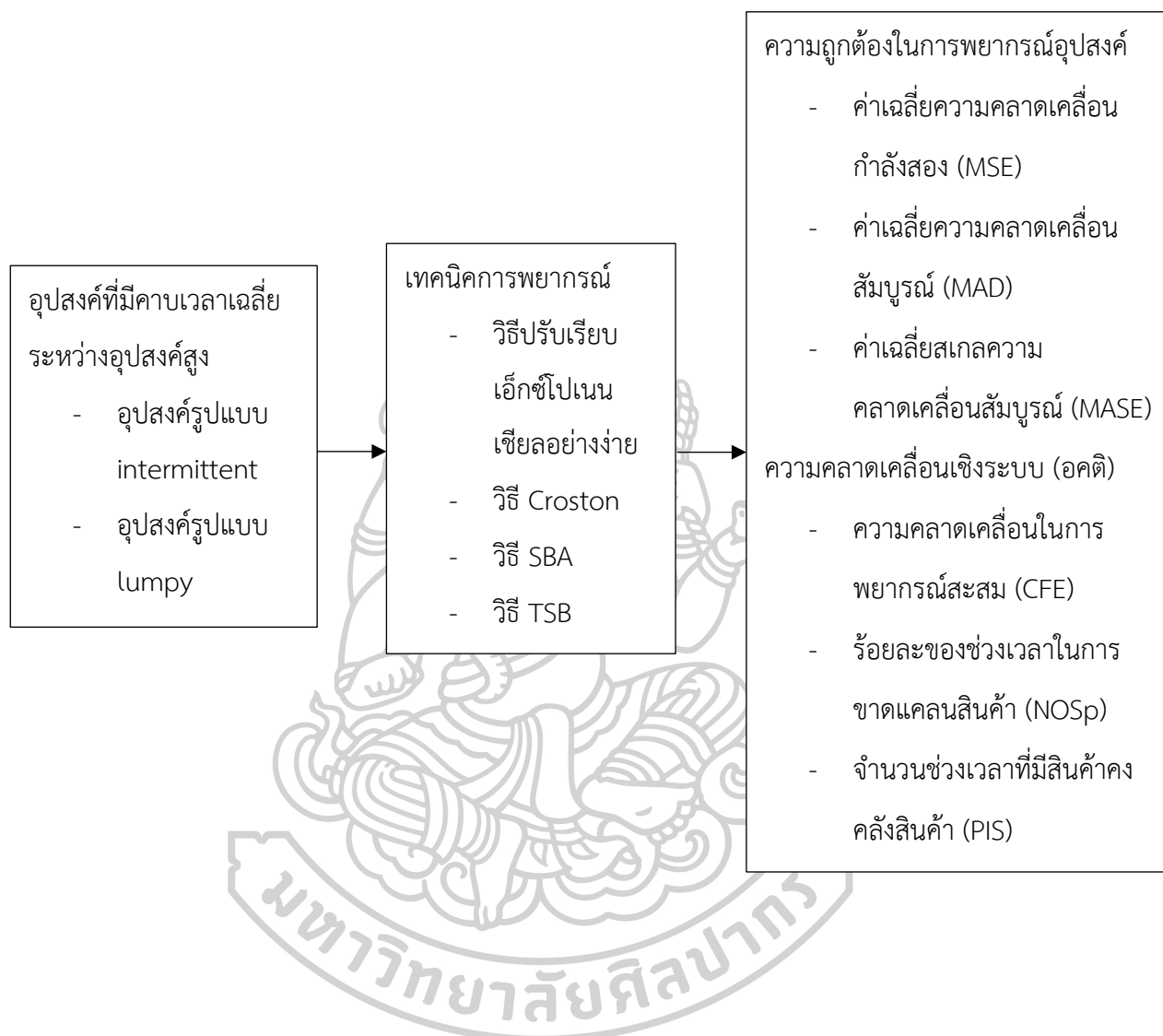
สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการยาคลังต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ (forecast accuracy) เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงกับค่าที่พยากรณ์ได้ เช่น การใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute deviation, MAD) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean squared error, MSE) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute scaled error, MASE) เป็นต้น โดยจะบอกขนาดของความคลาดเคลื่อนโดยไม่สนใจทิศทาง ซึ่งค่าที่น้อยแสดงถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ที่มาก [28]

การวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic error) หรืออคติ (bias) เป็นการวัดว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าที่ได้จากการพยากรณ์อุปสงค์สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเพียงใด เช่น การวัดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (cumulated forecast error, CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (percentage of the number of shortages, NOSp) จำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (periods in stock, PIS) เป็นต้น ซึ่งค่าที่ใกล้เคียงศูนย์แสดงถึงความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ต่ำ [29]

กรอบแนวคิดในการศึกษา



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังเป็นกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อให้องค์กรมีสินค้าพร้อมสำหรับการส่งมอบให้แก่ลูกค้า โดยทำหน้าที่ประสานกันกับการสั่งซื้อ การผลิต และการกระจายสินค้า ทั้งนี้เพื่อให้มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของตลาด ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังนี้เกี่ยวข้องกับการจัดหาสินค้าทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสินค้าที่ขายอยู่ในปัจจุบัน สินค้าใหม่ สินค้าที่ใช้แล้วหมดไป ชิ้นส่วนอะไหล่ยนต์ สินค้าที่ล้าสมัย และอื่นๆ การจัดการสินค้าคงคลังเป็นกิจกรรมที่เป็นพลวัต โดยการจัดการสินค้าคงคลังที่ประสบความสำเร็จจะต้องใช้ทั้งทักษะในการสื่อสารและเทคนิคการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่ดี วิธีที่ใช้ควรมีการทบทวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและระบบการจัดการสินค้าคงคลังจะต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดเวลา [28]

การจัดการสินค้าคงคลังมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีสินค้าคงคลังเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าโดยมีต้นทุนต่ำที่สุด นั่นคือจะต้องมีการเก็บสินค้าคงคลังให้ต่ำที่สุดเท่าที่จำเป็น แต่ไม่ได้หมายความว่าต้องมีสินค้าพร้อมในคลังสินค้าตลอดเวลา เพราะอาจมีผลกระทบต่อบริษัทได้ โดยหน้าที่ของการควบคุมสินค้าคงคลังคือการสนับสนุนกิจกรรมของธุรกิจเพื่อให้เหมาะสมกับเป้าหมาย 3 ประการ ได้แก่ การมีสินค้าพร้อมสำหรับการให้บริการลูกค้า มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังต่ำที่สุด และหลีกเลี่ยงต้นทุนการดำเนินการ (operating costs) ในการควบคุมสินค้าคงคลังนั้นพบว่าระดับของสินค้าคงคลังที่เหมาะสมจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละกิจกรรม แต่หากพบปัญหาสินค้าขาดคลัง (stockout) ซึ่งเป็นผลมาจากการมีสินค้าคงคลังน้อยเกินไปในการให้บริการ อาจเป็นผลมาจากการพยากรณ์ การติดตาม หรือการควบคุมสินค้าคงคลังที่ไม่เหมาะสม ส่วนการมีสินค้าคงคลังมากเกินไป (overstock) อาจมาจากการสั่งซื้อที่มากเกินไป รวมถึงการพยากรณ์ การติดตาม และการควบคุมสินค้าคงคลังที่ไม่เหมาะสมเช่นกัน ซึ่งจะต้องแก้ไขโดยการพัฒนาเทคนิคเหล่านี้ให้ดีขึ้น [28]

การจัดการสินค้าคงคลังด้านยาในโรงพยาบาล

การจัดการสินค้าคงคลังเป็นหัวใจสำคัญของระบบอุปทานด้านยา (pharmaceutical supply system) ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังด้านยาอาจเป็นเรื่องที่ดูเหมือนง่าย โดยมีการสั่งซื้อยา การรับยา การจัดเก็บยาเข้าคลังสินค้า การกระจายยา และการสั่งซื้อใหม่เฉพาะยาบางรายการเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้วการจัดการสินค้าคงคลังด้านยาเป็นงานที่ค่อนข้างยาก และในหลายๆ ประเทศที่มีการจัดการสินค้าคงคลังที่ไม่มีประสิทธิภาพในระบบอุปทานด้านยาสาธารณะ จะทำให้เกิดการ

สิ้นเปลืองงบประมาณด้านการเงิน เกิดการขาดของยาจำเป็นบางรายการ หรือการมียาคงคลังมากเกินไปอันส่งผลให้เกิดยาหมดอายุ และการลดลงของคุณภาพในการให้บริการผู้ป่วย [12]

ความจำเป็นในการมีสินค้าคงคลังด้านยามีหลายประการ เช่น เพื่อให้มั่นใจว่ามียาพร้อมสำหรับการใช้อยู่เสมอ เพื่อรักษาความเชื่อมั่นของระบบการจัดการสินค้าคงคลัง เพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยของยา หลีกเลี่ยงต้นทุนของสินค้าขาดคราว ลดต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า ลดต้นทุนในการขนส่งสินค้า และเพื่อรองรับกับความไม่แน่นอนของอุปสงค์ที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบอุปทานด้านยามีความจำเป็นที่จะต้องมียกระดับของสินค้าคงคลังที่แน่นอน และเนื่องจากโรงพยาบาลมีการทำงานที่แตกต่างไปจากธุรกิจอื่นๆ อันมาจากการพยากรณ์เกี่ยวกับผู้ป่วยและการใช้ยาเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก ดังนั้นโรงพยาบาลจึงมักมีการจัดเก็บยาคงคลังอย่างมากเกินความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้มีระดับการให้บริการที่สูงตามที่กำหนดไว้ แต่อย่างไรก็ตามการมีระดับของสินค้าคงคลังที่มากเกินไปก็มีข้อเสียเช่นกัน โดยเงินส่วนหนึ่งจะถูกเก็บไว้ในรูปของสินค้าคงคลังแทนที่จะนำไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกจากนี้เมื่อสินค้าคงคลังมีปริมาณมากขึ้น ต้นทุนของบุคลากร สาธารณูปโภค การประกันภัย สิ่งก่อสร้างที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้า และต้นทุนอื่นๆ ในการจัดเก็บสินค้าจะเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การมีระดับสินค้าคงคลังที่มากเกินไปยังเพิ่มโอกาสในการสูญเสียยาอันเนื่องมาจากยาหมดอายุ ล้าสมัย และถูกขโมย ส่งผลให้โรงพยาบาลไม่สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายประจำปีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการความสมดุลระหว่างต้นทุนในการถือครองสินค้าคงคลัง ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า และต้นทุนของการเกิดสินค้าขาดคราว [2, 7, 12]

สำหรับระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่ไม่มีประสิทธิภาพมักเป็นการตัดสินใจโดยใช้ความคิดเห็นส่วนบุคคลเกี่ยวกับความถี่และปริมาณในการสั่งซื้อสินค้า ขาดการบันทึกยอดสินค้าคงคลังที่แม่นยำ และขาดการประเมินประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ในหลายๆ ครั้งจะพบว่าไม่มีแนวทางการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ รวมถึงมีปัญหาจากการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ อาจมีการใช้สมการและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดนโยบายเกี่ยวกับระดับของสินค้าคงคลัง ความถี่ในการสั่งซื้อยาใหม่ และจำนวนยาที่สั่งซื้อจากการพยากรณ์อุปสงค์ [12]

ระบบอุปทานด้านยาส่วนใหญ่พยายามจัดเก็บสินค้าคงคลังของยาทุกชนิดที่อยู่ในบัญชีรายการยา รวมถึงในบางครั้งมียาที่ไม่ได้อยู่ในบัญชีแต่ถูกร้องขอโดยแพทย์ด้วยเช่นกัน ซึ่งยาเหล่านี้มักไม่มีการแยกความแตกต่างระหว่างยาที่จำเป็นต่อการช่วยชีวิต (vital drugs) และยาที่ไม่จำเป็น (non-essential drugs) ระหว่างยาราคาแพงและยาราคาถูก หรือระหว่างยาที่มีการเคลื่อนไหวเร็วกับยาที่มีการใช้น้อย ซึ่งการขาดการแบ่งแยกนี้ทำให้เกิดการสะสมของยาคงคลังที่มีการเคลื่อนไหวช้าได้ ส่งผลให้เกิดการลงทุนในสินค้าคงคลังที่มากเกินไป ในการตัดสินใจว่ารายการยารายการใดที่ควรจัดเก็บในคลังสินค้าควรพิจารณาจากบันทึกการเคลื่อนไหวของยาเข้าและออกจากคลังสินค้า และระบุ

สินค้าที่มีปริมาณสูงที่จำเป็นต้องมีการจัดเก็บในคลังสินค้า รวมถึงสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวน้อยหรือไม่มีการเคลื่อนไหวในปีที่ผ่านมา โดยเครื่องมือหนึ่งที่มีการใช้ในการทบทวนการเคลื่อนไหวของสินค้าคงคลัง ได้แก่ การวิเคราะห์ ABC (ABC analysis) ซึ่งแบ่งประเภทของสินค้าด้วยปริมาณและมูลค่าการใช้ระหว่างช่วงเวลาที่กำหนด โดยมากมักกำหนดเป็น 1 ปี ดังนี้ [12]

1. ยาในกลุ่ม A: คิดเป็น 10-20% ของยาทั้งหมด โดยมีมูลค่าการใช้ประมาณ 75-80% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นยาที่มีปริมาณมาก และเคลื่อนไหวเร็ว
2. ยาในกลุ่ม B: คิดเป็น 10-20% ของยาทั้งหมด โดยมีมูลค่าการใช้ประมาณ 15-20% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด
3. ยาในกลุ่ม C: คิดเป็น 60-80% ของยาทั้งหมด โดยมีมูลค่าการใช้ประมาณ 5-10% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นยาที่มีปริมาณน้อย และเคลื่อนไหวช้า ซึ่งยาในกลุ่มนี้อาจเป็นยาในกลุ่มที่ไม่จำเป็นต้องมีสินค้าคงคลังตลอดเวลา

นอกจากนี้มีการใช้การวิเคราะห์ VEN (VEN analysis) ในการแบ่งกลุ่มสินค้าคงคลัง ได้แก่ กลุ่มยาช่วยชีวิต (vital, V) กลุ่มยาที่จำเป็นในการรักษาอาการเจ็บป่วย (essential, E) และกลุ่มยาที่ไม่จำเป็นหรือใช้ในการรักษาอาการเจ็บป่วยเล็กน้อย (non-essential, N) ซึ่งการวิเคราะห์ VEN นี้จะช่วยให้การจัดลำดับความสำคัญของการจัดซื้อยาเมื่องบประมาณมีอย่างจำกัด รวมถึงสามารถใช้ในการช่วยพิจารณาว่ายาตัวใดควรเก็บในคลังสินค้า และยาตัวใดควรมีการสั่งเฉพาะเมื่อมีความจำเป็น ซึ่งเป็นที่เห็นกันชัดเจนอยู่แล้วว่ายากลุ่ม V เป็นกลุ่มที่จะต้องมีการจัดเก็บในคลังสินค้าเป็นประจำมากกว่ายาในกลุ่ม N

สำหรับนโยบายในการจัดการสินค้าคงคลังพบว่ามีหลายนโยบาย โดยนโยบายที่มีการใช้มากที่สุด ได้แก่ นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบต่ำสุด-สูงสุด (min-max policy) โดยพบว่าเมื่อปริมาณยาลดลงจนถึงระดับต่ำสุดที่กำหนดไว้ จะมีการสั่งหรือเบิกยาเพื่อให้มีปริมาณยาคงคลังสูงสุดถึงระดับที่กำหนดไว้ แต่ข้อเสียของการใช้นโยบายเพียงนโยบายเดียวกับยาทุกๆ รายการในโรงพยาบาลคือจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ เช่น การเกิดขาดคราว ซึ่งมีผลกระทบต่อระดับการให้บริการผู้ป่วย โดยเฉพาะเมื่อเป็นยาในกลุ่มยาช่วยชีวิต เป็นต้น [2]

สำหรับกระบวนการในการเติมยาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การพิจารณาระดับยาคงคลังอย่างต่อเนื่อง (continuous review) และการพิจารณาระดับยาคงคลังอย่างเป็นคาบเวลา (periodic review) โดยการพิจารณาระดับยาคงคลังอย่างต่อเนื่องจะมีการสั่งยาเมื่อปริมาณยาคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อ (reorder point, ROP) ในขณะที่การพิจารณาระดับยาคงคลังอย่างเป็นคาบเวลาจะมีการสั่งซื้อสินค้าทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีการใช้จุดสั่งซื้อในการควบคุมยาคงคลังเพื่อค้นหาระดับที่เหมาะสมในการเติมยาอีกด้วย [7]

สินค้าคงคลังขั้นต่ำ (safety stock or buffer stock) คือปริมาณของยาคงคลังที่สำรองไว้เพื่อรองรับกับความไม่แน่นอนของอุปสงค์และเวลานำในการจัดซื้อยา โดยสินค้าคงคลังขั้นต่ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดจุดสั่งซื้อซึ่งเป็นระดับที่สินค้าคงคลังถึงและจะต้องมีการสั่งซื้อสินค้าใหม่เข้ามา ปัจจัยอื่นๆ ที่จะต้องพิจารณาเมื่อมีการเติมยาคงคลัง เช่น ระดับการให้บริการ ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนสินค้าที่มีสำหรับให้บริการลูกค้ากับจำนวนความต้องการสินค้า เวลานำ (lead time, LT) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผ่านไประหว่างการสั่งซื้อสินค้ากับการได้รับสินค้าจากคู่ค้า เป็นต้น ท่ามกลางแบบจำลองในการควบคุมสินค้าคงคลังที่มีมากมายนั้น การใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (economic order quantity, EOQ) ที่พัฒนาโดย F.W Harris ในปี 1915 มีการใช้อย่างกว้างขวางในทางปฏิบัติ โดยปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดจะทำให้ได้ขนาดในการสั่งซื้อที่เหมาะสมซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด สูตรของปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดช่วยให้ผู้จัดการสินค้าคงคลังกำหนดว่าจะซื้อสินค้าจำนวนที่เหมาะสมเท่าไร อย่างไรก็ตามแบบจำลองปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดมีข้อกำหนดว่า จะต้องมียุโรปสงค์คงที่มีเวลานำคงที่ ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้งคงที่ มีการเติมสินค้าอย่างรวดเร็ว ไม่มีปัญหาสินค้าขาดคราว ไม่มีความไม่แน่นอนของอุปสงค์ และไม่มีส่วนลดของจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อ ดังนั้นจึงทำให้แบบจำลองนี้ไม่สามารถใช้ได้จริงในทุกๆ สถานการณ์ และจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองในการวิเคราะห์ระบบสินค้าคงคลังให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังมีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ในการเติมสินค้าคงคลัง เช่น การเติมเต็มสินค้าตามรอบเวลา (economic order interval, EOI) การใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential smoothing) หรือการใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการใช้สินค้าและเวลานำ (standard deviation of consumption and lead time) ในการปรับการพยากรณ์เพื่อรับมือกับความผันแปรของอุปสงค์หรือรูปแบบของเวลานำ เป็นต้น และในปัจจุบันมีการนำนวัตกรรมกลยุทธ์โซ่อุปทานใหม่ๆ มาใช้เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มระดับการให้บริการ เช่น การใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (just-in time, JIT) ระบบการผลิตที่ไม่มีสินค้าคงคลัง (stockless inventory) และระบบการบริหารคลังสินค้าโดยผู้ขาย (vendor managed inventory, VMI) เป็นต้น [2, 7, 12]

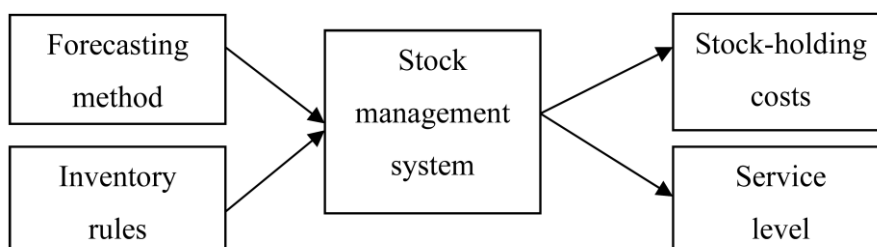
การพยากรณ์อุปสงค์กับการจัดการสินค้าคงคลัง

การพยากรณ์อุปสงค์เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดระดับสินค้าคงคลังให้เหมาะสมกับความต้องการสินค้า ซึ่งการพยากรณ์ที่น่าเชื่อถือจะทำให้ผลลัพธ์สำหรับการวางแผนและการตัดสินใจดีขึ้นตามไปด้วย การพยากรณ์เคยเป็นสิ่งที่สนใจในการจัดการสินค้าคงคลังในหลายศตวรรษที่ผ่านมา แต่ด้วยความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันทำให้วิธีการพยากรณ์ที่เป็นไปไม่ได้ในอดีตกลับสามารถทำได้ในปัจจุบัน ระบบการพยากรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโลกของการจัดการความเปลี่ยนแปลงของอุปทานที่แผ่ขยายออกไป ซึ่งทำให้บริษัทสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของอุป

สงค์ได้ตลอดเวลาโดยมีเป้าหมายในการมีสินค้าคงคลังให้น้อยที่สุดที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการสินค้าของลูกค้าได้ และในขณะเดียวกันจะต้องมีต้นทุนในการซื้อและการถือครองสินค้าคงคลังให้ต่ำที่สุด บริษัทที่มีการสำรองสินค้าคงคลังมากเกินไปจะประสบปัญหาค่าใช้จ่ายสูงอันเนื่องมาจากการเก็บสินค้าคงคลังมากเกินไป สินค้าเสียหายและสินค้าล้าสมัย ในขณะที่การมีสินค้าน้อยเกินไปจะทำให้สูญเสียการขายได้ ดังนั้นการพยากรณ์ที่น่าเชื่อถือจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบริษัทในการอยู่รอดและเจริญเติบโต [30]

สำหรับวิธีที่มักใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในทางสุขภาพเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตเพื่อทำนายอุปสงค์ในอนาคต อย่างไรก็ตามจะพบว่าการพยากรณ์อุปสงค์ต่อยาให้แม่นยำเป็นสิ่งที่ยาก โดยปัญหาที่พบในสถานการณ์นี้ ได้แก่ ความยากในการได้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับปริมาณการใช้ยา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านความชอบในการสั่งใช้ยาของแพทย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนของการพยากรณ์อุปสงค์เพิ่มขึ้นอีก [7]

นอกจากนี้ในการเพิ่มคุณภาพของการพยากรณ์และการควบคุมสินค้าคงคลัง จำเป็นจะต้องทบทวนถึงความเสี่ยงและสาเหตุของการพยากรณ์ไม่ถูกต้อง โดยสาเหตุที่มักพบ ได้แก่ ความไม่ถูกต้องของข้อมูล มีการใช้ข้อมูลการขายแทนที่จะเป็นอุปสงค์ อคติในการเลือกข้อมูลที่ถูกต้อง ความเร็วในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการประเมินอุปทานต่ำ การรวมอุปสงค์ส่วนเกินในการพยากรณ์ และการขาดแคลนข้อมูล [28]



รูปที่ 2.1 แสดงการวัดประสิทธิภาพของระบบสินค้าคงคลัง

ในขณะที่การประเมินต้นทุนในการถือครองสินค้าคงคลังกับระดับการให้บริการเป็นสิ่งที่สำคัญ สิ่งที่มีความสำคัญเช่นกันคือการหาสาเหตุของความผิดพลาดที่ได้จากการประเมิน เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ซึ่งเกิดขึ้นเป็นผลมาจากวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์หรือหลักเกณฑ์กำหนดสินค้าคงคลังดังแสดงในรูปที่ 2.1 ดังนั้นควรมีการติดตามความถูกต้องของวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์รวมถึงหลักเกณฑ์กำหนดสินค้าคงคลังด้วย [31]

วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

สำหรับการพยากรณ์นั้นสามารถแบ่งออกเป็นการพยากรณ์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การพยากรณ์เชิงคุณภาพเป็นการพยากรณ์โดยใช้ความคิดเห็น การตัดสินใจ และประสบการณ์ส่วนบุคคล

ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดเห็นส่วนตัวของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันออกไป และไม่ได้ใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างแม่นยำ ส่วนการพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และเป็นรูปธรรม เช่น การใช้วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (time series methods) ซึ่งมีการใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อทำนายอุปสงค์ในอนาคต ในขณะที่การใช้วิธีการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล (associative methods) เป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของปัจจัยต่างๆ ที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งที่จะพยากรณ์ [19]

วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพเป็นวิธีในการพยากรณ์โดยขึ้นอยู่กับความคิดเห็นส่วนตัวบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับสัญชาตญาณ ความรู้ และประสบการณ์ โดยมักจะมีอคติซึ่งสัมพันธ์กับแรงจูงใจ อารมณ์ หรือความมั่นใจส่วนบุคคล ข้อดีของการพยากรณ์เชิงคุณภาพ คือ สามารถรวมการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมล่าสุดและข้อมูลวงใน (inside information) เข้าในการตัดสินใจได้ แต่มีข้อเสียคือเกิดอคติในการพยากรณ์และลดความแม่นยำในการพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพมีหลายประเภท บางวิธีก็เป็นวิธีแบบไม่เป็นทางการ ในขณะที่บางวิธีมีรูปแบบที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามวิธีเหล่านี้จะเป็นวิธีที่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวบุคคลเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น ความคิดเห็นของผู้บริหาร (executive opinion) การวิจัยตลาด (market research) และวิธีเดลฟาย (delphi method) เป็นต้น [22]

1. การใช้ความคิดเห็นของผู้บริหาร เป็นวิธีในการพยากรณ์ที่กลุ่มของผู้บริหารมาประชุมกันและทำการพยากรณ์ร่วมกัน วิธีนี้มักใช้ในการพยากรณ์เชิงกลยุทธ์หรือการพยากรณ์ความสำเร็จของสินค้าหรือบริการใหม่ๆ ในบางครั้งวิธีนี้สามารถใช้ในการเปลี่ยนแปลงการพยากรณ์ที่มีอยู่เพื่อประเมินถึงเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เช่น วงจรธุรกิจที่ผิดปกติ หรือการแข่งขันที่ไม่คาดคิด แม้ว่าผู้บริหารจะสามารถนำความชาญฉลาดและสายตาที่เฉียบแหลมมาใช้ในการพยากรณ์ แต่วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่ โดยจะพบว่าความคิดเห็นของคนคนหนึ่งสามารถครอบครองการพยากรณ์ได้ถ้าคนคนนั้นมียุทธศาสตร์มากกว่าสมาชิกคนอื่นๆ
2. การวิจัยตลาด เป็นวิธีที่ใช้การสำรวจและสัมภาษณ์เพื่อค้นหาสิ่งที่ลูกค้าชอบ สิ่งที่ไม่ชอบ และสิ่งที่ลูกค้าพึงพอใจ และระบุความคิดเห็นเกี่ยวกับสินค้าใหม่ โดยปกติแล้วบริษัทจะจ้างบริษัทการตลาดภายนอกเพื่อทำการวิจัยตลาด การวิจัยตลาดเป็นตัวกำหนดความพึงพอใจของลูกค้าที่ดี อย่างไรก็ตามผลสำเร็จของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ในการออกแบบข้อคำถามในการสำรวจ เช่น คำตอบในข้อคำถามมีความครอบคลุมเพียงพอหรือไม่ เป็นต้น
3. วิธีเดลฟาย เป็นวิธีในการพยากรณ์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดเอกฉันท์ในกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญในขณะที่ยังคงความไม่เปิดเผยตัวตนได้ โดยผู้วิจัยจะกำหนดกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญในด้านที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องมาจากสถานที่หรือประเทศเดียวกัน แต่ละคนจะไม่ว่าคนอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มมีใครบ้าง กระบวนการนี้จะมีการส่งแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มแต่ละคน จากนั้นสรุปข้อค้นพบ และส่งแบบสอบถามที่มีข้อมูลใหม่ๆ

จากการค้นพบ โดยกระบวนการนี้จะทำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้มิติเอกฉันท์ ซึ่งผู้วิจัยสามารถใช้สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมาใช้ในการพยากรณ์ได้ ข้อดีของวิธีนี้คือไม่มีผู้ใดสามารถควบคุมมิติเอกฉันท์ได้ และให้ผลออกมาค่อนข้างดี แต่วิธีนี้ต้องใช้เวลาานาน ซึ่งเหมาะกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในระยะยาว การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในด้านการแพทย์

สำหรับวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นวิธีที่ขึ้นอยู่กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นวิธีนี้จึงมีความคงที่ในการพยากรณ์ โดยแบบจำลองเดียวกันจะให้ผลในการพยากรณ์ที่เหมือนกันภายใต้ชุดข้อมูลเดียวกันในทุกๆ ครั้ง ซึ่งวิธีนี้จะไม่มียุคแบบวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ นอกจากนี้วิธีนี้ยังสามารถพิจารณาข้อมูลจำนวนมากในครั้งเดียวได้ เนื่องจากมนุษย์มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่จำกัดและสามารถเกิดภาวะข้อมูลท่วมท้น (information overload) ได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถสู้กับการใช้คณิตศาสตร์ในการพยากรณ์ได้ ข้อดีของการพยากรณ์เชิงปริมาณ คือ การพยากรณ์ให้ผลคงที่และจับต้องได้ สามารถพิจารณาข้อมูลจำนวนมากในครั้งเดียวได้ แต่ข้อเสีย คือ มักมีข้อมูลเชิงปริมาณไม่เพียงพอ และวิธีนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ [22]

การพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นการพยากรณ์บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (time series methods) และวิธีการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล (associative methods) แม้ว่าทั้ง 2 วิธีจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ แต่มีความแตกต่างกันในสมมติฐานและวิธีในการพยากรณ์ [22]

1. วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา มีข้อกำหนดว่าข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นในการพยากรณ์จะอยู่ในรูปของข้อมูลแบบอนุกรมเวลา ซึ่งเป็นอนุกรมของการสังเกตที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สม่ำเสมอในระยะเวลาที่กำหนด โดยการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลาจะสามารถพยากรณ์ได้โดยตั้งอยู่บนรูปแบบของข้อมูล (pattern of data) ซึ่งผู้ที่ทำการพยากรณ์จะต้องมองหารูปแบบของข้อมูล ได้แก่ แนวโน้ม (trend) ฤดูกาล (seasonal) และวัฏจักร (cycle) และใช้ข้อมูลเหล่านั้นมาทำการพยากรณ์
2. วิธีการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล ใช้แนวความคิดที่แตกต่างออกไปในการพยากรณ์ โดยกำหนดว่าตัวแปรที่จะทำการพยากรณ์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ ในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้ที่ทำการพยากรณ์จะต้องค้นหาว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในทางคณิตศาสตร์อย่างไร โดยจากข้อมูลในอดีตเราจะสามารถสร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และใช้ข้อมูลเหล่านี้ไปพยากรณ์ในอนาคตได้

การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาเป็นสิ่งที่ง่ายกว่าการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล โดยการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาค่อนข้างมีความแม่นยำและง่ายในการใช้ รวมถึงสามารถใช้และพยากรณ์ได้

เร็วกว่าการพยากรณ์แบบเชิงเหตุผล ในขณะที่การพยากรณ์แบบเชิงเหตุผลนั้นอาจมีความซับซ้อนมาก โดยเฉพาะการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจำนวนมาก [22]

วิธีการพยากรณ์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แม้ว่าวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณจะสามารถจับต้องได้และให้ผลคงที่ แต่ต้องการข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อให้สามารถพยากรณ์ได้ ซึ่งมักไม่มีข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการพยากรณ์ เช่น การพยากรณ์เชิงกลยุทธ์หรือการพยากรณ์การขายสินค้าใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพของวิธีเชิงปริมาณยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่ใช้อีกด้วย ส่วนวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ มีข้อดีตรงที่สามารถรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นล่าสุดและข้อมูลวางในเข้าในการพยากรณ์ได้ เช่น การรณรงค์โฆษณาของกลุ่มแข่ง การเกิดพายุหิมะที่ทำให้การขนส่งล่าช้า หรืออากาศที่ร้อนทำให้ยอดขายของไอศกรีมเพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งนักพยากรณ์ที่ดีจะเรียนรู้ที่จะเชื่อถือการพยากรณ์ทั้ง 2 รูปแบบ [22]

นอกจากการแบ่งรูปแบบการพยากรณ์ออกเป็นเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณแล้ว อาจแบ่งรูปแบบการพยากรณ์ออกเป็นการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ (statistical methods) และการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning techniques) [32] ซึ่งการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติสามารถแบ่งออกเป็นสถิติแบบพารามेटริก เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average, MA) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (simple exponential smoothing, SES) วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยแนวโน้ม (trend-corrected exponential smoothing หรือ Holt's model) วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยแนวโน้มและฤดูกาล (trend-seasonality-corrected exponential smoothing หรือ Winter's model) เป็นต้น และสถิติแบบนอนพารามेटริก เช่น วิธีบูทสแตรป (bootstrap) เป็นต้น [22, 31, 33]

สำหรับวิธีในการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องซึ่งเป็นการทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถพยากรณ์ได้เมื่อมีการป้อนข้อมูลเข้าไป เช่น วิธี Multi-Layer Perceptron (MLP), Bayesian Neural Network (BNN), Radial Basis Functions (RBF), Generalized Regression Neural Networks (GRNN) or kernel regression, K-Nearest Neighbor regression (KNN), CART regression trees (CART), Support Vector Regression (SVR), Gaussian Processes (GP), Recurrent neural network (RNN), Long Short Term Memory neural network (LSTM) เป็นต้น [32]

การแบ่งรูปแบบของอุปสงค์

ลักษณะของอุปสงค์มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับแต่ละประเภทของสินค้า ดังนั้นการจะเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ให้ผลแม่นยำสูงสุด ผู้ที่ทำการพยากรณ์จึงควรพิจารณาถึงลักษณะของอุปสงค์ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไรแล้วจึงพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมต่อไป

การแบ่งอุปสงค์ตามกรอบเวลา สามารถแบ่งได้ดังนี้ [34]

1. ระยะสั้น: มีระยะเวลาน้อยกว่า 3 เดือน ใช้พยากรณ์แยกเฉพาะสินค้าแต่ละรายการ ทั้งนี้เพื่อใช้ในการบริหารสินค้าคงคลัง การจัดตารางการทำงาน การพยากรณ์ยอดขาย หรือการพยากรณ์ระดับการผลิต เป็นต้น
2. ระยะกลาง: มีระยะเวลามากกว่า 3 เดือน แต่น้อยกว่า 3 ปี ใช้พยากรณ์ทั้งกลุ่มของสินค้าหรือยอดขายรวมขององค์กรเพื่อใช้ในการวางแผนด้านบุคลากร การวางแผนการผลิต การวางแผนการขาย และการวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินงานต่างๆ เป็นต้น
3. ระยะยาว: มีระยะเวลาดั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป ใช้พยากรณ์ยอดขายรวมขององค์กรเพื่อใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้ง การวางแผนผลิตภัณฑ์ใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และการวิจัยพัฒนา เป็นต้น

นอกจากนี้มีการแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ตาม Syntetos และคณะ ซึ่งแบ่งรูปแบบของอุปสงค์เพื่อใช้ในการเลือกวิธีในการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation squared, CV²) ซึ่งมีการคำนวณ ดังนี้

การคำนวณค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (ADI)

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i}{N_p}$$

โดยที่ τ_i = จำนวนช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์
 N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด
 N_p = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

การคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV^2)

$$CV^2 = \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_{ri} - \varepsilon_a)^2}{N_p}}}{\varepsilon_a} \right)^2$$

โดยที่ ε_a = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (non-zero demand) โดยที่ $\varepsilon_a = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_{ri}}{N_p}$

ε_{ri} = ปริมาณอุปสงค์ที่เกิดขึ้น

N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด

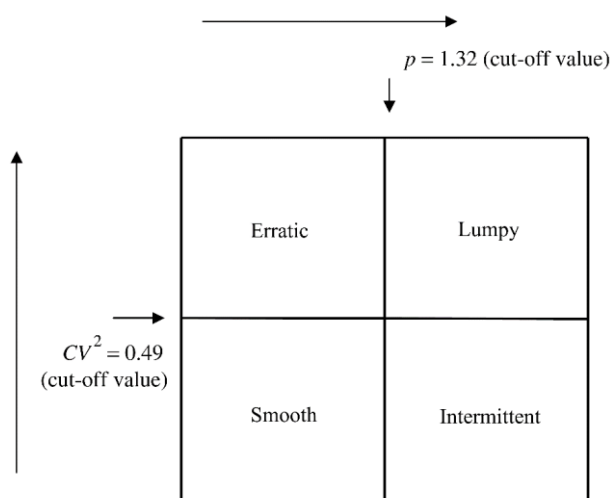
N_p = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

สำหรับการศึกษาในอดีตมีการแบ่งจุดตัด (cut points) ของอุปสงค์แต่ละรูปแบบโดยอ้างอิงจากชุดข้อมูลที่ใช้ในแต่ละการศึกษาซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชุดข้อมูลอื่นๆ ได้ ดังนั้น Syntetos และคณะ ปี 2005 จึงได้ทำการหาค่าจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันที่เหมาะสมโดยการคำนวณจากสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเปรียบเทียบวิธีในการวิเคราะห์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (simple Exponentially Weighted Moving Averages, EWMA), วิธี Croston (Croston's method) และวิธี SBA (Syntetos and Boylan Approximation method) จากนั้นวัดความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean squared error, MSE) และแบ่งจุดตัดของรูปแบบอุปสงค์จากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยจะมีวิธีหนึ่งดีกว่าวิธีอื่นๆ จากนั้นมีการเปรียบเทียบแต่ละวิธีเป็นคู่ๆ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสำหรับอุปสงค์รูปแบบอื่นๆ นอกเหนือไปจากอุปสงค์รูปแบบ smooth นั้นการใช้วิธี SBA จะให้ผลดีกว่าวิธีอื่นๆ ในขณะที่อุปสงค์รูปแบบ smooth นั้นจะพบว่าการใช้วิธี Croston ให้ผลที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ โดยมีจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (x) เท่ากับ 1.32 และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (y) เท่ากับ 0.49 จากนั้นมีการทดสอบใช้กับข้อมูลจากอุตสาหกรรมยานยนต์และให้ผลการศึกษาเป็นไปตามที่ได้นำเสนอไว้ ต่อมา Kostenko และ Hyndman ปี 2006 ได้มีการคำนวณค่าจุดตัดใหม่ที่ปรับปรุงไปจาก Syntetos และคณะ เพื่อให้การแบ่งกลุ่มอุปสงค์มีความแม่นยำมากขึ้น โดยนำเสนอค่าจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (x) เท่ากับ 1.25 และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (y) เท่ากับ 0.4 แต่ก็มีข้อโต้แย้งว่าการแบ่งจุดตัดดังกล่าวไม่ได้มีการทดสอบใช้กับข้อมูลจริง ดังนั้นจึงทำให้ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร สำหรับการศึกษาอื่นๆ ใน

อุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีการพยากรณ์ความต้องการสินค้าประเภทอะไหล่ หรือชิ้นส่วนยานยนต์ในกระบวนการผลิต รวมถึงในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้มีการใช้จุดตัดเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Syntetos และคณะ [14, 19, 33, 35-40] สำหรับการศึกษาในอุตสาหกรรมแฟชั่นมีการอ้างอิงจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 1.32 และ 0.49 ตามลำดับเช่นกัน [41] ส่วนการศึกษาด้านยาและอุปกรณ์ทางการแพทย์ (medical supplies) มีการศึกษาการพยากรณ์อุปสงค์โดยแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ไม่ได้มีการศึกษาที่ระบุถึงจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันที่เหมาะสมสำหรับยาหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ เพียงแต่มีการอ้างอิงจุดตัดเช่นเดียวกันกับการศึกษาในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันว่าการแบ่งรูปแบบอุปสงค์โดยใช้ค่าจุดตัดดังกล่าวสามารถนำไปสู่การเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับสินค้าที่มีอุปสงค์ในรูปแบบต่างๆ ได้ [11, 21, 42] ส่วนการศึกษาของ Choopara และ Rukijkanpanich ปี 2015 ซึ่งทำการศึกษาในอุปกรณ์ทางการแพทย์ของแผนกผ่าตัดได้มีการใช้ค่าจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (x) เท่ากับ 20 และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (y) เท่ากับ 0.49 แต่ไม่มีการอ้างอิงถึงที่มาของการเลือกจุดตัดเหล่านี้ และผลการศึกษาได้นำเสนอเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมเหลือเพียงเทคนิคเดียวสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์ทุกชนิดจึงทำให้ไม่สามารถนำมาใช้อ้างอิงในการแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ได้ [43] นอกจากนี้มีการศึกษาของภัทรพร และคณะ ปี 2562 ทำการศึกษาการพยากรณ์อุปสงค์ของยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy แต่ไม่ได้มีการกล่าวถึงจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันที่ใช้ในการแบ่งรูปแบบของอุปสงค์แต่อย่างใด [44]

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีการอ้างอิงจุดตัดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันตาม Syntetos และคณะ ปี 2005 โดยลักษณะของอุปสงค์ทั้ง 4 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 มีรายละเอียดดังนี้ [14]

1. อุปสงค์รูปแบบ smooth ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ
2. อุปสงค์รูปแบบ erratic ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าบ่อย แต่มีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนสูง
3. อุปสงค์รูปแบบ intermittent ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการไม่บ่อย หลายช่วงเวลาไม่มีความต้องการ และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ
4. อุปสงค์รูปแบบ lumpy ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย หลายช่วงเวลาไม่มีความต้องการ และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนสูง



รูปที่ 2.2 แสดงการแบ่งรูปแบบอุปสงค์ตาม Syntetos และคณะ

เมื่อทราบถึงประเภทของอุปสงค์ในสินค้าแต่ละรายการแล้วสามารถเลือกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้ โดยการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับอุปสงค์รูปแบบ smooth และ erratic จัดอยู่ในกลุ่มความต้องการแบบปกติ ดังนั้นจึงใช้วิธีการพยากรณ์แบบปกติ เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายได้ ในขณะที่การพยากรณ์อุปสงค์เมื่ออุปสงค์ต่ำ มีความแปรปรวนสูง ซึ่งได้แก่อุปสงค์รูปแบบ intermittent และ lumpy เป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากความต้องการสินค้ากลุ่มนี้มีความไม่แน่นอนสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งอาจต้องการวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่มีการปรับปรุงให้เหมาะสมโดยเฉพาะ [15, 16]

ส่วนในบางการศึกษาอาจพบการแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ตามรูปแบบของข้อมูลในแบบจำลองอนุกรมเวลา เนื่องจากการวิเคราะห์ที่อนุกรมเวลากำหนดว่าข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการพยากรณ์ต้องถูกจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลอนุกรมเวลา ดังนั้นผู้ที่ทำการพยากรณ์จะมองหารูปแบบของข้อมูลและพยายามพยากรณ์โดยการคาดคะเนรูปแบบในอนาคต วิธีที่ง่ายในการระบุรูปแบบข้อมูลคือการกำหนดจุดของข้อมูลและพิจารณารูปที่เป็นผลลัพธ์ ซึ่งจะพบรูปแบบพื้นฐาน 4 รูปแบบ ได้แก่ [22]

1. คงที่ (level or horizontal) โดยเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลมีการแกว่งรอบๆ ค่าเฉลี่ยคงที่ ซึ่งรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด มักพบในสินค้าช่วงอิมมัตว์ (mature stage) ของวงจรผลิตภัณฑ์ (product life cycle) ซึ่งมีอุปสงค์คงที่และสามารถทำนายได้ง่าย
2. แนวโน้ม (trend) เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นรูปแบบเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งแนวโน้มอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ โดยรูปแบบที่ง่ายที่สุด คือ แนวโน้มแบบเส้นตรง
3. ฤดูกาล (seasonality) เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำเป็นช่วงๆ ในระยะเวลาที่คงที่ ซึ่งอาจเป็นไตรมาสหรือเดือนใน 1 ปี หรือ วันใน 1 สัปดาห์ เป็นต้น
4. วัฏจักร (cycle) สำหรับรูปแบบนี้ถูกสร้างขึ้นโดยการผันแปรทางเศรษฐกิจ เช่น รูปแบบทางธุรกิจ เป็นต้น ซึ่งอาจจะเป็นภาวะเศรษฐกิจถดถอย เงินเฟ้อ หรือวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ความแตกต่างระหว่างรูปแบบฤดูกาลกับรูปแบบวัฏจักร คือ รูปแบบวัฏจักรจะมีความผันแปรของระยะเวลาและขนาด ดังนั้นจึงมีความยากในการพยากรณ์มากกว่ารูปแบบอื่นๆ

สำหรับความผันแปรแบบสุ่ม (random variation) คือ ความผันแปรที่ไม่สามารถอธิบายได้ ทำให้ไม่สามารถทำนายได้ ยิ่งข้อมูลมีชุดข้อมูลที่มีความผันแปรแบบสุ่มมากจะยิ่งยากในการทำนายให้ถูกต้อง ซึ่งจะพบว่าแบบจำลองในการพยากรณ์หลายๆ แบบได้พยายามกำจัดความผันแปรแบบสุ่มให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ [22]

การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ

วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอซึ่งได้แก่อุปสงค์ในรูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy มีหลายวิธี โดยจะเน้นเฉพาะการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติเท่านั้น ซึ่งวิธีที่มักมีการใช้แบบดั้งเดิม คือ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential smoothing) โดยเป็นแบบจำลองในการพยากรณ์ที่ใช้กระบวนการเฉลี่ยน้ำหนักที่ซับซ้อนเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ แม้ว่าจะค่อนข้างซับซ้อนในการปฏิบัติ แต่พบว่าวิธีนี้ง่ายต่อการใช้และการเข้าใจ ซึ่งสามารถแสดงแบบจำลองได้ดังนี้ [22]

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Z_t - F_t)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t+1

Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นเทคนิคที่มีการใช้อย่างมากและมักพบได้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ ซึ่งพบว่าวิธีนี้มีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ดีภายใต้หลายๆ สถานการณ์ สำหรับการเลือกค่า α นั้นขึ้นอยู่กับการให้น้ำหนักระหว่างช่วงเวลาล่าสุดที่เกิดขึ้นจริงกับช่วงเวลาล่าสุดในการพยากรณ์ ดังนั้นหากมีการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำ เช่น 0.1 หรือ 0.2 แสดงว่าการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้หรือช่วงเวลาล่าสุดในการพยากรณ์อย่างมาก ซึ่งจะให้ค่าพยากรณ์ที่คงที่มากเนื่องจากแบบจำลองนี้ไม่ได้ให้น้ำหนักกับอุปสงค์ของช่วงเวลาล่าสุดที่เกิดขึ้นจริง ในขณะที่การเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูง เช่น 0.7 หรือ 0.8 จะมีการให้น้ำหนักกับอุปสงค์ของช่วงเวลาล่าสุดที่เกิดขึ้นจริง และสามารถได้รับอิทธิพลของการผันแปรแบบสุ่มในข้อมูลได้ ดังนั้นการเลือกสัมประสิทธิ์ปรับเรียบจึงมีความสำคัญมากต่อผลในการพยากรณ์ [22]

อย่างไรก็ตาม Croston กล่าวว่าการใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายในการพยากรณ์อุปสงค์ทำให้เกิดอคติจากการให้น้ำหนักของการเกิดอุปสงค์ที่ใกล้กับปัจจุบันมากที่สุด และไม่เหมาะในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent เนื่องจากทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้สูงเกินไปสำหรับการพยากรณ์ในช่วงเวลาหลังจากที่อุปสงค์ไม่เป็นศูนย์ (non-zero demand) ซึ่ง Croston ได้นำเสนอวิธีการใหม่ในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent โดยการให้น้ำหนักเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โปเนนเชียลของขนาดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์กับช่วงเวลาระหว่างการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ ทั้งนี้เพื่อลดอคติ ซึ่งเกิดเป็นวิธี Croston ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยมีวิธีในการคำนวณดังนี้ [23]

$$F_{t+1} = \frac{Z'_t}{P'_t}$$

ซึ่ง

$$\text{If } Z_t = 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1}, \quad P'_t = P'_{t-1}$$

$$\text{If } Z_t > 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}), \\ P'_t = P'_{t-1} + \alpha(P_t - P'_{t-1})$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อช่วงเวลาในเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

Z'_t = ค่าประมาณการของอุปสงค์ในช่วงเวลา t

Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

($Z_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t, $Z_t = 0$ ถ้าไม่เกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t)

P'_t = ค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t

P_t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (time interval of non-zero demand) ในช่วงเวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

ในการคำนวณวิธี Croston นั้นพบว่าแบบจำลองดั้งเดิมมีการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบเพียง 1 ตัว คือ α ในขณะที่ Schultz แนะนำให้ใช้ค่า α แยกกันระหว่าง α_i กับ α_s ในการปรับค่าของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์และขนาดของอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ตามลำดับ [18] ซึ่ง Eaves and Kingsman ได้มีการอธิบายการใช้ค่า α_i กับ α_s ในวิธี Croston โดยปรับให้ได้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute percentage error, MAPE) ที่เหมาะสมเพื่อหวังผลทำให้ได้การพยากรณ์ดีขึ้น [45] แต่อย่างไรก็ตาม Mukhopadhyay และคณะ พบว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบแยกกันระหว่าง α_i กับ α_s ในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ lumpy ไม่ได้ทำให้ความแม่นยำในการพยากรณ์เพิ่มมากขึ้นแต่อย่างใด [37]

แม้ว่าวิธี Croston จะสามารถพยากรณ์ข้อมูลที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ได้ดีกว่าวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย แต่วิธี Croston ยังมีข้อจำกัดเกิดขึ้น โดยเป็นอคติเชิงบวกจากสมการทางคณิตศาสตร์ของค่าอุปสงค์ที่คาดหวัง (expected demand) และอคติจากค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาวิธี SBA (Syntetos and Boylan Approximation) ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาคาดังกล่าว ซึ่งวิธี SBA มีแบบจำลองดังนี้ [17, 27]

$$F_{t+1} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{Z'_t}{P'_t}$$

ซึ่ง

$$\text{If } Z_t = 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1}, \quad P'_t = P'_{t-1}$$

$$\text{If } Z_t > 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}), \\ P'_t = P'_{t-1} + \alpha(P_t - P'_{t-1})$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อช่วงเวลาในเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

Z'_t = ค่าประมาณการของอุปสงค์ในช่วงเวลา t

Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

($Z_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t, $Z_t = 0$ ถ้าไม่เกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t)

P'_t = ค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t

P_t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (time interval of non-zero demand) ในช่วงเวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

ต่อมา Levén และ Segerstedt ได้พัฒนาวิธีในการพยากรณ์จากวิธี Croston โดยมีการปรับค่าเฉพาะเมื่อมีอุปสงค์เชิงบวกเกิดขึ้น แต่ปรับการพยากรณ์สำหรับอุปสงค์ต่อช่วงเวลาโดยตรงโดยใช้อัตราส่วนระหว่างขนาดของอุปสงค์กับระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ซึ่งวิธีนี้พบว่ามียุติมากกว่าวิธีดั้งเดิมของ Croston [46]

สำหรับวิธี Croston และวิธี SBA นั้นจะพบว่าระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์จะถูกปรับเฉพาะเมื่อเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์เท่านั้น ดังนั้นวิธีการเหล่านี้จึงไม่สามารถรับมือกับสินค้าที่ล้าสมัยได้ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้ Teunter, Syntetos และ Babai ได้ปรับปรุงวิธี Croston โดยนำเสนอการคูณกันระหว่างการประมาณขนาดของอุปสงค์กับความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ แทนที่จะเป็นการหารกันระหว่างขนาดของอุปสงค์กับค่าประมาณของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ ซึ่งเรียกว่าวิธี TSB โดยวิธีนี้จะมีการปรับค่าความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ในทุกๆ

ช่วงเวลา แม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่อยู่สูงเป็นศูนย์ก็ตาม ซึ่งต่างจากวิธี Croston ที่มีการปรับค่าเฉพาะเมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้นโดยไม่มีการปรับอุปสงค์ให้ลดลงในช่วงที่อยู่สูงเป็นศูนย์ สำหรับวิธี TSB มีแบบจำลองดังนี้ [24-27]

$$F_{t+1} = p'_t Z'_t$$

ซึ่ง

$$\text{If } p_t = 0; \quad \begin{aligned} p'_t &= p'_{t-1} + \beta(0 - p'_{t-1}), \\ Z'_t &= Z'_{t-1} \end{aligned}$$

$$\text{If } p_t > 0; \quad \begin{aligned} p'_t &= p'_{t-1} + \beta(1 - p'_{t-1}), \\ Z'_t &= Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) \end{aligned}$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี TSB ในช่วงเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t
 p'_t = ค่าประมาณการของความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t
 p_t = ตัวชี้วัดการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t ($p_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t, $p_t = 0$ ในกรณีที่ไม่มีเกิดอุปสงค์)
 Z'_t = ค่าประมาณขนาดของอุปสงค์เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t
 Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t
 α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$
 β = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \beta \leq 1$

วิธีในการพยากรณ์อุปสงค์ที่มีการนำเสนอต่อมา คือ วิธีปรับเรียบไฮเพอร์โบลิก-เอ็กซ์โปเนนเชียล (hyperbolic-exponential smoothing, HES) ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธี Croston เช่นกัน โดยใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent และรับมือกับสินค้าที่ล้าสมัย ซึ่งวิธีนี้เป็นการรวมกันระหว่างวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลกับการอนุมานแบบเบย์ (Bayesian inference) เมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้น โดยผลการศึกษาพบว่าวิธีปรับเรียบไฮเพอร์โบลิก-เอ็กซ์โปเนนเชียลมีการพยากรณ์ที่ถูกต้องมากกว่าวิธี TSB ในบางกรณี แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังในสถานการณ์จริง [26]

อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการพัฒนาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ใหม่ๆ ขึ้นมา ซึ่งวิธีเหล่านี้มักแก้ปัญหาข้อจำกัดของวิธี Croston แต่ก็ทำให้เกิดข้อจำกัดใหม่ๆ ขึ้นมา เช่น วิธี TSB มีแนวโน้มที่จะทำนายอุปสงค์ต่ำกว่าความเป็นจริง และถ้าชุดของข้อมูลไม่มีช่วงเวลาที่มียุโรปสงค์เป็นศูนย์จะพบว่าวิธี SBA จะเกิดอคติจากค่า $(1 - \alpha/2)$ ได้ ทำให้อย่างคงมีการนำเสนอวิธีใหม่ๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์เพิ่มเติม เช่น วิธี modified SBA ที่มีวิธีการคำนวณเหมือนวิธี SBA แต่ในช่วงที่ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์จริงสูงกว่าระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ประมาณการล่าสุด ซึ่งอาจพบได้เมื่อ

เกิดความเสี่ยงของสินค้าล้าสมัย จะมีการปรับค่าในทุกๆ ช่วงเวลาคล้ายคลึงกับความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ของวิธี TSB นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอวิธี simple exponential smoothing for analogous subperiods (SESAP) ซึ่งให้ผลในการพยากรณ์ที่ดีสำหรับสินค้าที่มีอุปสงค์แบบฤดูกาล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามวิธีเหล่านี้ยังไม่มีการใช้แพร่หลายมากนัก [24, 26, 47]

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ใช้ในอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy นั้น งานวิจัยต่างๆ แนะนำให้ใช้ค่าดังกล่าวแตกต่างกันออกไป โดยจะแนะนำค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำ เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่คงที่ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบนั้น การศึกษาของ Croston ปี 1972, Johnston และ Boylan ปี 1996, Syntetos และ Boylan ปี 2005 และปี 2006, Gutierrez และคณะ ปี 2008 และ Mukhopadhyay และคณะ ปี 2011 แนะนำให้ใช้ค่าดังกล่าวอยู่ในช่วง 0.05-0.20 นอกจากนี้ Croston ได้แนะนำเพิ่มเติมว่าอาจใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูงขึ้นในช่วง 0.20-0.30 ได้หากสัดส่วนของสินค้าส่วนใหญ่มีความต้องการไม่คงที่ ส่วนการศึกษาของ Teunter และ Sani ปี 2009 และ Teunter และคณะ ปี 2011 ได้ใช้ค่าดังกล่าวอยู่ในช่วง 0.1-0.3 นอกจากนี้พบการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบในช่วง 0.05-0.30 ในการศึกษาของ Babai และคณะ ปี 2017 ด้วย โดยส่วนมากแล้วจะมีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α เท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β [17, 23, 25, 26, 37, 48-51] แต่สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ที่ใช้ในวิธี TSB นั้นมีการใช้ในค่าดังกล่าวในช่วงเดียวกันกับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α แต่จะเพิ่มช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำลง คือ ช่วง 0.01-0.05 โดยมีการปรับค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นทีละ 0.01 [25, 26] ซึ่งการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมจะทำให้ปัญหาเรื่องอคติดีขึ้นได้

นอกจากการใช้วิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริก เช่น วิธี Croston เป็นต้น ในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy แล้ว ได้มีการนำเสนอวิธีการพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริกขึ้นมาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการพยากรณ์ให้ดีขึ้น โดยการแก้ปัญหาจากการกระจายของอุปสงค์ที่แท้จริงซึ่งอาจไม่เป็นไปตามข้อกำหนดทางทฤษฎี อันส่งผลต่อประสิทธิภาพของการใช้วิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริกได้ [31]

Willemain และคณะ ได้พัฒนาวิธีการพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริกสำหรับข้อมูลที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent โดยวิธีนี้ไม่ได้เป็นการใช้แบบจำลองเป็นหลัก แต่เป็นการแก้ปัญหาโดยรวมกระบวนการมาร์คอฟ (Markov process) วิธีบูทสตรัป (bootstrapping) และการ jitter เพื่อจำลองการกระจายสำหรับอุปสงค์ในช่วงเวลานำทั้งหมดมากกว่าการทำพยากรณ์เพียงครั้งเดียว ซึ่งวิธีนี้พบว่ามีความถูกต้องในการพยากรณ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธี Croston และได้มีการพัฒนาวิธีการพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริกออกมาอีกเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามยังมีการศึกษาเหล่านี้ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ใช้การพยากรณ์แบบพาราเมตริก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีหลักฐานแสดงให้เห็นว่าวิธี

บุทศเตรปเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่พัฒนาจากวิธี Croston แล้วมีประโยชน์ทั้งในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติอย่างไรบ้างเพิ่มเติมในอนาคต [31]

การวัดความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบในการพยากรณ์

การวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ (forecast accuracy) เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงกับค่าที่พยากรณ์ได้ เช่น การใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean squared error, MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute deviation, MAD) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute scaled error, MASE) เป็นต้น ซึ่งจะบอกขนาดของความคลาดเคลื่อนโดยไม่สนใจทิศทาง โดยค่าที่น้อยแสดงถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ที่มาก [28] ส่วนการวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic error) หรืออคติ (bias) เป็นการวัดว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าที่ได้จากการพยากรณ์อุปสงค์สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเพียงใด เช่น ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (cumulated forecast error, CFE) ร้อยละช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (percentage of the number of shortages, NOSp) จำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (periods in stock, PIS) เป็นต้น [29]

รูปแบบการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์หรือการวัดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ [52]

1. Scale dependent

เป็นการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ค่อนข้างนิยมใช้เป็นอย่างมาก เช่น ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) เป็นต้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

2.1. การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (Z_t - F_t)^2}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t

N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

2.2. การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |Z_t - F_t|}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

เนื่องจากการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับหน่วยของข้อมูลที่ใช้ ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่แตกต่างกันภายใต้ชุดของข้อมูลเดียวกัน แต่ไม่ควรใช้เปรียบเทียบข้ามชุดข้อมูลที่มีหน่วยแตกต่างกัน [52]

แม้ว่าการใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) จะเป็นที่ยอมรับ แต่จะพบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) จะไวต่อค่าผิดปกติ (outlier) และความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่า 1 มากกว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) เพราะว่าเป็นการยกกำลังสอง ดังนั้นในบางครั้งจึงอาจพบว่าการใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) อาจให้ผลที่แตกต่างกันได้ [29]

2. Percentage error

ตัวอย่างของการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ เช่น การใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \left(\frac{Z_t - F_t}{F_t} \right) \times 100 \right|}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

การวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้มีข้อดีตรงที่ไม่ขึ้นกับหน่วยที่ใช้ในการวัด จึงมักถูกใช้ในการเปรียบเทียบข้ามชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ หากในชุดข้อมูลมีค่าที่เป็นศูนย์ซึ่งมักพบในข้อมูลรูปแบบ intermittent และข้อมูลรูปแบบ lumpy จะทำให้ค่าที่คำนวณได้เป็นค่าอนันต์ (infinite) [52]

3. Relative error

เป็นการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์โดยคิดค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนจากค่าที่พยากรณ์ได้กับความคลาดเคลื่อนของวิธีพยากรณ์อย่างง่าย (naïve method) เช่น mean relative absolute error (MRAE) เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$MRAE = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{Z_t - F_t}{Z_t - F'_t} \right|}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 F'_t = ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์อย่างง่ายในช่วงเวลา t
 N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

การวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยวิธี relative error เป็นการวัดที่ไม่ขึ้นกับหน่วยที่ใช้ในการวัดเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามในการทำนายอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy พบว่าการใช้วิธีพยากรณ์อย่างง่ายเป็นตัวเปรียบเทียบจะไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีค่าที่เป็นศูนย์ซึ่งจะทำให้ค่าที่คำนวณได้เป็นค่าอนันต์ [52]

4. Scale free error

เป็นการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์โดยคำนวณสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากวิธีพื้นฐานซึ่งมักใช้วิธีพยากรณ์อย่างง่ายเป็นตัวเปรียบเทียบ เช่น การคำนวณค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$MASE = \text{mean } |(q_t)|$$

ซึ่ง

$$q_t = \frac{e_t}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |Z_i - Z_{i-1}|}$$

โดยที่ q_t = ค่าความคลาดเคลื่อนสเกล (scaled error)
 e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เวลา t โดย $e_t = Z_t - F_t$
 Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 t = 1...N ซึ่งเป็นกลุ่มของช่วงเวลาที่พยากรณ์อุปสงค์
 Z_i = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา i
 Z_{i-1} = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา i-1
 t = 1...n ซึ่งเป็นกลุ่มของช่วงเวลาตัวอย่างที่ใช้ในการพยากรณ์

การวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยวิธี scale free error สามารถใช้เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ในชุดข้อมูลเดียวกันและยังสามารถเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่างชุดข้อมูลได้อีกด้วย ซึ่ง

เหมาะกับข้อมูลที่มีรูปแบบ intermittent และรูปแบบ lumpy ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ค่าคำนวณที่เป็นค่าอนันต์ แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) จะให้ค่าคำนวณเป็นค่าอนันต์ได้หากข้อมูลในชุดข้อมูลเป็นค่าเดียวกันทั้งหมด โดยหากคำนวณได้ค่า $MASE > 1$ แสดงว่าวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์แยกว่าวิธีพยากรณ์อย่างง่าย แต่หากค่า $MASE < 1$ แสดงว่าวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ถือว่าดีกว่าวิธีพยากรณ์อย่างง่าย [47, 52]

เนื่องจากในการประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์พบว่าไม่มีวิธีวัดวิธีใดดีที่สุด แม้ว่าในบางการศึกษาจะพบการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์โดยใช้วิธีการวัดเพียงวิธีเดียวก็ตาม ดังนั้นจึงควรเลือกใช้วิธีในการวัดหลายๆ วิธีประกอบกัน [37] อย่างไรก็ตามการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ เช่น การใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) เป็นต้น ไม่ได้วัดเกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์ที่สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเชิงระบบ ซึ่งเรียกว่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบหรืออคติ โดยวิธีที่มีการใช้มากในอดีต คือ การใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (mean error, ME) ซึ่งการพยากรณ์จะไม่มี ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบหากได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0 แต่ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมีข้อจำกัดจากการที่ความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสามารถหักล้างความคลาดเคลื่อนกันเองได้ [24, 47]

ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีที่ใช้ในการวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบซึ่งได้แก่ การคำนวณความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (cumulated forecast error, CFE) โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้ [29]

$$CFE_t = \sum_{i=1}^t (Z_t - F_t), \quad t = 1, 2, \dots, T$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t

สำหรับความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) เป็นค่าผลรวมสะสมของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งหากการพยากรณ์ไม่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบแล้วค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) จะมีค่าใกล้เคียง 0 ซึ่งสัมพันธ์กับความผันแปรของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมสูงสุด (CFEmax) บ่งบอกถึงช่วงเวลามีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมมากที่สุด นั้นหมายความว่า การพยากรณ์ทำให้เกิดสินค้าขาดคราวมากที่สุด ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมต่ำสุด (CFEmin) บ่งบอกถึงช่วงเวลามีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมน้อยที่สุด ซึ่งหมายความว่า เป็นช่วงที่มีสินค้าเกินกว่าความต้องการมากที่สุด โดยในการคำนวณความคลาดเคลื่อนในการ

พยากรณ์จะสมพบค่าที่ได้จากการพยากรณ์จะลบจากอุปสงค์ที่ใช้จริง ดังนั้นการพยากรณ์ที่มากกว่าความเป็นจริงจะทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมเป็นลบ [29]

จำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (number of shortage, NOS) เป็นการดูจำนวนครั้งที่ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) มีค่ามากกว่า 0 เมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้น โดยจำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าจะบอกจำนวนในจินตภาพว่ามีสินค้าขาดคราวเกิดขึ้นโดยไม่มีสินค้าคงคลังขั้นต่ำ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ที่เป็นบวกบ่งบอกถึงการพยากรณ์ที่ต่ำกว่าความเป็นจริง แต่หากวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่สูงกว่าความเป็นจริงจะทำให้เกิดภาวะสินค้าคงคลังมากเกินไป ซึ่งไม่นับว่าเกิดการขาดแคลนสินค้าขึ้นสำหรับจำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าสามารถใช้ในสถานการณ์ที่มีสินค้าขาดคราวน้อยมากหรือสินค้าขาดคราวจำนวนมาก ซึ่งบ่งบอกว่าอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบได้ นอกจากนี้จำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าที่น้อยหรือไม่มีอาจเกิดจากภาวะสินค้าในคลังสินค้ามากเกินไปเพราะค่าที่พยากรณ์ได้มากเกินไปกว่าความเป็นจริง และเพื่อทำให้การเปรียบเทียบสินค้าที่แตกต่างกันง่ายขึ้น จึงได้มีการเปลี่ยนค่าจำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าให้อยู่ในรูปร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (percentage of the number of shortages, NOSp) ซึ่งเป็นผลหารระหว่างจำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าและจำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์ โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้ [29]

If $Z_t \neq 0$ and $CFE_t > 0$ then $NOS \leftarrow NOS + 1, t = 1, 2, \dots, T$

$$NOSp = \frac{NOS}{N} \times 100$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 CFE_t = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมในช่วงเวลา t
 NOS = จำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า
 $NOSp$ = ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า
 N = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

การวัดโดยปกติมักมุ่งไปที่ความคลาดเคลื่อนแทนการวัดพฤติกรรมของวิธีที่ใช้วัดและผลจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งการใช้ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) หรือค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ไม่ได้บอกว่าวิธีที่ใช้เพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังหรือมีการประมาณการสินค้าคงคลังต่ำกว่าอุปสงค์ที่แท้จริง ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นค่าจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (periods in stock, PIS) ขึ้นมา ซึ่งวัดจำนวนของช่วงเวลาทั้งหมดที่สินค้าที่ถูกพยากรณ์อยู่ในคลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา (fictitious stock) หรือจำนวนของเวลาที่สินค้าขาดคราวจาก

คลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา โดยช่วงเวลาจะเท่ากับระยะเวลาที่ใช้ เช่น ในการพยากรณ์ทั้งหมด 3 วัน ในแต่ละวันจะพยากรณ์สินค้าวันละ 1 ยูนิต ในวันแรกพบว่าสินค้า 1 ยูนิต จะถูกส่งเข้าคลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา ถ้าหากไม่มีอุปสงค์เกิดขึ้นในวันแรก จะเกิดจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า +1 แต่หากมีอุปสงค์เกิดขึ้น อุปสงค์จะถูกลบจากจำนวนที่พยากรณ์ไว้ทำให้จำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้าเป็น 0 ในวันแรก แต่หากอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงเท่ากับ 0 ทั้ง 3 วัน จะพบว่าจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า ในวันที่ 3 เท่ากับ +6 โดยสินค้าชิ้นแรกจะอยู่ในคลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา 3 วัน สินค้าชิ้นที่สองจะอยู่ในคลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา 2 วัน และสินค้าชิ้นสุดท้ายจะอยู่ในคลังสินค้าที่สมมุติขึ้นมา 1 วัน โดยยังมีค่าบวกที่มากยิ่งบ่งบอกถึงการพยากรณ์อุปสงค์ที่สูงเกินความเป็นจริง สำหรับค่าลบบ่งบอกถึงการพยากรณ์อุปสงค์ที่ต่ำกว่าความเป็นจริงหรือเกิดสินค้าขาดคราวขึ้น นอกจากนี้จำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า ไม่ได้บอกแค่ความแตกต่างระหว่างค่าที่พยากรณ์ได้กับค่าจริง แต่ยังบอกว่าจะต้องใช้เวลานานเท่าไรเพื่อแก้ปัญหาความผิดพลาดจากการพยากรณ์ด้วย สำหรับการคำนวณจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า สามารถคำนวณได้ดังนี้ [29]

$$PIS_t = PIS_{t-1} + \sum_{i=1}^t (F_t - Z_t) = \sum_{i=1}^t (F_t - Z_t) (t + 1 - i)$$

$$PIS_t = PIS_{t-1} - CFE_t = - \sum_{i=1}^t CFE_i$$

$$PIS_T = - \sum_{t=1}^T CFE_t$$

โดยที่ F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 CFE_t = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมในช่วงเวลา t

การใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร่วมกับช่วงเวลาที่มีจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) และร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSP) ช่วยให้สามารถติดตามหาความคลาดเคลื่อนเชิงระบบได้น่าเชื่อถือมากกว่าการใช้เฉพาะค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) เพียงค่าเดียว เนื่องจากในบางครั้งการใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) อาจไม่พบความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ในขณะที่ตรวจพบความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจากการใช้ค่าจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) และร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSP) ได้ [29]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อุปสงค์ด้านยาและเวชภัณฑ์มีหลายงานวิจัย ได้แก่ การศึกษาของอนุพงษ์ ปี 2558 ซึ่งทำการศึกษาผลของการพยากรณ์อุปสงค์ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบริหารคลังยา โดยคัดเลือกเฉพาะยาในกลุ่ม A ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 135 รายการ โดยแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ออกเป็นรูปแบบคงที่ (horizontal) แนวโน้ม (trend) วัฏจักร (cycle) ฤดูกาล (season) แนวโน้มและฤดูกาล (trend and season, trend-seasonal) และเหตุการณ์ผิดปกติ (irregular variation) จากนั้นพยากรณ์อุปสงค์โดยใช้โปรแกรม CB Predictor แล้วจึงพิจารณาปริมาณและรูปแบบของอุปสงค์ที่พยากรณ์ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ยาจริงของโรงพยาบาลในปีเดียวกัน โดยใช้การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ผลการศึกษาพบว่าจากการพยากรณ์ยาจำนวน 135 รายการนั้น มียาอยู่จำนวน 81 รายการ (ร้อยละ 60.0) ที่ได้ผลไม่แตกต่างจากการใช้จริงหรือมีความถูกต้อง โดยในกลุ่มที่พยากรณ์ถูกต้องมีอุปสงค์รูปแบบคงที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.1 ซึ่งเทคนิคพยากรณ์ที่ควรใช้คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (single moving average) ส่วนรูปแบบของอุปสงค์ที่มีการใช้รองลงมา คือรูปแบบแนวโน้ม คิดเป็นร้อยละ 38.3 ส่วนเทคนิคพยากรณ์ที่ควรใช้ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (double moving average) [8]

การศึกษาของภัทรพร และคณะ ปี 2561 ทำการพยากรณ์ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ในยา 2 รายการ ได้แก่ Furosemide injection และ Adrenaline injection โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีในการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ วิธี Croston และวิธี TSB โดยใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีตของยาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการเกิดอุปสงค์และระยะเวลาในการปรับค่าคงที่ของวิธีพยากรณ์ต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และจำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOS) โดยการศึกษาทำการทดลองพยากรณ์ข้อมูลทั้งหมด 48 ครั้ง แบ่งคาบเป็น 4, 6, 8 และ 12 สัปดาห์ ต่อมาจะมีการทดลองปรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (α , β) ทุกๆ 4, 8 และ 12 สัปดาห์ รวมทั้งหมดเป็น 24 ครั้ง ทั้งนี้การคำนวณค่าคงที่ปรับเรียบครั้งแรกจะเริ่มคำนวณในสัปดาห์ที่ 13 โดยใช้ข้อมูล 12 สัปดาห์แรก ผลการศึกษาพบว่าการใช้วิธี TSB ทำให้ยา Adrenaline injection มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) น้อยกว่าวิธี Croston แต่ทำให้ยา Furosemide injection มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มากกว่าวิธี Croston นอกจากนี้พบว่าสำหรับยาทั้ง 2 รายการแล้วการใช้วิธี Croston ทำให้เกิดจำนวนช่วงเวลาที่ยาขาดแคลน (NOS) น้อยกว่าวิธี TSB เนื่องจากวิธี Croston จะคงค่าพยากรณ์ในช่วงที่ไม่มีอุปสงค์ในขณะที่วิธี TSB จะมีการปรับอุปสงค์ให้ลดลง และการศึกษาวิจัยพบว่าวิธีทั้ง 2 วิธีมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ในการพยากรณ์มากขึ้นเมื่อระยะเวลาปรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบสั้นลง [44]

การศึกษาของ Yang และคณะ ปี 2021 ทำการพยากรณ์ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 1,718 รายการ ซึ่งเก็บข้อมูลจากร้านขายส่งยาของประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 10 ร้าน ในช่วงเวลา 36 เดือน สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA วิธี TSB วิธี modified SBA และวิธี modified TSB จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ถูกปรับปรุง (revised mean absolute scaled error, RMASE) และวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) ผลการศึกษาพบว่าวิธี modified TSB ให้ผลในการพยากรณ์ดีที่สุดสำหรับค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ถูกปรับปรุง (RMASE) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ นอกจากนี้พบว่าวิธี modified TSB มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่อนข้างต่ำกว่าวิธีอื่นๆ และใกล้เคียงกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) แล้วพบว่าวิธี modified TSB มีค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวค่อนข้างต่ำกว่าวิธีอื่นๆ เช่นกัน [53]

สำหรับการศึกษาของ Cheng และคณะ ปี 2016 ทำการเก็บข้อมูลเวชภัณฑ์ (medical supplies) ที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ในหออภิบาลผู้ป่วยเด็กวิกฤติ (pediatric intensive care unit, PICU) โดยมีช่วงเวลา 30 จุด ระหว่างเดือนมกราคม ปี 2011 ถึงเดือนมิถุนายน ปี 2013 สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ วิธี Croston วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี ARIMA (autoregressive integrated moving average) จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ผลการศึกษาพบว่าการใช้วิธี Croston ร่วมกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ทำให้ได้ผลการพยากรณ์ถูกต้องมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ lumpy, erratic และ slow-moving ในขณะที่วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ smooth และเมื่อแบ่งรูปแบบของอุปสงค์ร่วมกับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ พบว่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์จะลดลงเหลือน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่ากรอบการแบ่งรูปแบบอุปสงค์และวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์มีความสำคัญต่อความถูกต้องในการพยากรณ์ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยของผู้ป่วยและลดต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลังในสถานพยาบาลได้ [21]

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอในสินค้าชนิดอื่นๆ ส่วนใหญ่มักเป็นสินค้าประเภทอะไหล่หรือชิ้นส่วนยานยนต์ในกระบวนการผลิต ได้แก่ การศึกษาของ Solis ปี 2016 ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมกว่า 1,000 ชนิด ที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ซึ่งมีข้อมูลจำนวน 61 เดือน สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี SBJ (Shale, Boylan and Johnston) สำหรับการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์มีการใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) ค่ารากของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (root mean square error, RMSE) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ผลการศึกษาพบว่าวิธี SBJ ให้ผลในการพยากรณ์ไม่แตกต่างจากวิธี SBA แม้ว่าในทางทฤษฎีแล้ววิธี SBJ จะเป็นวิธีที่ดีกว่าวิธี SBA ก็ตาม และวิธี SBJ และวิธี SBA ให้ผลในการพยากรณ์ที่ดีกว่าวิธี ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายและวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย [38]

สำหรับการศึกษาของ Babai และคณะ ปี 2017 ทำการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent โดยทำการจำลองข้อมูล 10 ปี (120 เดือน) และแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ซึ่งมีวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA วิธี TSB และวิธี modified SBA (มีวิธีการเหมือนวิธี SBA แต่ในช่วงที่ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์จริงสูงกว่าระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ประมาณการล่าสุด ซึ่งอาจพบได้เมื่อเกิดความเสี่ยงของสินค้าล้าสมัย จะมีการปรับค่าในทุกๆ ช่วงเวลาคล้ายคลึงกับความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ของวิธี TSB) จากนั้นวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ผลการศึกษาในข้อมูลชุดที่ 1 พบว่าเมื่อพิจารณาจากการวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์แล้ววิธี modified SBA เป็นวิธีที่ให้ผลในการพยากรณ์ที่ดีที่สุดตามด้วยวิธี TSB โดยวิธี modified SBA นี้สามารถลดอคติได้มากถึงร้อยละ 80 และลดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ได้ร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับวิธี TSB ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลการพยากรณ์ดีเป็นอันดับที่สอง นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าในกรณีของสินค้าล้าสมัยนั้นการใช้วิธี Croston และวิธี SBA ให้ผลในการพยากรณ์ที่ไม่ดีนัก ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจากทั้ง 2 วิธีนี้ไม่สามารถจับความเสี่ยงของการเกิดสินค้าล้าสมัยได้เพราะมีการปรับค่าการพยากรณ์เฉพาะเมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้นเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลในชุดที่ 2 พบว่าวิธี modified SBA เป็นวิธีที่ให้ผลในการพยากรณ์ดีกว่าวิธีอื่นๆ ส่วนวิธีการพยากรณ์ที่ให้ผลดีรองลงมาเป็นวิธี SBA ส่วนวิธี Croston นั้นมีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ต่ำ นอกจากนี้จะพบว่าวิธี modified SBA ให้ผลในการพยากรณ์ที่ดี โดยเฉพาะในกรณีที่มีการจัดการกับสินค้าที่ล้าสมัย [26]

การศึกษาของ Doszyn ปี 2019 ซึ่งทำการศึกษาในสินค้าที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 9,022 ชนิด ครอบคลุมช่วงเวลาของข้อมูล 53 จุด โดยมีการพยากรณ์ข้อมูลในช่วงเวลา 12 จุดหลัง สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA วิธี TSB และวิธี SESAP (simple exponential smoothing for analogous subperiods) ซึ่งเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายที่มีการปรับสำหรับช่วงเวลาย่อยที่มีข้อมูลคล้ายคลึงกัน จากนั้นวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยในการวัดความ

ถูกต้องของการพยากรณ์จะใช้ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และค่าเฉลี่ยสเกลรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (scaled root mean squared error, sRMSE) ส่วนการวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะใช้ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อน (scaled mean error, sME) ผลการศึกษาพบว่าวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์คือวิธี TSB และวิธี SESAP แต่วิธี SESAP นั้นเหมาะสำหรับการพยากรณ์เฉพาะสินค้าที่มีรูปแบบเป็นฤดูกาล ส่วนวิธี Croston และวิธี SBA นั้นให้ผลแย่กว่าวิธีในการพยากรณ์ดั้งเดิม เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย เป็นต้น [24]

ส่วนการศึกษาของ Mor และคณะ ปี 2019 เป็นการศึกษาการพยากรณ์สินค้าในคลังสินค้าของแผนกซ่อมบำรุงจำนวน 220 ชนิด ซึ่งมีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ โดยเก็บข้อมูลย้อนหลังรวม 11 เดือนในการพยากรณ์อุปสงค์มีการใช้วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยแนวโน้ม (trend-corrected exponential smoothing หรือ Holt's model) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และวิธีการพยากรณ์อย่างง่าย จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ผลการศึกษาพบว่าวิธี SBA เป็นวิธีที่ดีในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy มากกว่าการใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ส่วนวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายเป็นวิธีที่ดีในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ erratic มากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และทั้งวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลและวิธี SBA สามารถใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ smooth ได้ ซึ่งสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมในการใช้โดยดูจากวิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ที่ต่ำกว่า [19]

และการศึกษาของธีรา และคณะ ปี 2562 เป็นการศึกษาการพยากรณ์ความต้องการของชิ้นส่วนเครื่องจักรที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 183 รายการ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน ปี 2559 ถึงเดือนมีนาคม ปี 2561 รวมเป็นจำนวน 24 เดือน โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริกและวิธีการพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริก สำหรับวิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริกแบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston และวิธี SBA ส่วนวิธีการพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริกแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธี WSS บูทสเตรป และวิธี VZ บูทสเตรป ซึ่งผลการพยากรณ์อุปสงค์ระหว่างช่วงเวลานำจากแต่ละวิธีจะนำไปกำหนดจุดสั่งซื้อและสินค้าคงคลังขั้นต่ำตามระดับบริการที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าจุดสั่งซื้อจากวิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริกใกล้เคียงกับวิธี WSS บูทสเตรป และมีแนวโน้มกำหนดจุดสั่งซื้อสูงกว่าวิธี VZ บูทสเตรป โดยเมื่ออุปสงค์มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำ การกำหนดจุดสั่งซื้อจากวิธีการพยากรณ์แบบพาราเมตริก 3 วิธี และวิธี WSS บูทสเตรป มีแนวโน้มที่ผลระดับบริการจะสูงกว่าที่กำหนดไว้ ส่วนวิธี VZ บูทสเตรปมีผลระดับบริการใกล้เคียงกับที่กำหนดมากที่สุด แต่เมื่อค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเพิ่มสูงขึ้น ผลของระดับบริการมีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉพาะ

วิธี VZ บุทสเตรปมีผลระดับบริการต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์วิธีใดวิธีหนึ่งที่จะสามารถใช้ได้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรทุกชิ้น ดังนั้นควรเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของอุปสงค์ของแต่ละชิ้นส่วน จึงจะทำให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ และสามารถสำรองอะไหล่คงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ [33]



บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด มีวิธีดำเนินการศึกษาที่มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังซึ่งทำการวิเคราะห์และพยากรณ์อุปสงค์ของยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy โดยวิเคราะห์อุปสงค์การใช้ยารายเดือนจากข้อมูลการใช้ยาจริงในปี 2557-2561 เพื่อพยากรณ์อุปสงค์การใช้ยาแต่ละเดือนในปี 2562 จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบเปรียบเทียบกันระหว่างผลการพยากรณ์กับปริมาณการใช้จริง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้ยาแต่ละรายการเป็นรายเดือนระหว่างปี 2557-2562
2. โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและพยากรณ์อุปสงค์

แหล่งที่มาของข้อมูล

1. ข้อมูลปริมาณการใช้ยาแต่ละรายการเป็นรายเดือนระหว่างปี 2557-2561 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Hospital OS version 3 โรงพยาบาลสามร้อยยอด สำหรับการแบ่งกลุ่มของอุปสงค์ รวมถึงวิเคราะห์ปริมาณการใช้ยาเพื่อใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์
2. ข้อมูลปริมาณการใช้ยาแต่ละรายการเป็นรายเดือนในปี 2562 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Hospital OS version 3 โรงพยาบาลสามร้อยยอด เพื่อวัดความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบเปรียบเทียบกันระหว่างผลการพยากรณ์กับปริมาณการใช้จริง

ขั้นตอนในการวิจัย

1. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ยาจริงเป็นรายเดือนย้อนหลังในปี 2557-2561 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Hospital OS version 3 เพื่อจัดแบ่งกลุ่มของอุปสงค์เป็น 4 รูปแบบ โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation squared, CV^2) ซึ่งมีการคำนวณดังนี้

1.1 การคำนวณค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (ADI)

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i}{N_p}$$

โดยที่ τ_i = จำนวนช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์
 N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด
 N_p = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

1.2 การคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV^2)

$$CV^2 = \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_{ri} - \varepsilon_a)^2}{N_p}}}{\varepsilon_a} \right)^2$$

โดยที่ ε_a = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ (non-zero demand) โดยที่ $\varepsilon_a = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_{ri}}{N_p}$
 ε_{ri} = ปริมาณอุปสงค์ที่เกิดขึ้น
 N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด
 N_p = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

ซึ่งลักษณะของอุปสงค์ทั้ง 4 รูปแบบ มีรายละเอียดดังนี้

- อุปสงค์รูปแบบ smooth ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$)
- อุปสงค์รูปแบบ erratic ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$)
- อุปสงค์รูปแบบ intermittent ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$)
- อุปสงค์รูปแบบ lumpy ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$)

โดยงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy โดยเป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย และจะพบความต้องการสินค้าแค่ในบางช่วงเวลาเท่านั้น

2. ผู้วิจัยนำรายการยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy มาวิเคราะห์อุปสงค์จากข้อมูลการใช้ยาจริงเป็นรายเดือนย้อนหลัง 5 ปี (ปี 2557-2561) โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ (smoothing constant) ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α อยู่ในช่วง 0.05-0.30 ซึ่งมีการปรับค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นทีละ 0.05 และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β อยู่ในช่วง 0.01-0.30 โดยในช่วง 0.01-0.05 จะมีการปรับค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นทีละ

0.01 และหลังจากนั้นจะมีการปรับค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นทีละ 0.05 [26, 54] โดยค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมนี้จะให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ที่ต่ำที่สุดเฉพาะของยาแต่ละรายการและเฉพาะของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ และกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ได้คงที่ตลอดการพยากรณ์ในปี 2562

3. ผู้วิจัยใช้วิธีในการพยากรณ์อุปสงค์ ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB เพื่อพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 โดยมีวิธีในการคำนวณดังนี้

3.1 การคำนวณวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Z_t - F_t)$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t+1
 Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

ในการพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 ใช้ค่าอุปสงค์จริงเฉลี่ย (Z_t) และค่าพยากรณ์เฉลี่ย (F_t) ย้อนหลัง 5 ปี เป็นค่าเริ่มต้นในการพยากรณ์

3.2 การคำนวณวิธี Croston

$$F_{t+1} = \frac{Z'_t}{P'_t}$$

$$\text{If } Z_t = 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1}, \quad P'_t = P'_{t-1}$$

$$\text{If } Z_t > 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}), \\ P'_t = P'_{t-1} + \alpha(P_t - P'_{t-1})$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อช่วงเวลาในเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

Z'_t = ค่าประมาณการของอุปสงค์ในช่วงเวลา t

Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

($Z_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t,

$Z_t = 0$ ถ้าไม่เกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t)

P'_t = ค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t

- P_t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (time interval of non-zero demand) ในช่วงเวลา t
- α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

ในการพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 ใช้ค่าประมาณการของอุปสงค์เฉลี่ย (Z'_t) และค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์เฉลี่ย (P'_t) ย้อนหลัง 5 ปี เป็นค่าเริ่มต้นในการพยากรณ์

3.3 การคำนวณวิธี SBA

$$F_{t+1} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{Z'_t}{P'_t}$$

ซึ่ง

$$\text{If } Z_t = 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1}, \quad P'_t = P'_{t-1}$$

$$\text{If } Z_t > 0; \quad Z'_t = Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}), \\ P'_t = P'_{t-1} + \alpha(P_t - P'_{t-1})$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อช่วงเวลาในเวลา $t+1$ เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

Z'_t = ค่าประมาณการของอุปสงค์ในช่วงเวลา t

Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

($Z_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t ,

$Z_t = 0$ ถ้าไม่เกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t)

P'_t = ค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t

P_t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ที่ไม่เป็นศูนย์ (time interval of non-zero demand) ในช่วงเวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

ในการพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 ใช้ค่าประมาณการของอุปสงค์เฉลี่ย (Z'_t) และค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์เฉลี่ย (P'_t) ย้อนหลัง 5 ปี เป็นค่าเริ่มต้นในการพยากรณ์

3.4 การคำนวณวิธี TSB

$$F_{t+1} = p'_t Z'_t$$

ซึ่ง

$$\text{If } p_t = 0; \quad \begin{aligned} p'_t &= p'_{t-1} + \beta(0 - p'_{t-1}), \\ Z'_t &= Z'_{t-1} \end{aligned}$$

$$\text{If } p_t > 0; \quad \begin{aligned} p'_t &= p'_{t-1} + \beta(1 - p'_{t-1}), \\ Z'_t &= Z'_{t-1} + \alpha(Z_t - Z'_{t-1}) \end{aligned}$$

โดยที่ F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี TSB ในช่วงเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุด
ช่วงเวลา t

p'_t = ค่าประมาณการของความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์เมื่อสิ้นสุด
ช่วงเวลา t

p_t = ตัวชี้วัดการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t
($p_t > 0$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t,
 $p_t = 0$ ในกรณีที่ไม่มีเกิดอุปสงค์)

Z'_t = ค่าประมาณขนาดของอุปสงค์เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

Z_t = ขนาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

α = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \alpha \leq 1$

β = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ โดยมีค่าเท่ากับ $0 \leq \beta \leq 1$

ในการพยากรณ์อุปสงค์ของยารายเดือนในปี 2562 ใช้ค่าประมาณการของอุปสงค์เฉลี่ย (Z'_t) และค่าประมาณการของความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์เฉลี่ย (p'_t) ย้อนหลัง 5 ปี เป็นค่าเริ่มต้นในการพยากรณ์

- ผู้วิจัยประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์โดยการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) รวมถึงวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (PIS) เปรียบเทียบกันระหว่างผลการพยากรณ์กับอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นรายเดือน ในปี 2562 โดยเปรียบเทียบข้อมูลทั้งหมด 12 จุด เพื่อประเมินสมรรถนะเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของยาแต่ละรายการ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยแยกระหว่างยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุป

ส่งรูปแบบ lumpy และคำนวณหาค่าเฉลี่ยในภาพรวมของยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอทั้งหมด
สำหรับวิธีในการคำนวณสมรรถนะของเทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์มีดังนี้

4.1 การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (Z_t - F_t)^2}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

4.2 การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |Z_t - F_t|}{N}$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 N = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

4.3 การคำนวณค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE)

$$MASE = \text{mean } |q_t|$$

$$q_t = \frac{e_t}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |Z_i - Z_{i-1}|}$$

โดยที่ q_t = ค่าความคลาดเคลื่อนสเกล (scaled error)
 e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เวลา t โดย
 $e_t = Z_t - F_t$
 Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t
 F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 t = 1...N ซึ่งเป็นกลุ่มของช่วงเวลาที่พยากรณ์อุปสงค์
 Z_i = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา i
 Z_{i-1} = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา i-1
 t = 1...n ซึ่งเป็นกลุ่มของช่วงเวลาตัวอย่างที่ใช้ในการพยากรณ์

4.4 การคำนวณความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE)

$$CFE_t = \sum_{i=1}^t (Z_t - F_t), \quad t = 1, 2, \dots, T$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t

4.5 การคำนวณร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp)

If $Z_t \neq 0$ and $CFE_t > 0$ then $NOS \leftarrow NOS + 1, t = 1, 2, \dots, T$

$$NOSp = \frac{NOS}{N} \times 100$$

โดยที่ Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

CFE_t = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมในช่วงเวลา t

NOS = จำนวนของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า

$NOSp$ = ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า

N = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

4.6 การคำนวณจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (PIS)

$$PIS_t = PIS_{t-1} + \sum_{i=1}^t (F_t - Z_t) = \sum_{i=1}^t (F_t - Z_t) (t + 1 - i)$$

$$PIS_t = PIS_{t-1} - CFE_t = - \sum_{i=1}^t CFE_i$$

$$PIS_T = - \sum_{t=1}^T CFE_t$$

โดยที่ F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t

Z_t = ค่าจริงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

CFE_t = ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมในช่วงเวลา t

สำหรับการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ ได้แก่ การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) จะพบว่าเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมควรมีค่าดังกล่าวน้อยที่สุด ในขณะที่การวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ได้แก่ การคำนวณความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า

(NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่มียีนค่าคงคลังสินค้า (PIS) จะพบว่าเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมควรมีค่าดังกล่าวใกล้เคียง 0 มากที่สุด

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

สำหรับข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัยนี้ ได้แก่

1. ยาแต่ละรายการในโรงพยาบาลจะมีการใช้เพียงยี่ห้อเดียวเท่านั้น
2. อุปสงค์ของยาขึ้นกับเวลา ทั้งนี้เพื่อตัดอิทธิพลจากปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลกระทบต่ออุปสงค์ เช่น นโยบายการใช้จ่าย เป็นต้น
3. พยากรณ์อุปสงค์ของยาโดยใช้หน่วยย่อยที่สุด เช่น เม็ด ขวด แอมพูล (ampoule) เป็นต้น
4. ยาที่ไม่มีอุปสงค์เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาที่พยากรณ์จะถูกตัดออกจากการวิเคราะห์ เนื่องจากไม่สามารถคำนวณหาค่าสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา ดังนี้

1. สำหรับการจำแนกกลุ่มของอุปสงค์ของยา 4 รูปแบบ ประกอบไปด้วย
 - 1.1. การแจกแจงความถี่ และร้อยละของอุปสงค์ของยาในแต่ละรูปแบบ
 - 1.2. ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy
2. สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ จะใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน พิสัยระหว่างควอไทล์ และค่าฐานนิยมสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy
3. สำหรับการประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ จะใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และพิสัยระหว่างควอไทล์ สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy และยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ
4. การเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ จะใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy และยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy สำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) เก็บข้อมูลการใช้ยาจริงเป็นรายเดือนย้อนหลังในปี 2557-2561 เพื่อวิเคราะห์อุปสงค์ เลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสม และนำข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์การใช้ยาแต่ละเดือนในปี 2562 จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบเปรียบเทียบกันระหว่างผลการพยากรณ์กับปริมาณการใช้จริง สำหรับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การจำแนกกลุ่มของอุปสงค์ของยา 4 รูปแบบ

ตอนที่ 2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมของยาแต่ละรายการสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

ตอนที่ 3 การพยากรณ์อุปสงค์และการประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของยาแต่ละรายการและค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์



ตอนที่ 1 การจำแนกกลุ่มของอุปสงค์ของยา 4 รูปแบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ยาแต่ละรายการเป็นรายเดือนของโรงพยาบาลสามร้อยยอดระหว่างปี 2557-2561 สามารถจำแนกกลุ่มของอุปสงค์ของยาออกเป็น 4 รูปแบบ โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation squared, CV^2) ซึ่งมีจุดตัด (cut points) เท่ากับ 1.32 และ 0.49 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงความถี่และร้อยละของอุปสงค์ของยาในแต่ละรูปแบบ

รูปแบบของอุปสงค์	จำนวนยา (รายการ)	ร้อยละ
Smooth ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$)	246	70.69
Erratic ($ADI \leq 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$)	59	16.95
Intermittent ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 \leq 0.49$)	20	5.75
Lumpy ($ADI > 1.32$ และ $CV^2 > 0.49$)	23	6.61
รวม	348	100.00

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าจากรายการยาในโรงพยาบาลสามร้อยยอดจำนวนทั้งสิ้น 348 รายการ สามารถจำแนกออกเป็นยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ smooth ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ จำนวน 246 รายการ (ร้อยละ 70.69) ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ erratic ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าบ่อย แต่มีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนสูง จำนวน 59 รายการ (ร้อยละ 16.95) ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการไม่บ่อย หลายช่วงเวลาไม่มีความต้องการ และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนต่ำ จำนวน 20 รายการ (ร้อยละ 5.75) และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย หลายช่วงเวลาไม่มีความต้องการ และมีปริมาณความต้องการที่มีความแปรปรวนสูง จำนวน 23 รายการ (ร้อยละ 6.61)

โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ดังแสดงค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (ADI)

และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV^2) ของยาแต่ละชนิดที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy ในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลรายการยา ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันของยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ การแปรผัน (CV^2)
10% Magnesium sulphate injection	1.76	0.21
Activated charcoal powder	1.82	0.28
Albendazole syrup	2.73	0.37
Artesunate injection	10.00	0.32
Benzathine Penicillin G injection	2.00	0.40
Bupivacaine injection	1.88	0.32
Dex-oph ear drop	2.61	0.24
Digoxin injection	2.07	0.40
Diltiazem injection	3.00	0.20
Fluticasone nasal spray	2.86	0.20
Ketamine injection	3.33	0.18
Ketoconazole tablet	1.94	0.33
Mefloquine tablet	10.00	0.13
Misoprostol tablet	2.86	0.40
Primaquine tablet	5.45	0.47
Propofol injection	3.75	0.34
Streptomycin injection	1.54	0.48
Whitfield's ointment	5.00	0.11

รายการยา	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ การแปรผัน (CV ²)
เซรุ่มงูเขียวหางไหม้	4.29	0.31
เซรุ่มงูโลहितรวม	8.57	0.14

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลรายการยา ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันของยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ การแปรผัน (CV ²)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	4.00	0.52
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	1.40	0.56
50% Magnesium sulphate injection	1.36	0.50
Acetate Ringer Injection	1.43	1.05
Acetylcysteine injection	2.07	0.88
Alcohol 450 ml solution	2.14	0.53
Azathioprine tablet	3.00	0.92
Baclofen tablet	2.73	0.64
Benzylbenzoate suspension	1.58	1.71
Cefotaxime sodium injection	1.54	1.02
Enoxaparin injection	1.76	0.75
Human albumin injection	5.00	1.13
Hydralazine injection	1.62	0.53
Mannitol 250 ml injection	2.73	0.69
Meropenem 500 mg injection	5.00	1.25
Penicillin V 125 mg tablet	1.88	1.10

รายการยา	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ การแปรผัน (CV ²)
Polygeline injection	1.94	12.02
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	1.54	0.87
Terbutaline tablet	2.50	0.68
Tiotropium capsule	4.29	1.77
Vaseline	1.82	1.00
Vitamin C injection	6.67	0.54
เซรุ่มงูกะปะ	1.58	0.53

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการกระจายของค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

ค่าการ กระจาย	ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent (n = 20)		ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy (n = 23)	
	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของ สัมประสิทธิ์การ แปรผัน (CV ²)	ค่าคาบเวลาเฉลี่ย ระหว่างอุปสงค์ (ADI)	ค่ากำลังสองของ สัมประสิทธิ์การ แปรผัน (CV ²)
ค่าเฉลี่ย	3.87	0.29	2.59	1.36
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	2.60	0.11	1.41	2.30
ค่าสูงสุด	10.00	0.48	6.67	12.02
ค่าต่ำสุด	1.54	0.11	1.36	0.50

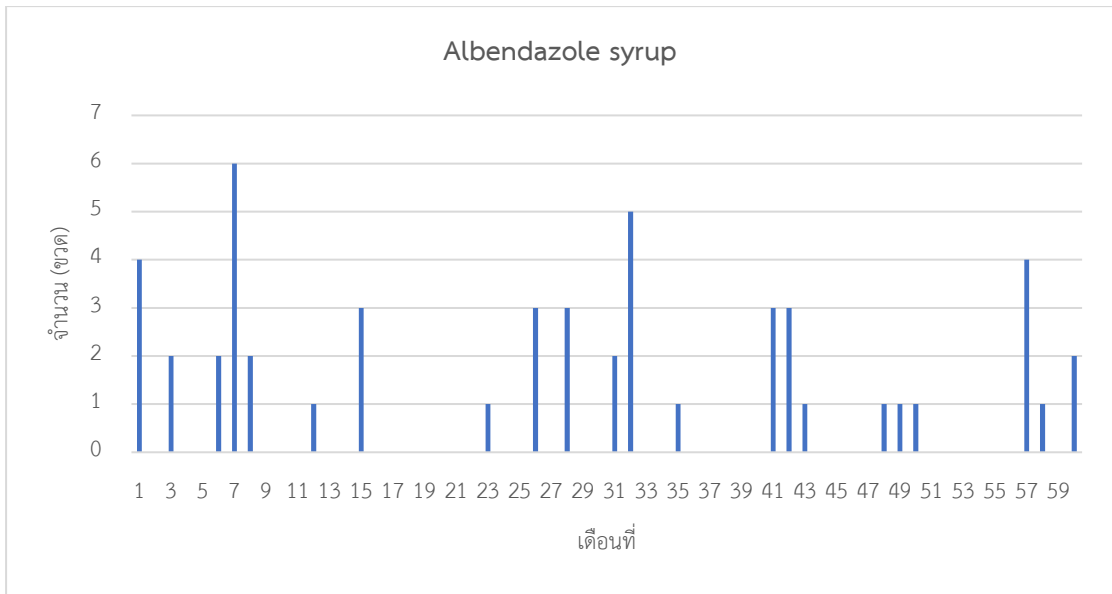
เมื่อพิจารณาเฉพาะยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy แบ่งแยกตามค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (average inter-demand interval, ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation squared, CV²) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 จะเห็นว่ายาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอทั้งสองรูปแบบนั้นมีค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ที่มากกว่า 1.32 เดือน ซึ่งยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87 ± 2.60 เดือน ส่วนยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.59 ± 1.41

เดือน โดยยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จะมีค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันต่ำกว่า 0.49 ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.29 ± 0.11 ในขณะที่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy จะมีค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผันมากกว่า 0.49 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.36 ± 2.30

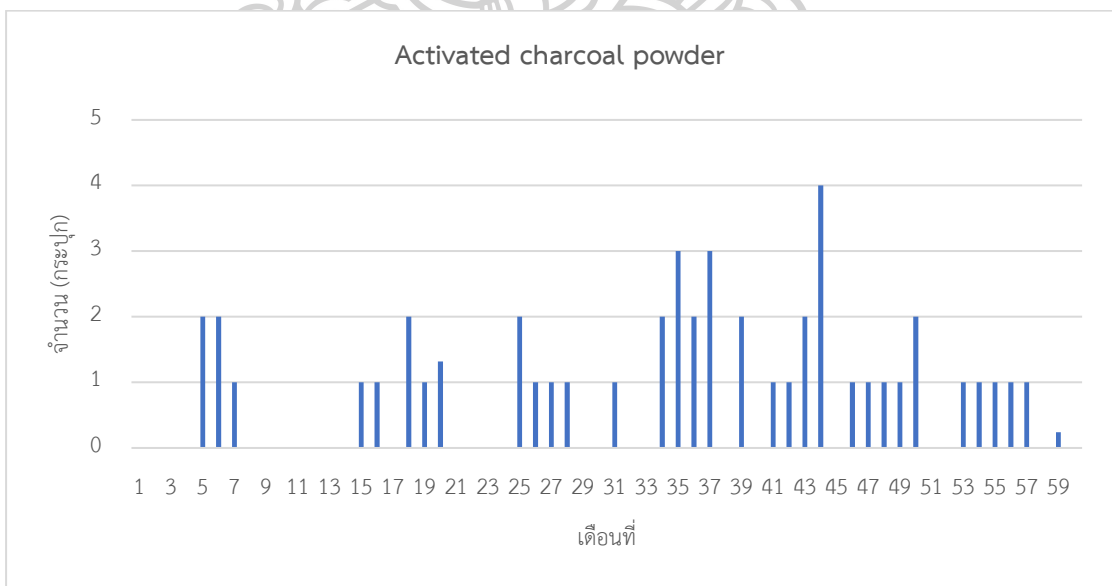
สำหรับรายการยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 20 รายการ ได้แก่ 10% Magnesium sulphate injection, Activated charcoal powder, Albendazole syrup, Artesunate injection, Benzathine Penicillin G injection, Bupivacaine injection, Dex-oph ear drop, Digoxin injection, Diltiazem injection, Fluticasone nasal spray, Ketamine injection, Ketoconazole tablet, Mefloquine tablet, Misoprostol tablet, Primaquine tablet, Propofol injection, Streptomycin injection, Whitfield's ointment, เซอร์มุงเขียวหางไหม้ และเซอร์มุงโลहितรวม

สำหรับรายการยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy จำนวน 23 รายการ ได้แก่ 0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection, 5% Dextrose in $\frac{1}{5}$ Normal Saline injection, 50% Magnesium sulphate injection, Acetate Ringer Injection, Acetylcysteine injection, Alcohol 450 ml solution, Azathioprine tablet, Baclofen tablet, Benzylbenzoate suspension, Cefotaxime sodium injection, Enoxaparin injection, Human albumin injection, Hydralazine injection., Mannitol 250 ml injection, Meropenem 500 mg injection, Penicillin V 125 mg tablet, Polygeline injection, Sterile Water for Injection 1000 ml injection, Terbutaline tablet, Tiotropium capsule, Vaseline, Vitamin C injection และเซอร์มุงกะปะ

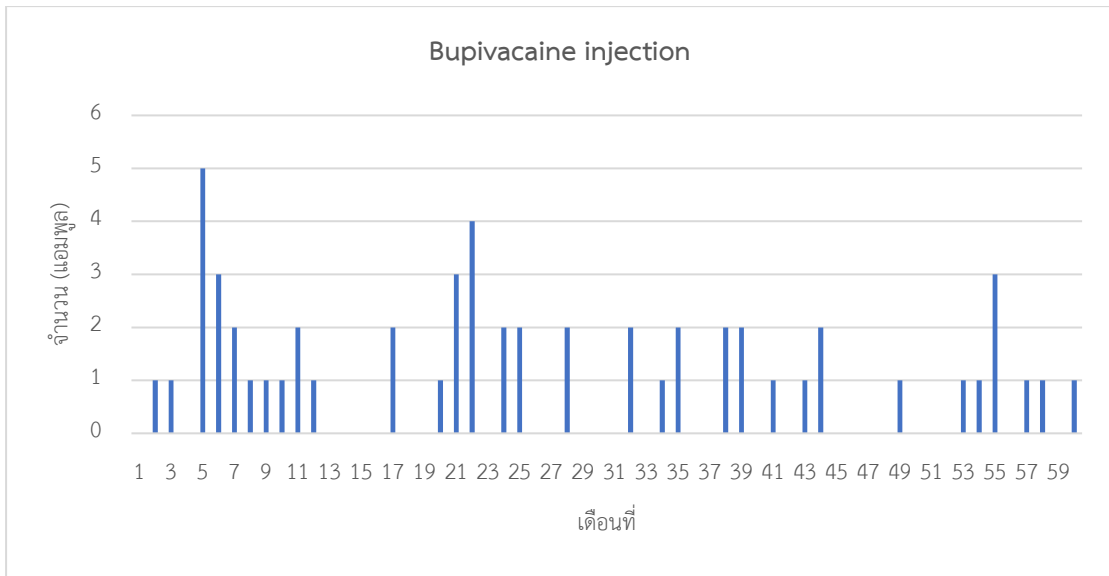
สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent สามารถแสดงตัวอย่างความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์ โดยยกตัวอย่างยา Albendazole syrup, Activated charcoal powder และ Bupivacaine injection ดังรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Albendazole syrup ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

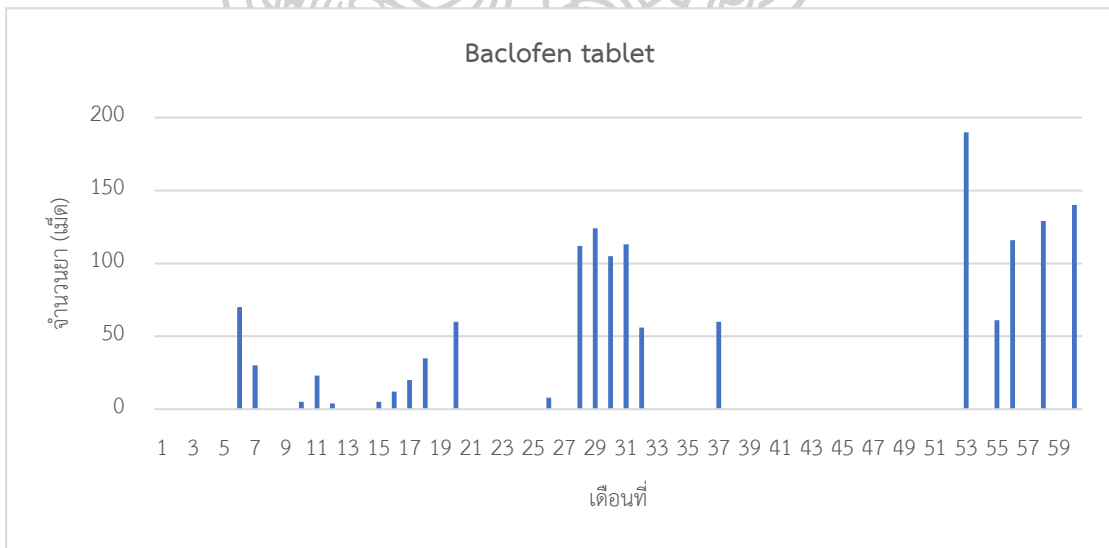


รูปที่ 4.2 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Activated charcoal powder ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

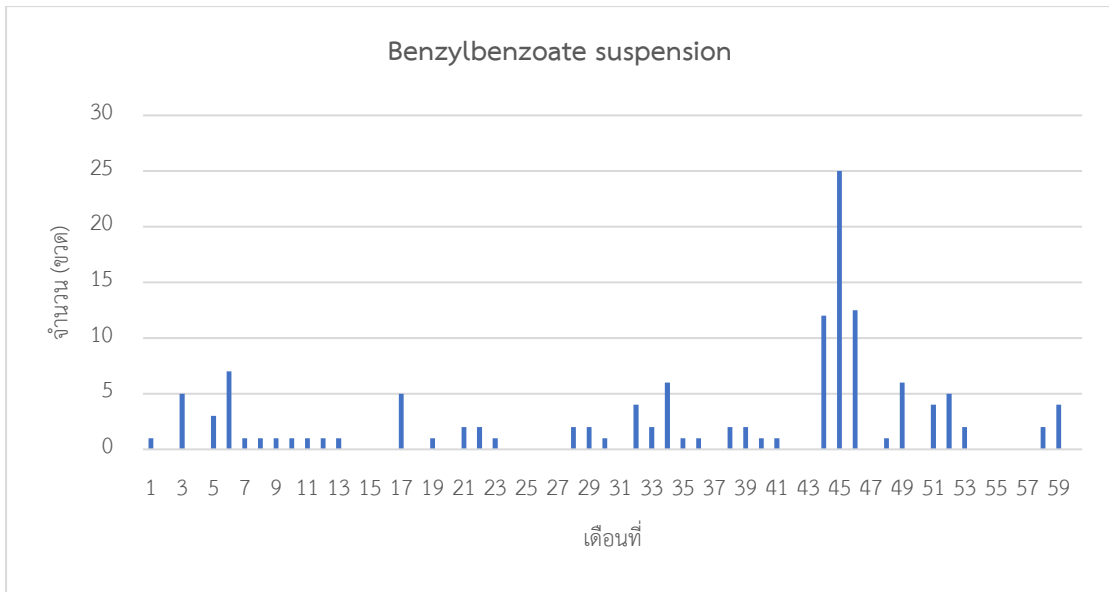


รูปที่ 4.3 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Bupivacaine injection ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

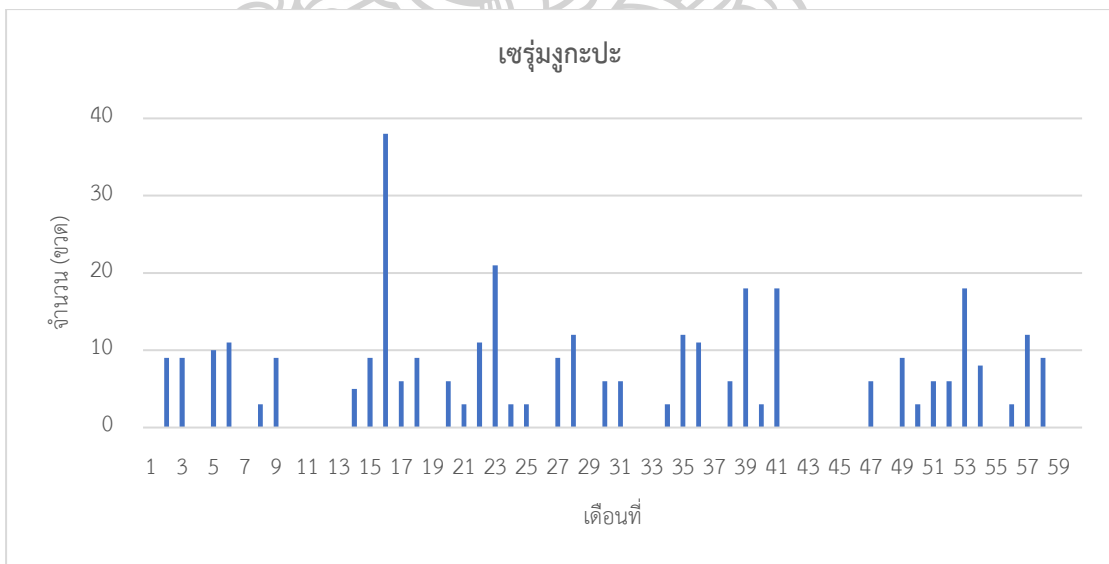
สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy สามารถแสดงตัวอย่างความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์ โดยยกตัวอย่างยา Baclofen tablet, Benzylbenzoate suspension และเซรุ่มมูงกะปะ ดังรูปที่ 4.4 รูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Baclofen tablet ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy



รูปที่ 4.5 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy



รูปที่ 4.6 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับเซรุ่มงูกะปะ ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

เนื่องจากในปี 2562 พบว่าไม่มีการใช้เซรุ่มงูเขียวหางไหม้ ซึ่งเป็นยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยา Tiotropium capsule ซึ่งเป็นยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ตลอดทั้งปี ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาค่าสมรรถนะของเทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์ได้ ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ตอนถัดไปจึงไม่รวมยาทั้งสองรายการมาใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมและการพยากรณ์อุปสงค์ในปี 2562 ทำให้มียาที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในปี 2562 ทั้งสิ้นจำนวน 41 รายการ โดยแบ่งออกเป็นยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 19 รายการ และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy จำนวน 22 รายการ



ตอนที่ 2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมของยาแต่ละรายการสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในการศึกษานี้ ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (SES) วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB ซึ่งจากข้อมูลการใช้ยาแต่ละรายการเป็นรายเดือนของโรงพยาบาลสามร้อยยอระหว่างปี 2557-2561 สามารถนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์โดยเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมจากความต้องการในการพยากรณ์ที่ดีที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้มีการวัดความต้องการในการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) โดยในการศึกษานี้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมของแต่ละวิธีจากค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ต่ำสุด เนื่องจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ต่ำกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) หรือค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ต่ำสุด โดยสามารถแสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ตามลำดับ ดังนี้



ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์				
	SES	Croston	SBA	TSB	
	α	α	α	α	β
10% Magnesium sulphate injection	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Activated charcoal powder	0.15	0.10	0.15	0.30	0.10
Albendazole syrup	0.25	0.30	0.30	0.30	0.25
Artesunate injection	0.05	0.05	0.30	0.30	0.05
Benzathine Penicillin G injection	0.20	0.30	0.30	0.25	0.20
Bupivacaine injection	0.15	0.20	0.25	0.30	0.15
Dex-oph ear drop	0.15	0.20	0.25	0.05	0.15
Digoxin injection	0.30	0.05	0.05	0.20	0.30
Diltiazem injection	0.10	0.05	0.05	0.15	0.30
Fluticasone nasal spray	0.10	0.30	0.30	0.30	0.10
Ketamine injection	0.10	0.05	0.25	0.30	0.10
Ketoconazole tablet	0.05	0.30	0.30	0.25	0.05
Mefloquine tablet	0.05	0.05	0.20	0.25	0.05
Misoprostol tablet	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Primaquine tablet	0.10	0.25	0.30	0.30	0.05
Propofol injection	0.05	0.10	0.10	0.05	0.05
Streptomycin injection	0.10	0.30	0.30	0.25	0.15
Whitfield's ointment	0.30	0.30	0.30	0.05	0.30
เซรุ่มงูโลहितรวม	0.10	0.30	0.30	0.30	0.15

รายการยา	วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์				
	SES	Croston	SBA	TSB	
	α	α	α	α	β
ค่าเฉลี่ย \pm	0.14 \pm	0.19 \pm	0.23 \pm	0.22 \pm	0.15 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.09	0.11	0.10	0.10	0.09
ค่ามัธยฐาน	0.10	0.20	0.30	0.25	0.15
(ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์)	(0.15)	(0.25)	(0.15)	(0.15)	(0.20)
ค่าฐานนิยม	0.10	0.30	0.30	0.30	0.05

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งจากการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ในช่วง 0.05-0.30 และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ในช่วง 0.01-0.30 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ของวิธี TSB มีค่าค่อนข้างต่ำ (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าน้อยกว่า 0.20) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB มีค่าค่อนข้างสูง (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) และจะพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบแต่ละตัวมีความใกล้เคียงกับค่ามัธยฐาน



ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์				
	SES	Croston	SBA	TSB	
	α	α	α	α	β
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	0.05	0.05	0.05	0.30	0.05
5% Dextrose in $\frac{1}{5}$ Normal Saline injection	0.05	0.10	0.10	0.05	0.01
50% Magnesium sulphate injection	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
Acetate Ringer Injection	0.30	0.30	0.30	0.30	0.15
Acetylcysteine injection	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Alcohol 450 ml solution	0.15	0.25	0.30	0.30	0.10
Azathioprine tablet	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
Baclofen tablet	0.25	0.05	0.05	0.30	0.30
Benzylbenzoate suspension	0.20	0.05	0.05	0.30	0.10
Cefotaxime sodium injection	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Enoxaparin injection	0.15	0.25	0.30	0.15	0.30
Human albumin injection	0.05	0.05	0.05	0.15	0.30
Hydralazine injection	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Mannitol 250 ml injection	0.05	0.05	0.05	0.20	0.10
Meropenem 500 mg injection	0.05	0.30	0.30	0.30	0.05
Penicillin V 125 mg tablet	0.20	0.30	0.30	0.30	0.20
Polygeline injection	0.25	0.30	0.30	0.30	0.15
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Terbutaline tablet	0.10	0.05	0.05	0.10	0.30

รายการยา	วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์				
	SES	Croston	SBA	TSB	
	α	α	α	α	β
Vaseline	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitamin C injection	0.05	0.05	0.30	0.30	0.04
เซรุ่มงูกะปะ	0.10	0.05	0.05	0.05	0.30
ค่าเฉลี่ย \pm	0.15 \pm	0.16 \pm	0.18 \pm	0.22 \pm	0.17 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.10	0.12	0.12	0.10	0.11
ค่ามัธยฐาน	0.13	0.10	0.20	0.30	0.15
(ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์)	(0.21)	(0.25)	(0.25)	(0.20)	(0.25)
ค่าฐานนิยม	0.05	0.05	0.30	0.30	0.30

จากตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งจากการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ในช่วง 0.05-0.30 และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ในช่วง 0.01-0.30 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธี Croston และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ของวิธี TSB มีค่าค่อนข้างต่ำ (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าน้อยกว่า 0.20) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธี SBA และวิธี TSB มีค่าค่อนข้างสูง (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) และจะพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบแต่ละตัวมีความใกล้เคียงกับค่ามัธยฐานเช่นกัน

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่ายาบางรายการจะมีค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำ เช่น 10% Magnesium sulphate injection, 5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection, 50% Magnesium sulphate injection, Acetylcysteine injection, Azathioprine tablet เป็นต้น ซึ่งหมายความว่ายาเหล่านี้มีความผันแปรของอุปสงค์ (variability of demand) ที่ต่ำ ในขณะที่ยาที่มีค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูง เช่น Albendazole syrup, Acetate Ringer Injection, Hydralazine injection, Sterile Water for Injection 1000 ml injection เป็นต้น เป็นยาที่มีความผันแปรของอุปสงค์สูงและมีอุปสงค์ที่ไม่คงที่ (non-stationary)

ตอนที่ 3 การพยากรณ์อุปสงค์และการประเมินสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของยาแต่ละรายการและค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละชนิดซึ่งใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ในแต่ละวิธี รวมถึงค่าเริ่มต้นซึ่งใช้ในการพยากรณ์แล้วโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลจะใช้ค่าอุปสงค์จริงเฉลี่ย (Z_t) และค่าพยากรณ์เฉลี่ย (F_t) วิธี Croston และวิธี SBA จะใช้ค่าประมาณการของอุปสงค์เฉลี่ย (Z'_t) และค่าประมาณการระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์เฉลี่ย (P'_t) และวิธี TSB จะใช้ค่าประมาณการของอุปสงค์เฉลี่ย (Z'_t) และค่าประมาณการของความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์เฉลี่ย (p'_t) ดังนั้นสามารถคำนวณหาความถูกต้องในการพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ซึ่งได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSP) และจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (PIS) ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอในปี 2562 เพื่อเปรียบเทียบค่าที่พยากรณ์ได้กับอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริง โดยสามารถแสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ตารางที่ 4.8 ตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 ตามลำดับ ดังนี้



ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเทียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.51	3.02	0.61	9.76	100.00	-0.44
Activated charcoal powder	0.88	0.66	1.21	0.93	100.00	-19.36
Albendazole syrup	0.90	0.88	1.61	-1.50	100.00	11.93
Artesunate injection	36.24	3.29	0.77	7.17	100.00	-57.52
Benzathine Penicillin G injection	36.08	4.82	0.83	20.31	54.55	-205.11
Bupivacaine injection	0.97	0.83	0.91	0.38	100.00	13.31
Dex-oph ear drop	4.32	1.28	0.70	4.30	100.00	-10.70
Digoxin injection	0.25	0.43	2.37	-2.82	100.00	22.78
Diltiazem injection	0.36	0.49	1.34	-2.69	100.00	12.40
Fluticasone nasal spray	25.72	3.34	1.41	37.35	100.00	-106.62
Ketamine injection	0.09	0.28	3.09	-2.69	100.00	12.40
Ketoconazole tablet	401.29	15.02	1.15	-56.53	20.00	-45.25
Mefloquine tablet	2.06	1.01	1.11	-3.30	100.00	14.58
Misoprostol tablet	372.58	16.74	0.90	83.18	58.33	-944.10
Primaquine tablet	199.91	9.48	0.53	52.62	80.00	-238.20
Propofol injection	0.30	0.54	2.99	-4.44	100.00	35.18
Streptomycin injection	98.48	9.19	2.11	-100.58	16.67	718.73
Whitfield's ointment	0.22	0.39	1.07	-0.14	100.00	-0.96
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.51	3.02	0.61	9.76	100.00	-0.44

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 19)	63.51 \pm 120.67	3.86 \pm 4.92	1.34 \pm 0.75	2.39 \pm 36.23	85.77 \pm 26.85	-44.61 \pm 280.26
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 19)	4.32 (35.88)	1.28 (4.28)	1.11 (0.84)	0.38 (12.58)	100.00 (20.00)	-0.96 (73.91)

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.51 ± 120.67 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.32 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 35.88 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 ± 4.92 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.28 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 4.28 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 ± 0.75 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.11 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.84)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 ± 36.23 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.38 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 12.58 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85.77 ± 26.85 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 100.00 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 20) และจำนวนช่วงเวลาที่ไม่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -44.61 ± 280.26 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -0.96 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 73.91 หน่วย)

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.26	3.02	0.61	8.89	100.00	10.34
Activated charcoal powder	0.83	0.65	1.18	-0.15	66.67	-13.30
Albendazole syrup	1.04	0.96	1.77	-4.01	75.00	33.61
Artesunate injection	35.20	4.12	0.96	-8.96	100.00	49.18
Benzathine Penicillin G injection	39.93	5.08	0.87	23.39	72.73	-242.65
Bupivacaine injection	1.00	0.80	0.88	-1.29	100.00	25.98
Dex-oph ear drop	4.26	1.39	0.76	2.14	100.00	12.25
Digoxin injection	0.83	0.84	4.65	-10.03	50.00	63.74
Diltiazem injection	0.49	0.66	1.81	-5.00	100.00	23.09
Fluticasone nasal spray	18.31	2.86	1.21	30.82	100.00	-89.45
Ketamine injection	0.25	0.49	5.34	-5.83	0.00	37.82
Ketoconazole tablet	393.68	13.95	1.07	-31.43	40.00	-36.16
Mefloquine tablet	2.75	1.54	1.69	-11.21	100.00	66.63
Misoprostol tablet	460.31	18.50	0.99	130.90	75.00	-1325.12
Primaquine tablet	195.69	9.41	0.53	51.03	80.00	-196.84
Propofol injection	0.38	0.61	3.34	-5.74	100.00	43.69
Streptomycin injection	109.94	8.80	2.02	-94.11	16.67	771.17
Whitfield's ointment	0.20	0.41	1.12	-0.48	100.00	4.72
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.26	3.02	0.61	8.89	100.00	10.34

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 19)	67.96 \pm 132.42	4.00 \pm 4.98	1.66 \pm 1.31	3.69 \pm 40.60	77.69 \pm 29.99	-42.73 \pm 358.54
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 19)	4.26 (39.10)	1.54 (4.42)	1.12 (0.94)	-1.29 (17.84)	100.00 (33.33)	12.25 (94.21)

จากตารางที่ 4.8 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.96 ± 132.42 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.26 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 39.10 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ± 4.98 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.54 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 4.42 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 ± 1.31 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.12 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.94)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 ± 40.60 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -1.29 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 17.84 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.69 ± 29.99 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 100.00 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 33.33) และจำนวนช่วงเวลาที่มียอดสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -42.73 ± 358.54 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 12.25 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 94.21 หน่วย)

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.39	3.05	0.62	9.94	100.00	3.61
Activated charcoal powder	0.89	0.69	1.26	1.43	88.89	-23.62
Albendazole syrup	0.94	0.91	1.66	-2.36	100.00	22.87
Artesunate injection	35.07	3.80	0.89	-3.11	100.00	7.83
Benzathine Penicillin G injection	41.92	5.23	0.90	33.83	72.73	-301.20
Bupivacaine injection	0.99	0.80	0.88	0.15	100.00	15.98
Dex-oph ear drop	4.30	1.35	0.74	3.44	100.00	3.38
Digoxin injection	0.79	0.82	4.53	-9.73	50.00	61.72
Diltiazem injection	0.48	0.65	1.78	-4.82	100.00	21.96
Fluticasone nasal spray	20.85	3.05	1.29	33.70	100.00	-100.18
Ketamine injection	0.15	0.36	3.98	-4.35	100.00	29.30
Ketoconazole tablet	380.07	12.87	0.98	1.04	40.00	-282.29
Mefloquine tablet	2.47	1.40	1.54	-9.27	100.00	54.32
Misoprostol tablet	509.73	19.37	1.04	172.77	75.00	-1536.60
Primaquine tablet	201.03	9.20	0.52	58.41	80.00	-245.70
Propofol injection	0.35	0.59	3.22	-5.35	100.00	41.06
Streptomycin injection	79.11	7.38	1.69	-74.00	16.67	610.50
Whitfield's ointment	0.20	0.38	1.05	0.04	100.00	1.46
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.39	3.05	0.62	9.94	100.00	3.61

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 19)	68.71 \pm 138.64	3.88 \pm 4.95	1.54 \pm 1.10	10.79 \pm 45.42	85.44 \pm 23.95	-88.26 \pm 386.73
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 19)	4.30 (41.13)	1.40 (4.54)	1.05 (0.81)	0.15 (14.77)	100.00 (25.00)	3.61 (129.48)

จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.71 ± 138.64 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.30 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 41.13 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ± 4.95 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.40 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 4.54 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.54 ± 1.10 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.05 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.81)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.79 ± 45.42 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.15 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 14.77 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85.44 ± 23.95 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 100.00 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 25.00) และจำนวนช่วงเวลาที่มียอดสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -88.26 ± 386.73 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.61 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 129.48 หน่วย)

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.73	3.10	0.63	11.34	100.00	-8.11
Activated charcoal powder	0.93	0.71	1.31	2.42	100.00	-29.84
Albendazole syrup	0.88	0.89	1.62	-2.44	100.00	17.27
Artesunate injection	36.60	3.02	0.71	11.78	100.00	-87.72
Benzathine Penicillin G injection	39.30	4.93	0.85	27.68	72.73	-271.95
Bupivacaine injection	0.96	0.82	0.90	0.63	100.00	10.19
Dex-oph ear drop	4.41	1.25	0.69	7.53	100.00	-21.76
Digoxin injection	0.26	0.45	2.49	-3.27	100.00	23.93
Diltiazem injection	0.32	0.33	0.92	-0.54	100.00	0.53
Fluticasone nasal spray	21.51	3.11	1.31	34.63	100.00	-104.40
Ketamine injection	0.07	0.25	2.79	-2.60	100.00	18.50
Ketoconazole tablet	348.78	13.25	1.01	-43.07	40.00	56.40
Mefloquine tablet	2.02	0.86	0.95	-1.18	100.00	-0.72
Misoprostol tablet	446.52	18.06	0.97	119.75	75.00	-1258.92
Primaquine tablet	207.50	9.02	0.51	66.46	80.00	-296.95
Propofol injection	0.30	0.55	3.00	-4.48	100.00	35.17
Streptomycin injection	64.80	7.17	1.64	-71.32	16.67	537.07
Whitfield's ointment	0.23	0.39	1.06	-0.12	100.00	-1.55
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.73	3.10	0.63	11.34	100.00	-8.11

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 19)	63.26 \pm 124.84	3.68 \pm 4.80	1.27 \pm 0.72	8.37 \pm 37.52	88.65 \pm 22.79	-76.77 \pm 320.77
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 19)	4.41 (38.98)	1.25 (4.39)	0.97 (0.91)	0.63 (14.38)	100.00 (20.00)	-1.55 (106.22)

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

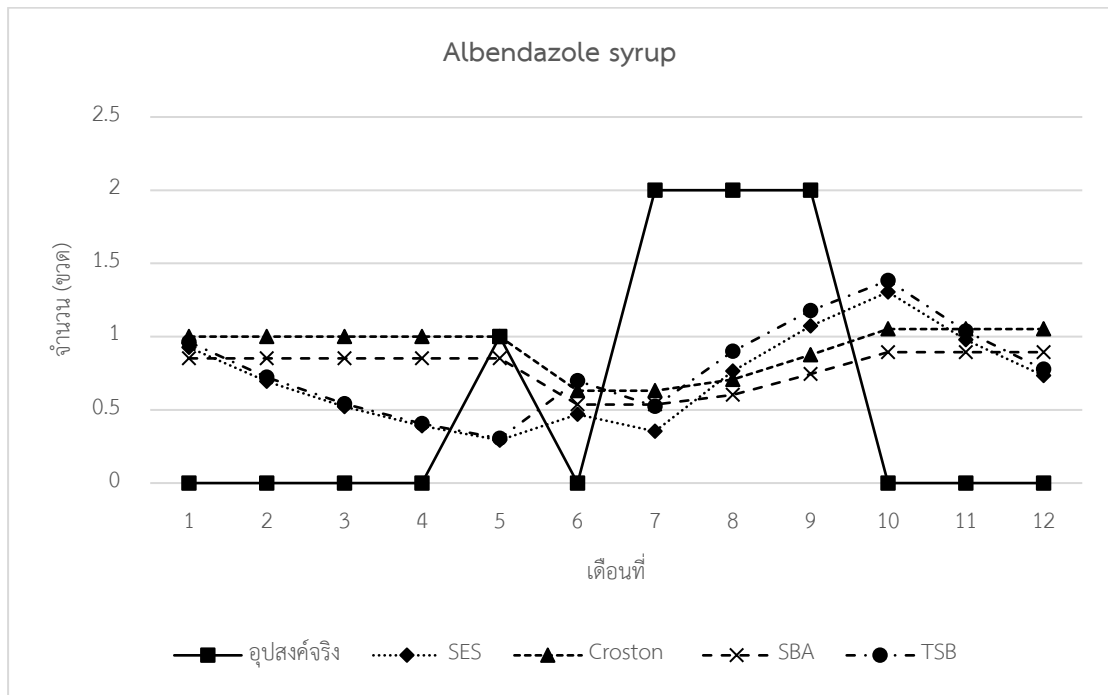
- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.26 ± 124.84 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.41 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 38.98 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 ± 4.80 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.25 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 4.39 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 ± 0.72 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.97 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.91)

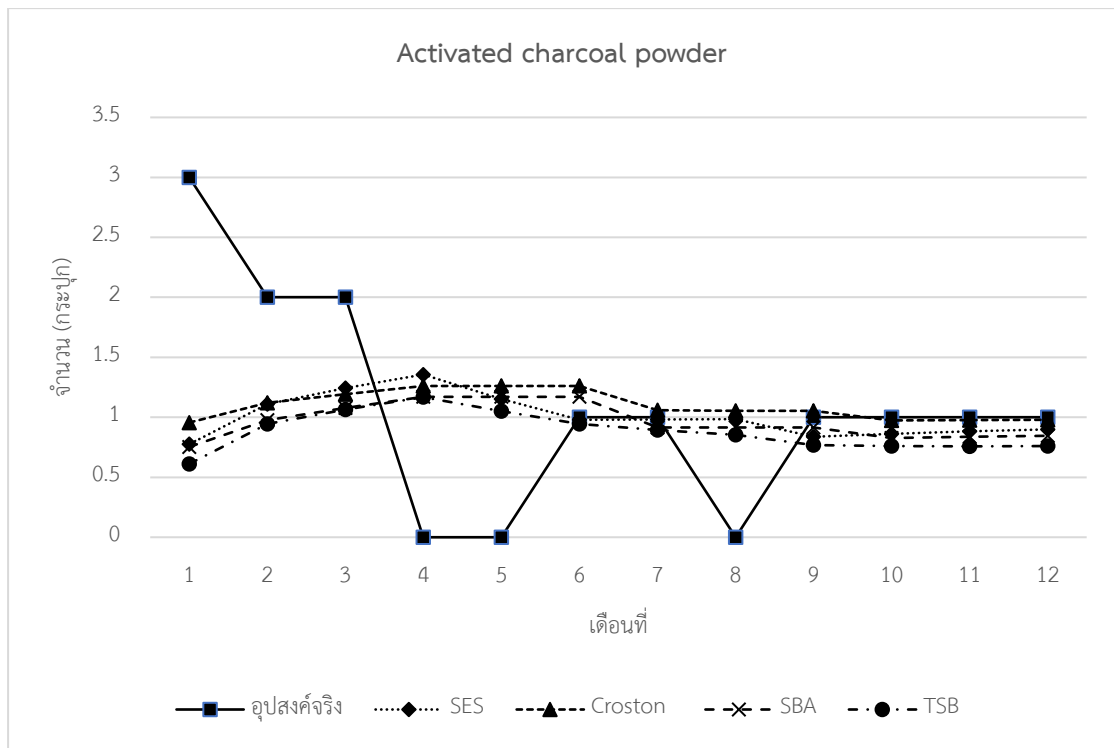
- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.37 ± 37.52 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.63 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 14.38 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.65 ± 22.79 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 100.00 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 20.00) และจำนวนช่วงเวลาที่มียอดสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -76.77 ± 320.77 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -1.55 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 106.22 หน่วย)

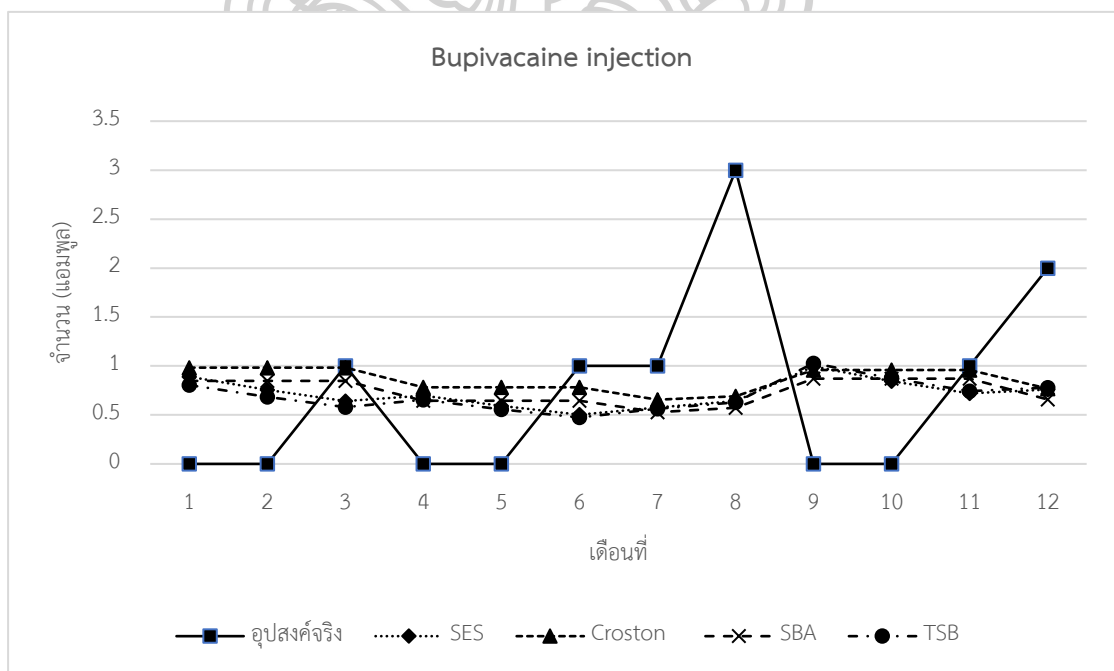
สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent สามารถแสดงรูปภาพเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยยกตัวอย่างยา Albendazole syrup, Activated charcoal powder และ Bupivacaine injection ดังรูปที่ 4.7 รูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Albendazole syrup ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent



รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Activated charcoal powder ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Bupivacaine injection ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

สำหรับค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.11 ตารางที่ 4.12 ตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	64.38	5.20	0.62	54.49	88.89	-255.38
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	22.85	3.53	0.81	26.66	88.89	-137.42
50% Magnesium sulphate injection	704.84	20.02	0.79	54.33	50.00	250.48
Acetate Ringer Injection	164.52	9.41	1.28	100.15	91.67	-506.14
Acetylcysteine injection	657.64	20.84	0.93	-30.85	75.00	-91.47
Alcohol 450 ml solution	2.23	1.06	0.78	-0.98	80.00	-1.94
Azathioprine tablet	1690.12	27.82	0.62	199.80	75.00	-1910.81
Baclofen tablet	5755.62	62.56	0.62	167.61	55.56	-1425.56
Benzylbenzoate suspension	26.80	3.86	0.94	-3.28	50.00	-66.00
Cefotaxime sodium injection	991.69	26.07	0.88	67.48	50.00	-1106.32
Enoxaparin injection	64.61	5.50	0.81	28.28	58.33	-332.84
Human albumin injection	4.33	1.50	0.83	10.38	100.00	-72.14
Hydralazine injection	11.34	2.76	0.80	5.42	50.00	-73.19
Mannitol 250 ml injection	3.87	1.34	0.92	14.31	90.91	-106.22

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
Meropenem 500 mg injection	165.16	9.01	0.52	59.90	66.67	-432.98
Penicillin V 125 mg tablet	3647.33	56.65	0.92	-343.98	50.00	2583.67
Polygeline injection	0.70	0.72	0.72	-1.81	85.71	14.26
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	809.95	21.09	1.00	194.88	83.33	-1285.34
Terbutaline tablet	203.72	11.63	0.89	22.31	45.45	-26.49
Vaseline	922.07	23.65	1.16	77.55	58.33	-1479.63
Vitamin C injection	43.81	3.69	0.77	37.96	70.00	-281.60
เซรุ่มงูกะปะ	79.08	6.65	0.72	-5.25	60.00	-22.77
ค่าเฉลี่ย \pm	728.94 \pm	14.75 \pm	0.83 \pm	33.42 \pm	69.26 \pm	-307.54 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 22)	1367.31	16.64	0.17	103.27	16.89	857.05
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 22)	121.80 (818.01)	7.83 (18.39)	0.81 (0.20)	27.47 (71.19)	68.33 (36.51)	-121.82 (630.63)

จากตารางที่ 4.11 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 728.94 \pm 1367.31 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 121.80 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 818.01 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.75 \pm 16.64 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.83 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 18.39 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 \pm 0.17 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.81 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.20)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.42 ± 103.27 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 27.47 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 71.19 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 69.26 ± 16.89 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 68.33 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 36.51) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -307.54 ± 857.05 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -121.82 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 630.63 หน่วย)



ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	63.77	5.13	0.61	53.59	100.00	-243.58
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	21.80	3.44	0.79	23.48	88.89	-122.60
50% Magnesium sulphate injection	707.66	19.82	0.78	57.59	50.00	241.01
Acetate Ringer Injection	170.84	9.75	1.32	105.21	91.67	-539.89
Acetylcysteine injection	656.80	21.63	0.96	-58.39	75.00	23.89
Alcohol 450 ml solution	2.14	1.09	0.80	-2.40	60.00	2.67
Azathioprine tablet	1714.54	27.65	0.62	228.83	87.50	-2061.68
Baclofen tablet	5813.31	54.32	0.54	391.56	77.78	-2208.18
Benzylbenzoate suspension	26.31	3.25	0.80	8.50	83.33	-175.96
Cefotaxime sodium injection	1065.57	26.62	0.90	104.72	50.00	-1396.96
Enoxaparin injection	69.21	5.77	0.85	28.49	58.33	-341.46
Human albumin injection	4.21	1.51	0.83	9.93	100.00	-67.70
Hydralazine injection	11.69	2.84	0.82	8.05	50.00	-96.51
Mannitol 250 ml injection	3.61	1.26	0.86	13.04	90.91	-96.77
Meropenem 500 mg injection	157.73	10.01	0.58	33.90	66.67	-293.64
Penicillin V 125 mg tablet	4161.90	59.13	0.96	-458.08	50.00	3457.00
Polygeline injection	0.67	0.66	0.66	-3.71	57.14	26.32

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	890.87	23.60	1.12	227.39	91.67	-1543.86
Terbutaline tablet	218.05	13.72	1.06	-37.57	36.36	448.61
Vaseline	1082.44	26.33	1.29	129.00	58.33	-1910.61
Vitamin C injection	42.45	3.68	0.76	36.24	60.00	-263.86
เซรุ่มงูกะปะ	75.39	6.69	0.72	-15.27	60.00	54.03
ค่าเฉลี่ย \pm	770.95 \pm	14.90 \pm	0.85 \pm	40.19 \pm	70.16 \pm	-323.17 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 22)	1432.29	16.07	0.21	148.61	18.56	1122.52
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 22)	116.56 (915.28)	8.22 (21.14)	0.81 (0.25)	25.99 (107.57)	63.33 (34.04)	-149.28 (778.65)

จากตารางที่ 4.12 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 770.95 \pm 1432.29 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 116.56 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 915.28 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.90 \pm 16.07 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.22 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 21.14 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 \pm 0.21 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.81 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.25)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.19 ± 148.61 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 25.99 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 107.57 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 70.16 ± 18.56 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 63.33 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 34.04) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -323.17 ± 1122.52 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -149.28 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 778.65 หน่วย)



ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	64.12	5.15	0.61	54.01	100.00	-245.61
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	22.25	3.48	0.80	24.91	88.89	-130.72
50% Magnesium sulphate injection	712.32	19.73	0.78	63.43	50.00	203.83
Acetate Ringer Injection	216.58	11.37	1.54	129.18	91.67	-642.50
Acetylcysteine injection	647.05	21.15	0.94	-46.97	75.00	-52.10
Alcohol 450 ml solution	2.09	1.01	0.74	-0.64	60.00	-8.22
Azathioprine tablet	1723.47	27.69	0.62	232.31	87.50	-2082.54
Baclofen tablet	5858.51	54.47	0.54	400.35	77.78	-2258.23
Benzyloxybenzoate suspension	26.35	3.24	0.79	9.21	83.33	-180.36
Cefotaxime sodium injection	1115.76	25.68	0.87	169.41	50.00	-1726.81
Enoxaparin injection	75.52	5.98	0.88	44.48	58.33	-434.14
Human albumin injection	4.23	1.50	0.83	10.11	100.00	-68.70
Hydralazine injection	12.02	2.71	0.78	14.34	50.00	-132.13
Mannitol 250 ml injection	3.65	1.27	0.87	13.29	90.91	-98.20
Meropenem 500 mg injection	159.83	9.66	0.56	43.51	66.67	-344.69
Penicillin V 125 mg tablet	3337.92	53.95	0.87	-330.42	50.00	2499.70
Polygeline injection	0.59	0.63	0.63	-1.80	100.00	13.53

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	1071.09	26.49	1.26	283.88	91.67	-1785.08
Terbutaline tablet	214.44	13.52	1.04	-31.01	36.36	405.82
Vaseline	1148.16	26.28	1.29	199.95	58.33	-2317.32
Vitamin C injection	41.02	3.81	0.79	28.10	40.00	-227.03
เซรุ่มงูกะปะ	74.98	6.61	0.71	-13.39	60.00	41.86
ค่าเฉลี่ย \pm	751.45 \pm	14.79 \pm	0.85 \pm	58.92 \pm	71.20 \pm	-434.98 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 22)	1361.56	15.49	0.24	139.67	20.32	1048.49
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 22)	117.68 (1062.56)	8.13 (22.72)	0.79 (0.20)	26.50 (140.17)	70.83 (41.10)	-156.25 (910.80)

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 751.45 \pm 1361.56 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 117.68 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 1062.56 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.79 \pm 15.49 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.13 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 22.72 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 \pm 0.24 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.79 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.20)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.92 ± 139.67 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 26.50 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 140.17 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 71.20 ± 20.32 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 70.83 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 41.10) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -434.98 ± 1048.49 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -156.25 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 910.80 หน่วย)



ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	60.99	5.30	0.63	50.02	88.89	-247.34
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	22.05	3.46	0.79	25.07	88.89	-126.61
50% Magnesium sulphate injection	704.61	19.85	0.78	56.93	50.00	241.68
Acetate Ringer Injection	183.79	10.18	1.38	112.13	91.67	-565.51
Acetylcysteine injection	633.28	20.11	0.90	-16.29	100.00	-184.17
Alcohol 450 ml solution	2.18	1.01	0.74	0.55	80.00	-15.43
Azathioprine tablet	1596.11	27.49	0.61	174.82	75.00	-1733.49
Baclofen tablet	5700.70	61.75	0.61	164.32	55.56	-1394.08
Benzyloxyacetate suspension	25.90	3.87	0.95	-5.77	33.33	-56.56
Cefotaxime sodium injection	1017.73	26.28	0.89	83.40	50.00	-1233.79
Enoxaparin injection	75.24	5.76	0.85	34.45	58.33	-405.41
Human albumin injection	4.57	1.56	0.86	9.87	100.00	-72.00
Hydralazine injection	11.92	2.88	0.83	8.63	50.00	-103.01
Mannitol 250 ml injection	3.53	1.25	0.86	11.18	72.73	-90.88
Meropenem 500 mg injection	169.33	9.01	0.52	62.39	66.67	-453.88
Penicillin V 125 mg tablet	3135.42	53.56	0.87	-262.63	50.00	1776.57
Polygeline injection	0.66	0.67	0.67	-2.56	85.71	20.13

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	853.45	22.52	1.07	213.27	91.67	-1439.76
Terbutaline tablet	162.39	10.81	0.83	-11.82	54.55	54.68
Vaseline	1087.66	26.28	1.29	123.60	58.33	-1880.48
Vitamin C injection	46.25	3.90	0.81	43.45	90.00	-307.45
เซรุ่มงูกะปะ	86.90	6.74	0.73	3.31	60.00	-82.64
ค่าเฉลี่ย \pm	708.40 \pm	14.74 \pm	0.84 \pm	39.92 \pm	70.51 \pm	-377.25
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 22)	1310.62	16.25	0.20	91.91	19.07	\pm 771.57
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 22)	124.65 (875.00)	7.88 (20.15)	0.83 (0.18)	29.76 (90.81)	69.70 (35.76)	-155.39 (686.30)

จากตารางที่ 4.14 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

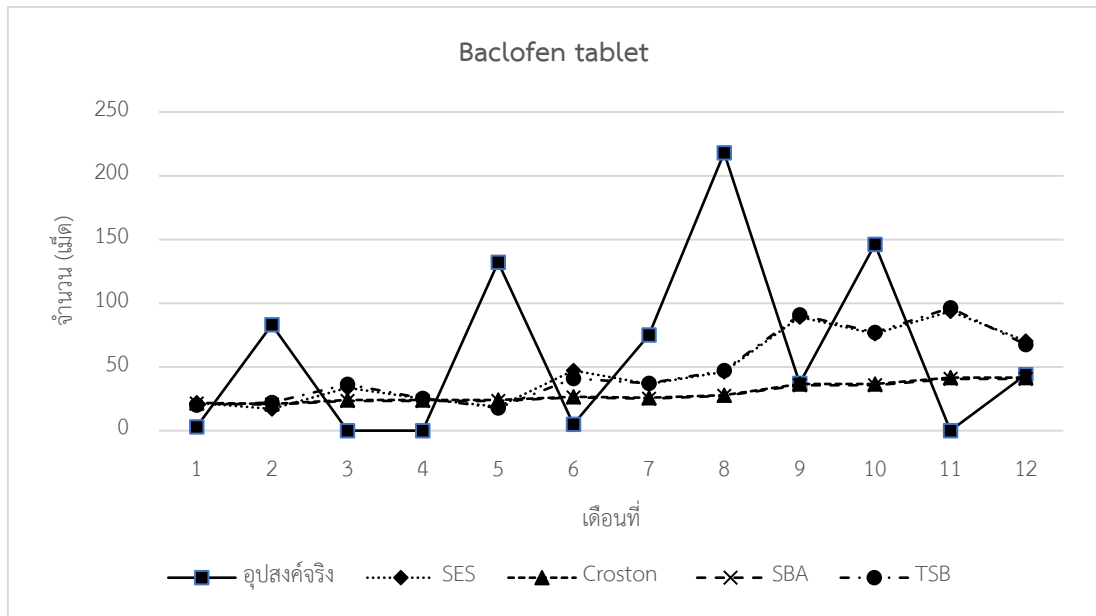
สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 708.40 \pm 1310.62 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 124.65 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 875.00 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.74 \pm 16.25 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.88 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 20.15 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 \pm 0.20 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.83 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.18)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.92 ± 91.91 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 29.76 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 90.81 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 70.51 ± 19.07 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 69.70 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 35.76) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -377.25 ± 771.57 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -155.39 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 686.30 หน่วย)

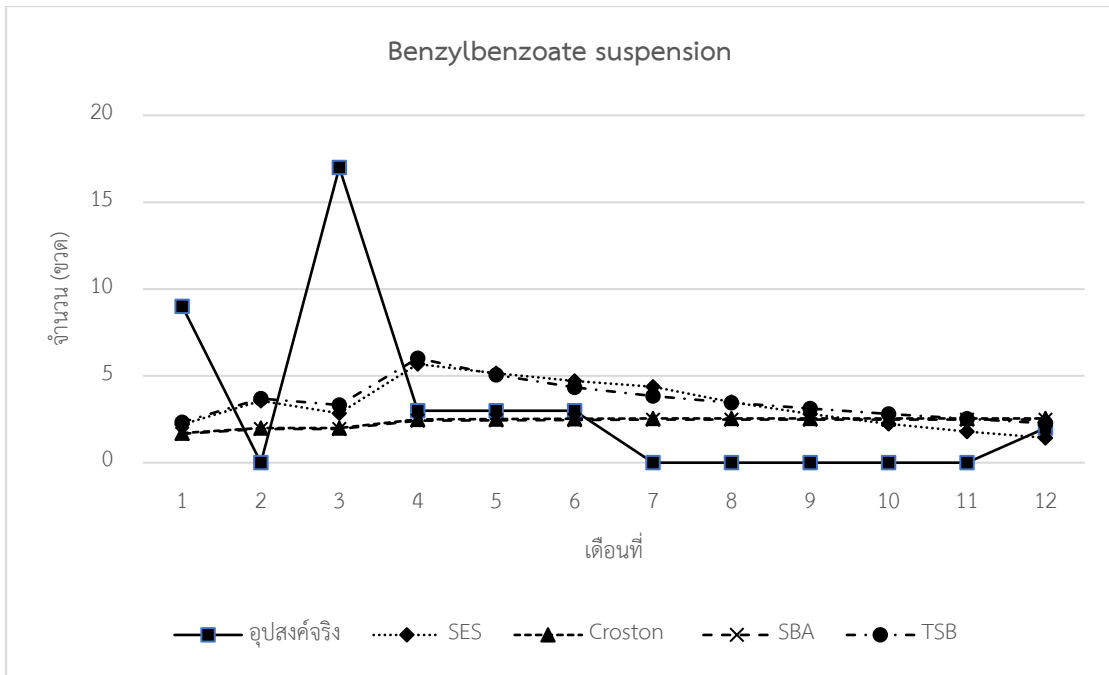


สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy สามารถแสดงรูปภาพเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยยกตัวอย่างยา Baclofen tablet, Benzylbenzoate suspension และเซรุ่มงูกะปะ ดังรูปที่ 4.10 รูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 ตามลำดับ ดังนี้

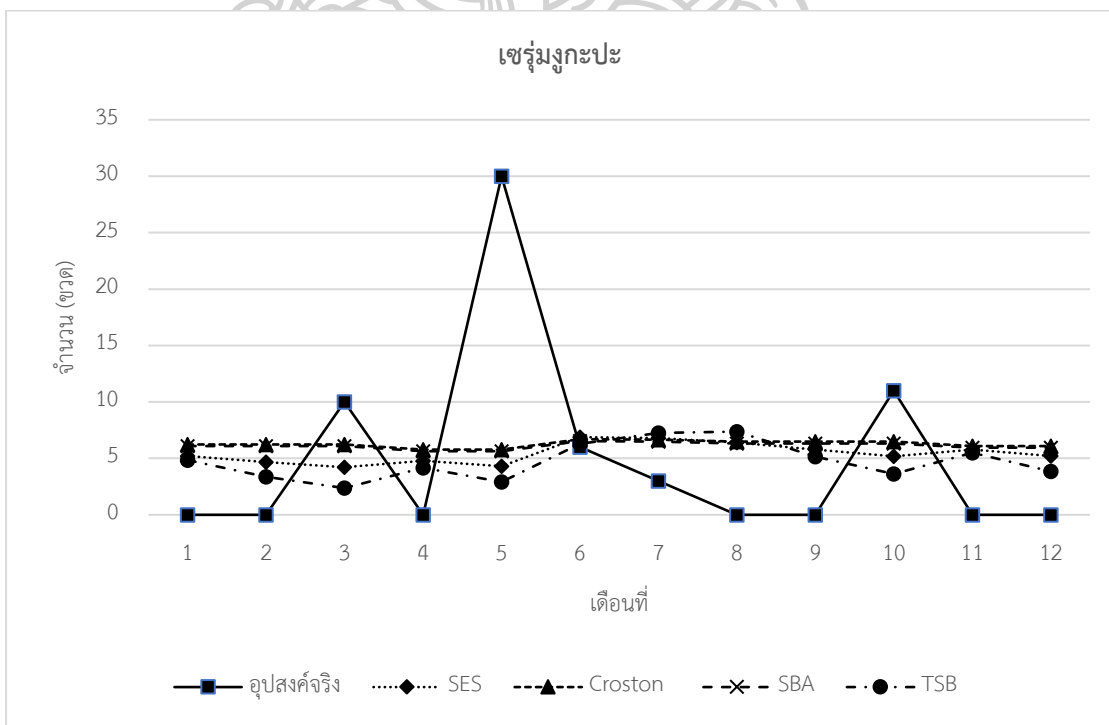


รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Baclofen tablet ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy





รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์สำหรับเซรุ่มงูกะปะ ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

สำหรับค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.15 ตารางที่ 4.16 ตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.51	3.02	0.61	9.76	100.00	-0.44
Activated charcoal powder	0.88	0.66	1.21	0.93	100.00	-19.36
Albendazole syrup	0.90	0.88	1.61	-1.50	100.00	11.93
Artesunate injection	36.24	3.29	0.77	7.17	100.00	-57.52
Benzathine Penicillin G injection	36.08	4.82	0.83	20.31	54.55	-205.11
Bupivacaine injection	0.97	0.83	0.91	0.38	100.00	13.31
Dex-oph ear drop	4.32	1.28	0.70	4.30	100.00	-10.70
Digoxin injection	0.25	0.43	2.37	-2.82	100.00	22.78
Diltiazem injection	0.36	0.49	1.34	-2.69	100.00	12.40
Fluticasone nasal spray	25.72	3.34	1.41	37.35	100.00	-106.62
Ketamine injection	0.09	0.28	3.09	-2.69	100.00	12.40
Ketoconazole tablet	401.29	15.02	1.15	-56.53	20.00	-45.25
Mefloquine tablet	2.06	1.01	1.11	-3.30	100.00	14.58
Misoprostol tablet	372.58	16.74	0.90	83.18	58.33	-944.10
Primaquine tablet	199.91	9.48	0.53	52.62	80.00	-238.20
Propofol injection	0.30	0.54	2.99	-4.44	100.00	35.18
Streptomycin injection	98.48	9.19	2.11	-100.58	16.67	718.73
Whitfield's ointment	0.22	0.39	1.07	-0.14	100.00	-0.96
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.51	3.02	0.61	9.76	100.00	-0.44

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	64.38	5.20	0.62	54.49	88.89	-255.38
5% Dextrose in $\frac{1}{5}$ Normal Saline injection	22.85	3.53	0.81	26.66	88.89	-137.42
50% Magnesium sulphate injection	704.84	20.02	0.79	54.33	50.00	250.48
Acetate Ringer Injection	164.52	9.41	1.28	100.15	91.67	-506.14
Acetylcysteine injection	657.64	20.84	0.93	-30.85	75.00	-91.47
Alcohol 450 ml solution	2.23	1.06	0.78	-0.98	80.00	-1.94
Azathioprine tablet	1690.12	27.82	0.62	199.80	75.00	-1910.81
Baclofen tablet	5755.62	62.56	0.62	167.61	55.56	-1425.56
Benzylbenzoate suspension	26.80	3.86	0.94	-3.28	50.00	-66.00
Cefotaxime sodium injection	991.69	26.07	0.88	67.48	50.00	-1106.32
Enoxaparin injection	64.61	5.50	0.81	28.28	58.33	-332.84
Human albumin injection	4.33	1.50	0.83	10.38	100.00	-72.14
Hydralazine injection	11.34	2.76	0.80	5.42	50.00	-73.19
Mannitol 250 ml injection	3.87	1.34	0.92	14.31	90.91	-106.22
Meropenem 500 mg injection	165.16	9.01	0.52	59.90	66.67	-432.98
Penicillin V 125 mg tablet	3647.33	56.65	0.92	-343.98	50.00	2583.67
Polygeline injection	0.70	0.72	0.72	-1.81	85.71	14.26

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	809.95	21.09	1.00	194.88	83.33	-1285.34
Terbutaline tablet	203.72	11.63	0.89	22.31	45.45	-26.49
Vaseline	922.07	23.65	1.16	77.55	58.33	-1479.63
Vitamin C injection	43.81	3.69	0.77	37.96	70.00	-281.60
เซรุ่มงูกะปะ	79.08	6.65	0.72	-5.25	60.00	-22.77
ค่าเฉลี่ย \pm	420.98 \pm	9.74 \pm	1.06 \pm	19.18 \pm	76.91 \pm	-184.22 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 41)	1058.15	13.74	0.58	81.04	23.56	669.47
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 41)	36.08 (286.00)	3.69 (12.29)	0.89 (0.41)	9.76 (56.16)	83.33 (43.06)	-57.52 (280.66)

จากตารางที่ 4.15 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอทั้งสิ้น 41 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 420.98 \pm 1058.15 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 36.08 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 286.00 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.74 \pm 13.74 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.69 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 12.29 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 \pm 0.58 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.89 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.41)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.18 \pm 81.04 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.76 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 56.16 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.91 \pm 23.56 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 83.33 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 43.06) และจำนวนเวลาที่มี

สินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -184.22 ± 669.47 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -57.52 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 280.66 หน่วย)



ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.26	3.02	0.61	8.89	100.00	10.34
Activated charcoal powder	0.83	0.65	1.18	-0.15	66.67	-13.30
Albendazole syrup	1.04	0.96	1.77	-4.01	75.00	33.61
Artesunate injection	35.20	4.12	0.96	-8.96	100.00	49.18
Benzathine Penicillin G injection	39.93	5.08	0.87	23.39	72.73	-242.65
Bupivacaine injection	1.00	0.80	0.88	-1.29	100.00	25.98
Dex-oph ear drop	4.26	1.39	0.76	2.14	100.00	12.25
Digoxin injection	0.83	0.84	4.65	-10.03	50.00	63.74
Diltiazem injection	0.49	0.66	1.81	-5.00	100.00	23.09
Fluticasone nasal spray	18.31	2.86	1.21	30.82	100.00	-89.45
Ketamine injection	0.25	0.49	5.34	-5.83	0.00	37.82
Ketoconazole tablet	393.68	13.95	1.07	-31.43	40.00	-36.16
Mefloquine tablet	2.75	1.54	1.69	-11.21	100.00	66.63
Misoprostol tablet	460.31	18.50	0.99	130.90	75.00	-1325.12
Primaquine tablet	195.69	9.41	0.53	51.03	80.00	-196.84
Propofol injection	0.38	0.61	3.34	-5.74	100.00	43.69
Streptomycin injection	109.94	8.80	2.02	-94.11	16.67	771.17
Whitfield's ointment	0.20	0.41	1.12	-0.48	100.00	4.72
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.26	3.02	0.61	8.89	100.00	10.34
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	63.77	5.13	0.61	53.59	100.00	-243.58
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	21.80	3.44	0.79	23.48	88.89	-122.60

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
50% Magnesium sulphate injection	707.66	19.82	0.78	57.59	50.00	241.01
Acetate Ringer Injection	170.84	9.75	1.32	105.21	91.67	-539.89
Acetylcysteine injection	656.80	21.63	0.96	-58.39	75.00	23.89
Alcohol 450 ml solution	2.14	1.09	0.80	-2.40	60.00	2.67
Azathioprine tablet	1714.54	27.65	0.62	228.83	87.50	-2061.68
Baclofen tablet	5813.31	54.32	0.54	391.56	77.78	-2208.18
Benzylbenzoate suspension	26.31	3.25	0.80	8.50	83.33	-175.96
Cefotaxime sodium injection	1065.57	26.62	0.90	104.72	50.00	-1396.96
Enoxaparin injection	69.21	5.77	0.85	28.49	58.33	-341.46
Human albumin injection	4.21	1.51	0.83	9.93	100.00	-67.70
Hydralazine injection	11.69	2.84	0.82	8.05	50.00	-96.51
Mannitol 250 ml injection	3.61	1.26	0.86	13.04	90.91	-96.77
Meropenem 500 mg injection	157.73	10.01	0.58	33.90	66.67	-293.64
Penicillin V 125 mg tablet	4161.90	59.13	0.96	-458.08	50.00	3457.00
Polygeline injection	0.67	0.66	0.66	-3.71	57.14	26.32
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	890.87	23.60	1.12	227.39	91.67	-1543.86
Terbutaline tablet	218.05	13.72	1.06	-37.57	36.36	448.61
Vaseline	1082.44	26.33	1.29	129.00	58.33	-1910.61
Vitamin C injection	42.45	3.68	0.76	36.24	60.00	-263.86

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
เซรุ่มงูกะปะ	75.39	6.69	0.72	-15.27	60.00	54.03
ค่าเฉลี่ย \pm	445.57 \pm	9.88 \pm	1.22 \pm	23.46 \pm	73.65 \pm	-191.72 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 41)	1109.70	13.39	0.99	113.75	24.82	869.35
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 41)	35.20 (303.42)	3.68 (12.66)	0.88 (0.42)	8.50 (49.42)	75.00 (42.26)	-13.30 (289.44)

จากตารางที่ 4.16 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี Croston สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ทั้งสิ้น 41 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 445.57 \pm 1109.70 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 35.20 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 303.42 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.88 \pm 13.39 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.68 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 12.66 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 \pm 0.99 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.88 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.42)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.46 \pm 113.75 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.50 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 49.42 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.65 \pm 24.82 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 75.00 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 42.26) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -191.72 \pm 869.35 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -13.30 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 289.44 หน่วย)

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.39	3.05	0.62	9.94	100.00	3.61
Activated charcoal powder	0.89	0.69	1.26	1.43	88.89	-23.62
Albendazole syrup	0.94	0.91	1.66	-2.36	100.00	22.87
Artesunate injection	35.07	3.80	0.89	-3.11	100.00	7.83
Benzathine Penicillin G injection	41.92	5.23	0.90	33.83	72.73	-301.20
Bupivacaine injection	0.99	0.80	0.88	0.15	100.00	15.98
Dex-oph ear drop	4.30	1.35	0.74	3.44	100.00	3.38
Digoxin injection	0.79	0.82	4.53	-9.73	50.00	61.72
Diltiazem injection	0.48	0.65	1.78	-4.82	100.00	21.96
Fluticasone nasal spray	20.85	3.05	1.29	33.70	100.00	-100.18
Ketamine injection	0.15	0.36	3.98	-4.35	100.00	29.30
Ketoconazole tablet	380.07	12.87	0.98	1.04	40.00	-282.29
Mefloquine tablet	2.47	1.40	1.54	-9.27	100.00	54.32
Misoprostol tablet	509.73	19.37	1.04	172.77	75.00	-1536.60
Primaquine tablet	201.03	9.20	0.52	58.41	80.00	-245.70
Propofol injection	0.35	0.59	3.22	-5.35	100.00	41.06
Streptomycin injection	79.11	7.38	1.69	-74.00	16.67	610.50
Whitfield's ointment	0.20	0.38	1.05	0.04	100.00	1.46
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.39	3.05	0.62	9.94	100.00	3.61
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	64.12	5.15	0.61	54.01	100.00	-245.61
5% Dextrose in 1/5 Normal Saline injection	22.25	3.48	0.80	24.91	88.89	-130.72

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
50% Magnesium sulphate injection	712.32	19.73	0.78	63.43	50.00	203.83
Acetate Ringer Injection	216.58	11.37	1.54	129.18	91.67	-642.50
Acetylcysteine injection	647.05	21.15	0.94	-46.97	75.00	-52.10
Alcohol 450 ml solution	2.09	1.01	0.74	-0.64	60.00	-8.22
Azathioprine tablet	1723.47	27.69	0.62	232.31	87.50	-2082.54
Baclofen tablet	5858.51	54.47	0.54	400.35	77.78	-2258.23
Benzylbenzoate suspension	26.35	3.24	0.79	9.21	83.33	-180.36
Cefotaxime sodium injection	1115.76	25.68	0.87	169.41	50.00	-1726.81
Enoxaparin injection	75.52	5.98	0.88	44.48	58.33	-434.14
Human albumin injection	4.23	1.50	0.83	10.11	100.00	-68.70
Hydralazine injection	12.02	2.71	0.78	14.34	50.00	-132.13
Mannitol 250 ml injection	3.65	1.27	0.87	13.29	90.91	-98.20
Meropenem 500 mg injection	159.83	9.66	0.56	43.51	66.67	-344.69
Penicillin V 125 mg tablet	3337.92	53.95	0.87	-330.42	50.00	2499.70
Polygeline injection	0.59	0.63	0.63	-1.80	100.00	13.53
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	1071.09	26.49	1.26	283.88	91.67	-1785.08
Terbutaline tablet	214.44	13.52	1.04	-31.01	36.36	405.82
Vaseline	1148.16	26.28	1.29	199.95	58.33	-2317.32
Vitamin C injection	41.02	3.81	0.79	28.10	40.00	-227.03

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
เซรุ่มงูกะปะ	74.98	6.61	0.71	-13.39	60.00	41.86
ค่าเฉลี่ย \pm	435.47 \pm	9.76 \pm	1.17 \pm	36.78 \pm	77.80 \pm	-272.72 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 41)	1057.93	13.01	0.85	109.50	23.19	830.58
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 41)	35.07 (296.04)	3.80 (12.05)	0.88 (0.53)	9.94 (52.97)	87.50 (41.67)	-52.10 (314.16)

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี SBA สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ทั้งสิ้น 41 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 435.47 \pm 1057.93 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 35.07 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 296.04 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.76 \pm 13.01 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.80 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 12.05 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.17 \pm 0.85 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.88 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.53)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.78 \pm 109.50 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.94 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 52.97 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.80 \pm 23.19 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 87.50 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 41.67) และจำนวนช่วงเวลาที่มียังสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -272.72 \pm 830.58 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -52.10 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 314.16 หน่วย)

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
10% Magnesium sulphate injection	21.73	3.10	0.63	11.34	100.00	-8.11
Activated charcoal powder	0.93	0.71	1.31	2.42	100.00	-29.84
Albendazole syrup	0.88	0.89	1.62	-2.44	100.00	17.27
Artesunate injection	36.60	3.02	0.71	11.78	100.00	-87.72
Benzathine Penicillin G injection	39.30	4.93	0.85	27.68	72.73	-271.95
Bupivacaine injection	0.96	0.82	0.90	0.63	100.00	10.19
Dex-oph ear drop	4.41	1.25	0.69	7.53	100.00	-21.76
Digoxin injection	0.26	0.45	2.49	-3.27	100.00	23.93
Diltiazem injection	0.32	0.33	0.92	-0.54	100.00	0.53
Fluticasone nasal spray	21.51	3.11	1.31	34.63	100.00	-104.40
Ketamine injection	0.07	0.25	2.79	-2.60	100.00	18.50
Ketoconazole tablet	348.78	13.25	1.01	-43.07	40.00	56.40
Mefloquine tablet	2.02	0.86	0.95	-1.18	100.00	-0.72
Misoprostol tablet	446.52	18.06	0.97	119.75	75.00	-1258.92
Primaquine tablet	207.50	9.02	0.51	66.46	80.00	-296.95
Propofol injection	0.30	0.55	3.00	-4.48	100.00	35.17
Streptomycin injection	64.80	7.17	1.64	-71.32	16.67	537.07
Whitfield's ointment	0.23	0.39	1.06	-0.12	100.00	-1.55
เซรุ่มงูโลहितรวม	21.73	3.10	0.63	11.34	100.00	-8.11
0.45% Sodium Chloride 1000 ml injection	60.99	5.30	0.63	50.02	88.89	-247.34
5% Dextrose in $\frac{1}{5}$ Normal Saline injection	22.05	3.46	0.79	25.07	88.89	-126.61

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
50% Magnesium sulphate injection	704.61	19.85	0.78	56.93	50.00	241.68
Acetate Ringer Injection	183.79	10.18	1.38	112.13	91.67	-565.51
Acetylcysteine injection	633.28	20.11	0.90	-16.29	100.00	-184.17
Alcohol 450 ml solution	2.18	1.01	0.74	0.55	80.00	-15.43
Azathioprine tablet	1596.11	27.49	0.61	174.82	75.00	-1733.49
Baclofen tablet	5700.70	61.75	0.61	164.32	55.56	-1394.08
Benzylbenzoate suspension	25.90	3.87	0.95	-5.77	33.33	-56.56
Cefotaxime sodium injection	1017.73	26.28	0.89	83.40	50.00	-1233.79
Enoxaparin injection	75.24	5.76	0.85	34.45	58.33	-405.41
Human albumin injection	4.57	1.56	0.86	9.87	100.00	-72.00
Hydralazine injection	11.92	2.88	0.83	8.63	50.00	-103.01
Mannitol 250 ml injection	3.53	1.25	0.86	11.18	72.73	-90.88
Meropenem 500 mg injection	169.33	9.01	0.52	62.39	66.67	-453.88
Penicillin V 125 mg tablet	3135.42	53.56	0.87	-262.63	50.00	1776.57
Polygeline injection	0.66	0.67	0.67	-2.56	85.71	20.13
Sterile Water for Injection 1000 ml injection	853.45	22.52	1.07	213.27	91.67	-1439.76
Terbutaline tablet	162.39	10.81	0.83	-11.82	54.55	54.68
Vaseline	1087.66	26.28	1.29	123.60	58.33	-1880.48
Vitamin C injection	46.25	3.90	0.81	43.45	90.00	-307.45

รายการยา	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
เซรุ่มงูกะปะ	86.90	6.74	0.73	3.31	60.00	-82.64
ค่าเฉลี่ย \pm	409.84 \pm	9.65 \pm	1.04 \pm	25.44 \pm	78.92 \pm	-236.35 \pm
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 41)	1015.92	13.50	0.55	73.68	22.75	624.67
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์) (n = 41)	36.60 (276.04)	3.87 (11.08)	0.86 (0.35)	9.87 (55.97)	88.89 (41.67)	-72.00 (315.93)

จากตารางที่ 4.18 แสดงค่าความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของวิธี TSB สำหรับยาแต่ละรายการที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ทั้งสิ้น 41 รายการ ซึ่งสามารถอธิบายค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

สำหรับค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 409.84 \pm 1015.92 หน่วย² และค่ามัธยฐานเท่ากับ 36.60 หน่วย² (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 276.04 หน่วย²) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.65 \pm 13.50 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.87 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 11.08 หน่วย) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 \pm 0.55 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.86 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 0.35)

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.44 \pm 73.68 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.87 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 55.97 หน่วย) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.92 \pm 22.75 และค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 88.89 (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เท่ากับร้อยละ 41.67) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -236.35 \pm 624.67 หน่วย และค่ามัธยฐานเท่ากับ -72.00 หน่วย (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ 315.93 หน่วย)

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์

ในการเปรียบเทียบสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ เมื่อพิจารณาจากค่าสมรรถนะของเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับอุปสงค์แต่ละรูปแบบจากการคำนวณค่าเฉลี่ยของความถูกต้องในการพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และคำนวณค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ซึ่งได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (PIS) เปรียบระหว่างวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ในปี 2562

วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์	ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 19)					
	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
SES	63.51 \pm 120.67	3.86 \pm 4.92	1.34 \pm 0.75	2.38 \pm 36.23	85.77 \pm 26.85	-44.61 \pm 280.26
Croston	67.96 \pm 132.42	4.00 \pm 4.98	1.66 \pm 1.31	3.69 \pm 40.60	77.69 \pm 29.99	-42.73 \pm 358.54
SBA	68.71 \pm 138.64	3.88 \pm 4.95	1.54 \pm 1.10	10.79 \pm 45.42	85.44 \pm 23.95	-88.26 \pm 386.73
TSB	63.26 \pm 124.84	3.68 \pm 4.80	1.27 \pm 0.72	8.37 \pm 37.52	88.65 \pm 22.79	-76.77 \pm 320.77

จากตารางที่ 4.19 สามารถอธิบายความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต่ำสุด ได้แก่ วิธี TSB รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี

Croston และวิธี SBA ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) แล้ว วิธีที่มีความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต่ำสุด ได้แก่ วิธี TSB และวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดรองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายเช่นกัน แต่พบว่าวิธี SBA จะมีความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่าวิธี Croston

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

เมื่อพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย รองลงมาเป็นวิธี Croston วิธี TSB และวิธี SBA ตามลำดับ สำหรับวิธีที่มีร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) ต่ำสุด ได้แก่ วิธี Croston รองลงมาเป็นวิธี SBA วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี TSB ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้า (PIS) แล้วพบว่าวิธีที่จำนวนช่วงเวลาที่สินค้าคงคลังสินค้าเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ได้แก่ วิธี Croston รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี TSB และวิธี SBA ตามลำดับ

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ในปี 2562

วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์	ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 22)					
	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
SES	728.94 \pm 1367.31	14.75 \pm 16.64	0.83 \pm 0.17	33.42 \pm 103.27	69.26 \pm 16.89	-307.54 \pm 857.05
Croston	770.95 \pm 1432.29	14.90 \pm 16.07	0.85 \pm 0.21	40.19 \pm 148.61	70.16 \pm 18.56	-323.17 \pm 1122.52
SBA	751.45 \pm 1361.56	14.79 \pm 15.49	0.85 \pm 0.24	58.92 \pm 139.67	71.20 \pm 20.32	-434.98 \pm 1048.49
TSB	708.39 \pm 1310.62	14.74 \pm 16.25	0.84 \pm 0.20	39.92 \pm 91.91	70.51 \pm 19.07	-377.25 \pm 771.57

จากตารางที่ 4.20 สามารถอธิบายความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต่ำสุด ได้แก่ วิธี TSB รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี SBA และวิธี Croston ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) แล้ว วิธีที่มีความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต่ำสุด ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย รองลงมาเป็นวิธี TSB ส่วนวิธี Croston และวิธี SBA เป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

เมื่อพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย รองลงมาเป็นวิธี TSB วิธี Croston และวิธี SBA ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อพิจารณาจากร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย รองลงมาเป็นวิธี Croston วิธี TSB และวิธี SBA ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยของความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ในปี 2562

วิธีที่ใช้ในการ พยากรณ์	ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 41)					
	MSE (หน่วย ²)	MAD (หน่วย)	MASE	CFE (หน่วย)	NOSp (ร้อยละ)	PIS (หน่วย)
SES	420.57 \pm 1058.31	9.70 \pm 13.75	1.07 \pm 0.58	19.04 \pm 81.06	76.91 \pm 23.56	-185.69 \pm 669.13
Croston	445.18 \pm 1109.86	9.85 \pm 13.40	1.22 \pm 0.99	23.27 \pm 113.78	73.65 \pm 24.82	-193.21 \pm 869.06
SBA	435.06 \pm 1058.10	9.73 \pm 13.03	1.17 \pm 0.85	36.61 \pm 109.54	77.80 \pm 23.19	-274.31 \pm 830.11
TSB	409.43 \pm 1016.08	9.61 \pm 13.52	1.04 \pm 0.55	25.30 \pm 73.71	78.92 \pm 22.75	-238.00 \pm 624.16

จากตารางที่ 4.21 สามารถอธิบายความถูกต้องในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอในภาพรวมได้ดังนี้

- ความถูกต้องในการพยากรณ์

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) แล้ว พบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดมีความเหมือนกันทั้ง 3 ชนิด ซึ่งได้แก่วิธี TSB รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี SBA และวิธี Croston ตามลำดับ

- ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

เมื่อพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) และจำนวนช่วงเวลาที่มิสสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมและมีจำนวนช่วงเวลาที่มิสสินค้าคงคลังสินค้าเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย รองลงมาเป็นวิธี Croston วิธี TSB และวิธี SBA ตามลำดับ สำหรับวิธีที่มีร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) ต่ำสุด ได้แก่ วิธี Croston รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี SBA และวิธี TSB ตามลำดับ

ดังนั้นจะเห็นว่าได้ว่าวิธี TSB เป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำ แต่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสูงกว่าวิธีอื่นๆ สำหรับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายซึ่งมีความคลาดเคลื่อนต่ำรองลงมา พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ค่อนข้างต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ สำหรับวิธี SBA แม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำกว่าวิธี Croston แต่พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูงกว่าวิธี Croston

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.19 ตารางที่ 4.20 และตารางที่ 4.21 แล้วพบว่าวิธีที่มีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุด ได้แก่ วิธี TSB รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ส่วนวิธี SBA และวิธี Croston เป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูง สำหรับความคลาดเคลื่อนเชิงระบบพบว่าวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี Croston มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ต่ำกว่าวิธี TSB และวิธี SBA

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอสำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด เพื่อศึกษาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้แก่ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 19 รายการ และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy จำนวน 22 รายการ ที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบน้อยที่สุดด้วยวิธีในการพยากรณ์อุปสงค์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ ได้แก่ การคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ได้แก่ การคำนวณความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) ร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่มิสินค้าคงคลังสินค้า (PIS)

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่าวิธีที่มีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุดเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) ได้แก่ วิธี TSB รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ส่วนวิธี SBA และวิธี Croston เป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูง

สำหรับความคลาดเคลื่อนเชิงระบบพบว่าวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี Croston มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ต่ำกว่าวิธี TSB และวิธี SBA โดยสำหรับความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสม (CFE) แล้วพบว่าวิธีที่มีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สะสมเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ได้แก่ วิธี Croston รองลงมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี TSB ตามลำดับ ส่วนวิธี SBA มีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (CFE) สะสมสูงสุดเมื่อพิจารณาจากร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOSp) และจำนวนช่วงเวลาที่มิสินค้าคงคลังสินค้า (PIS) แล้วพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างต่ำ ได้แก่ วิธี Croston และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ส่วนวิธี SBA และวิธี TSB มีแนวโน้มที่จะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง

จากวัตถุประสงค์ในการศึกษาซึ่งต้องการศึกษาวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุดและมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบน้อยที่สุด แต่จากผลการศึกษาจะพบความแตกต่างกันระหว่างวิธีที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุด และวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบน้อยที่สุด โดยวิธีที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุด

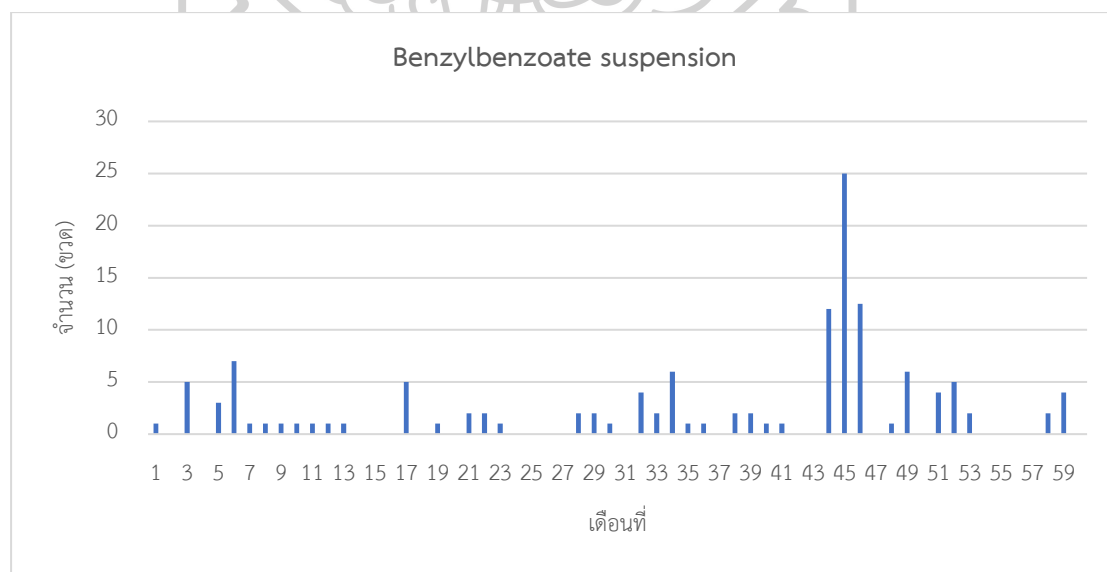
ได้แก่ วิธี TSB แต่พบว่าวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่ค่อนข้างสูงกว่าวิธีอื่นๆ ในขณะที่วิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบค่อนข้างต่ำ ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธี Croston กลับมีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ต่ำกว่าวิธี TSB ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอได้อย่างแน่ชัด

อภิปรายผลการศึกษา

จากการสรุปผลการศึกษา สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

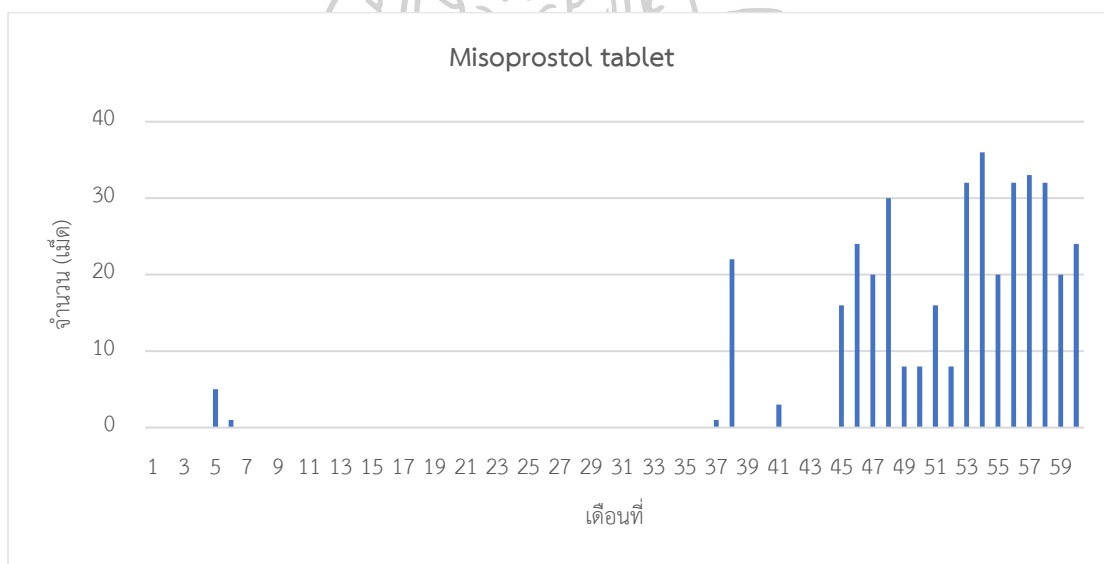
การแบ่งรูปแบบของอุปสงค์

ในการศึกษานี้มีการแบ่งรูปแบบของอุปสงค์โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV^2) โดยแบ่งอุปสงค์ออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ อุปสงค์รูปแบบ smooth อุปสงค์รูปแบบ erratic อุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy ซึ่งในการศึกษานี้ทำการศึกษาเฉพาะยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ ได้แก่ ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent และยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากการแบ่งรูปแบบอุปสงค์โดยใช้ค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (ADI) และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV^2) แล้ว ควรนำอุปสงค์ที่เกิดขึ้นมาพิจารณาในรูปแบบของกราฟเพื่อมองหารูปแบบของอุปสงค์ชนิดอื่นๆ ด้วย เช่น การพบลักษณะของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นเป็นแบบฤดูกาล (seasonality) โดยเป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำเป็นช่วงๆ ในระยะเวลาที่คงที่ ดังที่พบในยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.1 โดยอาจจะใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winters' seasonality exponential smoothing) เพื่อให้ค่าพยากรณ์อุปสงค์ที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น [22]



รูปที่ 5.1 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ระหว่างปี 2557-2561

สำหรับการแบ่งกลุ่มของรูปแบบอุปสงค์ออกเป็น 4 กลุ่ม ควรมีการทบทวนเป็นประจำในทุกๆ ปี เนื่องจากอุปสงค์ของยาบางรายการอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปีจากปัจจัยต่างๆ เช่น ความไม่แน่นอนของโรค การรักษาโรค และความพร้อมของยา มีความคาดหวังของผู้ป่วย แพทย์ และประกันสุขภาพที่แตกต่างกัน มีการคุ้มครองสิทธิบัตรและความภักดีต่อยี่ห้อของยาซึ่งเป็นตัวกำหนดอำนาจทางการตลาด เป็นต้น [9] เช่น จากข้อมูลอุปสงค์ของยา Misoprostol tablet ดังแสดงในรูปที่ 5.2 จะพบว่าอุปสงค์ของยาตั้งแต่เดือนที่ 45 เป็นต้นไปมีความถี่และจำนวนการเกิดอุปสงค์ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับความถี่และจำนวนการเกิดอุปสงค์ในช่วงต้นของชุดข้อมูล ทำให้เมื่อพิจารณาอุปสงค์ย้อนหลัง 60 เดือน จะพบว่ายา Misoprostol tablet มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ($ADI = 2.86$ เดือน, $CV^2 = 0.40$) แต่เมื่อพิจารณาอุปสงค์เฉพาะในเดือนที่ 49 ถึงเดือนที่ 60 แล้วจะพบว่ารูปแบบของอุปสงค์มีการเปลี่ยนแปลงจากอุปสงค์รูปแบบ intermittent เป็นอุปสงค์รูปแบบ smooth ($ADI = 1.26$ เดือน, $CV^2 = 0.28$) เป็นต้น



รูปที่ 5.2 แสดงความถี่และจำนวนของการเกิดอุปสงค์สำหรับยา Misoprostol tablet ระหว่างปี 2557-2561

ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent ทั้งสิ้น 19 รายการ ซึ่งจากการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ในช่วง 0.05-0.30 และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ในช่วง 0.01-0.30 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ของวิธี TSB มีค่าค่อนข้างต่ำ (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าน้อยกว่า 0.20) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์

ปรับเรียบ α ของวิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB มีค่าค่อนข้างสูง (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ทั้งสิ้น 22 รายการ ซึ่งจากการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ในช่วง 0.05-0.30 และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ในช่วง 0.01-0.30 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายและวิธี Croston และค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ของวิธี TSB มีค่าค่อนข้างต่ำ (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าน้อยกว่า 0.20) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α ของวิธี SBA และวิธี TSB มีค่าค่อนข้างสูง (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป)

โดยในทางทฤษฎีแล้วค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เป็นไปได้จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งหากมีการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำ เช่น 0.1 หรือ 0.2 แสดงว่าการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้หรือช่วงเวลาล่าสุดในการพยากรณ์อย่างมาก ซึ่งจะทำให้ค่าพยากรณ์ที่คงที่มากเนื่องจากแบบจำลองไม่ได้ให้น้ำหนักกับอุปสงค์ของช่วงเวลาล่าสุดที่เกิดขึ้นจริง ในขณะที่การเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูง เช่น 0.7 หรือ 0.8 จะมีการให้น้ำหนักกับอุปสงค์ของช่วงเวลาล่าสุดที่เกิดขึ้นจริง และสามารถได้รับอิทธิพลของการผันแปรแบบสุ่มในข้อมูลได้ ดังนั้นการเลือกสัมประสิทธิ์ปรับเรียบจึงมีความสำคัญมากต่อผลในการพยากรณ์ [22]

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ใช้ในอุปสงค์รูปแบบ intermittent และอุปสงค์รูปแบบ lumpy นั้น งานวิจัยต่างๆ แนะนำให้ใช้ค่าดังกล่าวแตกต่างกันออกไป โดยจะแนะนำค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำ เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่คงที่ โดยมีการแนะนำค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α อยู่ในช่วง 0.05-0.20 นอกจากนี้ Croston ได้แนะนำเพิ่มเติมว่าอาจใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูงขึ้นในช่วง 0.20-0.30 ได้หากสัดส่วนของสินค้าส่วนใหญ่มีความต้องการไม่คงที่ [17, 23, 25, 26, 37, 48-51] แต่สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ β ที่ใช้ในวิธี TSB นั้นมีการใช้ในค่าดังกล่าวในช่วงเดียวกันกับค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ α แต่จะเพิ่มช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ต่ำลง คือ ช่วง 0.01-0.05 [25, 26]

โดยค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบในการศึกษานี้พบว่ามีความแตกต่างจากการศึกษาของ Yang ปี 2021 [53] ซึ่งกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบอยู่ในช่วง 0.05-0.30 และเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์เพียงค่าเดียวเพื่อใช้ในการพยากรณ์ยาทุกๆ รายการ โดยจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบสำหรับทุกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์จะมีค่าที่สูง (ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) ในขณะที่ในการศึกษานี้มีการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่เหมาะสมเฉพาะของยาแต่ละรายการและเฉพาะของแต่ละวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยจะพบค่า

สัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่ทั้งต่ำและสูง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบที่สูงแสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลมีอุปสงค์ที่ไม่คงที่ (non-stationary) [26]

เมื่อเปรียบเทียบค่ากลางของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบระหว่างค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมแล้ว จะพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีความใกล้เคียงกับค่ามัธยฐาน แต่อาจมีความแตกต่างจากค่าฐานนิยมบ้างสำหรับบางวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์

การศึกษานี้ใช้วิธีในการพยากรณ์อุปสงค์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป สำหรับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายแม้ว่าเป็นวิธีที่ง่ายต่อการใช้และการเข้าใจแต่มีแนวโน้มที่จะทำนายอุปสงค์สูงกว่าความเป็นจริงสำหรับการพยากรณ์ในช่วงเวลาหลังจากที่มีอุปสงค์เกิดขึ้นจริง วิธี Croston และวิธี SBA พบว่าถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากขึ้น แต่ค่าที่พยากรณ์ได้จะมีการปรับค่าเฉพาะเมื่อมีอุปสงค์เกิดขึ้นจริงเท่านั้น ทำให้วิธีเหล่านี้ไม่สามารถรับมือกับสินค้าที่ล่าสมัยได้ดีเท่าที่ควร สำหรับวิธี TSB จะมีการปรับค่าความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ในทุกๆ ช่วงเวลา แม้ว่าจะจะเป็นช่วงเวลาที่อุปสงค์เป็นศูนย์ก็ตาม จึงมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ได้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีแนวโน้มที่จะทำนายอุปสงค์ต่ำกว่าความเป็นจริงได้

อย่างไรก็ตามในการเลือกวิธีในการพยากรณ์ที่เหมาะสมนั้นมีความจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงรูปแบบของอุปสงค์ก่อน เช่น ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent แต่มีลักษณะอุปสงค์แบบฤดูกาล อาจใช้วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winters' seasonality exponential smoothing) แทน เป็นต้น นอกจากนี้จะพบว่ายาบางกลุ่มอาจไม่เหมาะสมกับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์บางวิธี เช่น จากการวิเคราะห์ VEN จะพบว่ายาในกลุ่มยาช่วยชีวิต (Vital drugs, V) เป็นกลุ่มที่มีความจำเป็นต้องสำรองไว้พร้อมใช้เสมอ ดังนั้นการขาดแคลนยาจึงถือเป็นเรื่องสำคัญมาก ถึงแม้ว่าวิธี TSB จะมีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่มากกว่าวิธีอื่นๆ แต่วิธีนี้ก็กลับพบว่าทำให้เกิดปัญหาขาดครวมากกว่าวิธีอื่นๆ จึงไม่ควรเลือกใช้เนื่องจากอาจทำให้เกิดปัญหาขาดครวซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยได้ เป็นต้น

การประเมินสมรรถนะของเทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์

การประเมินสมรรถนะของเทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์ประกอบไปด้วยการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ ซึ่งจะบอกขนาดของความคลาดเคลื่อนโดยไม่สนใจทิศทาง โดยค่าที่น้อยแสดงถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ที่มาก และการวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ซึ่งเป็นการวัดว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าที่ได้จากการพยากรณ์อุปสงค์สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเพียงใด เนื่องจากการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์จะเป็นการเปรียบเทียบค่าที่พยากรณ์ได้กับอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นจุด ในขณะที่การ

วัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะเป็นการดูแนวโน้มของสมรรถนะของสินค้าคงคลัง (inventory performance) ในภาพรวม ซึ่งการให้ความสำคัญไปที่ค่าใดค่าหนึ่งอาจจะทำให้การเลือกเทคนิคในการพยากรณ์ที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันได้

หากให้ความสนใจไปที่ความถูกต้องในการพยากรณ์ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบว่าในแต่ละจุดที่ทำกรพยากรณ์นั้นค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงมากน้อยเพียงใด จะทำให้ทราบว่าวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์วิธีใดมีความแม่นยำในการพยากรณ์อุปสงค์มากกว่ากัน แต่ค่าความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ได้อาจมีข้อจำกัดจากการที่วิธีที่มีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ต่ำอาจไม่ได้สะท้อนว่าค่าที่พยากรณ์ได้มีความใกล้เคียงกับค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในทุกจุดๆ ที่ทำการพยากรณ์ เนื่องจากค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในทุกๆ จุด ดังนั้นหากมีจุดใดจุดหนึ่งที่มีความคลาดเคลื่อนสูงๆ ก็สามารถกลบตบความคลาดเคลื่อนโดยการเฉลี่ยกับจุดอื่นๆ ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำได้ นอกจากนี้เรายังไม่ทราบทิศทางของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการวัดความถูกต้องในการพยากรณ์จะเป็นการวัดว่าค่าที่พยากรณ์ได้มีความห่างไปจากค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงมากน้อยเพียงใดเท่านั้น

ในขณะที่การให้ความสนใจไปที่ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะทำให้ทราบว่าเมื่อพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดเชิงระบบแล้ว จะมีสินค้าในคลังสินค้าขาดหรือเกินมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าที่พยากรณ์ได้กับอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริง การวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบนี้มีข้อจำกัดตรงที่วิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบต่ำอาจพบว่ามีมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ที่สูงได้ เช่น การวัดร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า ซึ่งเป็นการวัดร้อยละของช่วงเวลาในการเกิดสินค้าขาดคราว ณ ช่วงเวลาที่มีอุปสงค์เกิดขึ้นจริง โดยวิธีที่มีค่าร้อยละของช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้าต่ำอาจเป็นผลมาจากการพยากรณ์อุปสงค์ที่สูงกว่าความเป็นจริงซึ่งไม่นับว่าเป็นการเกิดสินค้าขาดคราวก็ได้ เป็นต้น

สำหรับในการศึกษานี้จะพบความขัดแย้งกันระหว่างความถูกต้องในการพยากรณ์กับความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ ซึ่งเมื่อพิจารณาสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์ของยาแล้ว เนื่องจากการเกิดการขาดคราวของยานั้นนอกจากจะสูญเสียโอกาสในการให้บริการผู้ป่วยแล้ว ยังอาจมีผลกระทบที่สำคัญต่อสุขภาพของผู้ป่วยได้อีกด้วย ดังนั้นในการประเมินสมรรถนะของเทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์จึงควรให้ความสำคัญไปที่ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบซึ่งพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดเชิงระบบเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขาดคราวขึ้น แม้ว่าอาจจะมียาเกินไปจากอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงบ้างเล็กน้อยก็ตาม

แต่ทั้งนี้ตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของสินค้าคงคลังที่มีอาจไม่เพียงพอ ซึ่งอาจมีการใช้ตัวชี้วัดอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาเก็บสินค้าคงคลัง (days of supply) ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย (average inventory level) ระดับการให้บริการ (service level) หรืออัตราการหมุนของสินค้า (inventory turnover) เป็นต้น [28, 55]

ผลการศึกษาในการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Yang และคณะ ปี 2021 [53] ซึ่งทำการพยากรณ์ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ intermittent จำนวน 1,718 รายการ โดยเก็บข้อมูลจากร้านขายส่งยาของประเทศสหรัฐอเมริกา จากนั้นวัดความถูกต้องในการพยากรณ์ ด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) และค่าเฉลี่ยสเกลความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ถูกปรับปรุ้ง (revised mean absolute scaled error, RMASE) และวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบด้วยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) เมื่อเปรียบเทียบผล การศึกษาเฉพาะเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล อย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB จะพบว่าไม่สามารถสรุปวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับ การพยากรณ์อุปสงค์ได้อย่างแน่ชัดเช่นกัน โดยหากพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) แล้ววิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายเป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุด ในขณะที่วิธี TSB มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูงสุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยสเกล ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MASE) แล้ววิธี TSB จะมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุด แต่วิธี Croston จะมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์สูงสุด และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความ คลาดเคลื่อน (ME) ซึ่งวัดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบจะพบว่าวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบต่ำสุด ได้แก่ วิธี SBA ในขณะที่วิธี TSB จะมีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสูงสุด ซึ่งความแตกต่างของผล การศึกษาอาจมาจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์ของยาที่แตกต่างกัน เช่น บริบทของ ประเทศที่แตกต่างกันอาจทำให้ความไม่แน่นอนของโรค การรักษาโรค และความพร้อมของยา แตกต่างกัน แนวทางการใช้ยาของแพทย์ที่มีความแตกต่างกัน ระบบประกันสุขภาพที่แตกต่างกัน การตลาด รวมถึงผลกระทบจากนโยบายอุตสาหกรรม นโยบายด้านสุขภาพ การเมือง และเศรษฐกิจที่ แตกต่างกัน เป็นต้น [9]

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของของภัทรพร และคณะ ปี 2561 [44] ซึ่งทำการพยากรณ์ยา 2 รายการ ได้แก่ Furosemide injection และ Adrenaline injection เป็นรายสัปดาห์ เปรียบเทียบ ระหว่างวิธี TSB และวิธี Croston โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และจำนวน ช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (NOS) แล้ว พบว่ายังไม่สามารถสรุปวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ สำหรับยาที่มีอุปสงค์รูปแบบ lumpy ได้เช่นกัน โดยการใช่วิธี TSB ทำให้ยา Adrenaline injection มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) น้อยกว่าวิธี Croston เหมือนการศึกษานี้ แต่ทำให้ยา Furosemide injection มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มากกว่าวิธี Croston ใน หลายๆ กรณีที่ใช้ในการทดสอบ เนื่องจากมีการเกิดอุปสงค์ที่มากกว่าและมีอัตราเกิดที่ถี่กว่า ดังนั้น เมื่อเกิดอุปสงค์ที่มีปริมาณสูงมากกว่าค่าเฉลี่ยหลายครั้ง ค่าพยากรณ์ของวิธี TSB ก็จะมีแนวโน้มว่า น้อยลงกว่าวิธี Croston แต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าสำหรับยาทั้ง 2 รายการแล้วการใช้วิธี Croston ทำ

ให้เกิดจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าขาดแคลน (NOS) น้อยกว่าวิธี TSB เหมือนในการศึกษานี้ เนื่องจากวิธี Croston จะคงค่าพยากรณ์ในช่วงที่ไม่มีอุปสงค์ ในขณะที่วิธี TSB จะมีการปรับอุปสงค์ให้ลดลง

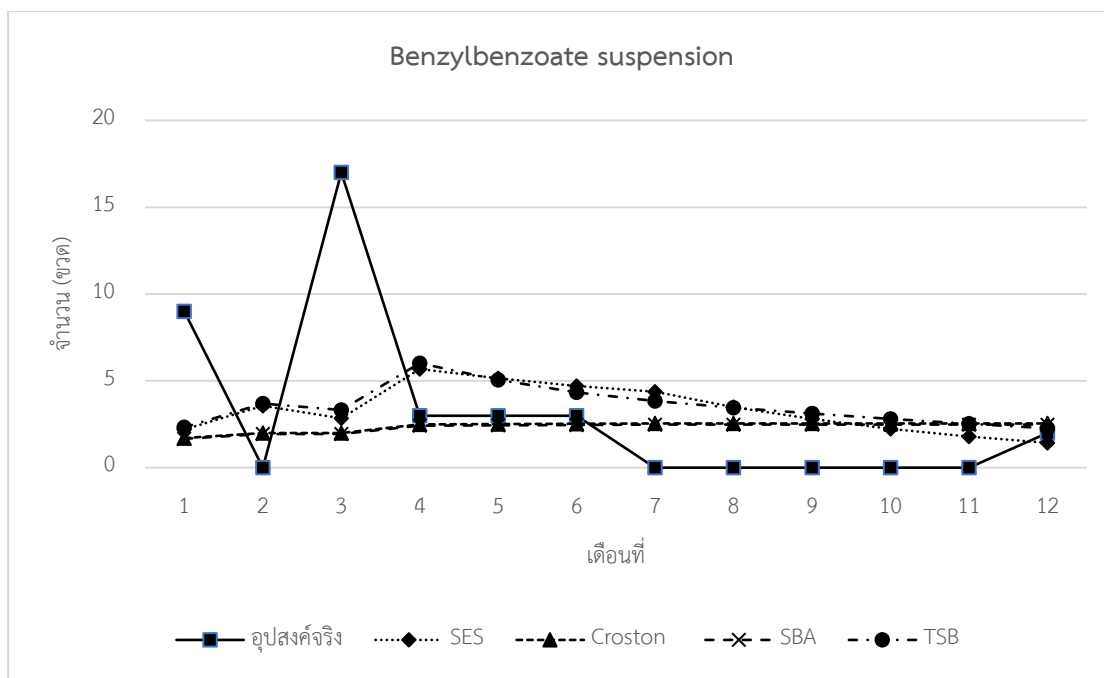
นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมจะพบการศึกษาอื่นๆ ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอในยาและเวชภัณฑ์ค่อนข้างน้อย และมีการใช้วิธีในการพยากรณ์ที่แตกต่างไปจากในการศึกษานี้ เช่น การใช้วิธี ARIMA (autoregressive integrated moving average) การพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการศึกษาได้ [11, 21]

จากการทบทวนวรรณกรรมไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอในสินค้าอื่นๆ ที่มีอุปสงค์อิสระ (independent demand) เช่นเดียวกันกับยา ซึ่งการพยากรณ์อุปสงค์อิสระนี้จะทำการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าสำเร็จรูป (finished goods) โดยตรง

สำหรับการศึกษาอื่นๆ เกี่ยวกับการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอที่พบส่วนใหญ่จะทำการศึกษาในสินค้าประเภทอะไหล่หรือชิ้นส่วนยานยนต์ในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสินค้าที่มีอุปสงค์แปรตาม (dependent demand) โดยการพยากรณ์อุปสงค์ของสินค้าเหล่านี้จะพยากรณ์มาจากความต้องการของสินค้าสำเร็จรูป เช่น รถยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น ซึ่งจากลักษณะการพยากรณ์อุปสงค์ของสินค้าที่แตกต่างกันระหว่างสินค้าที่มีอุปสงค์อิสระกับสินค้าที่มีอุปสงค์แปรตามอาจทำให้ผลการศึกษาแตกต่างกันได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผลการศึกษาโดยภาพรวมค่อนข้างสอดคล้องกับการศึกษานี้ที่เมื่อพิจารณาจากความถูกต้องในการพยากรณ์ที่มากที่สุดและวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่น้อยที่สุดแล้วไม่สามารถสรุปวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อุปสงค์ได้อย่างแน่ชัดเช่นกัน [26, 56]

เทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมสำหรับยาในประเทศไทย

เนื่องจากในการพยากรณ์อุปสงค์ของยาไม่มีเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ยาที่มีอุปสงค์รูปแบบเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นในการเลือกวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับยาแต่ละรายการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงลักษณะของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นก่อน โดยหากอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าผิดปกติที่สามารถอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดค่าผิดปกติได้ ควรเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมสำหรับลักษณะของอุปสงค์นั้นๆ ตัวอย่างเช่นการพยากรณ์ยา Benzylbenzoate suspension ดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์ในปี 2562 สำหรับยา Benzylbenzoate suspension ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ lumpy

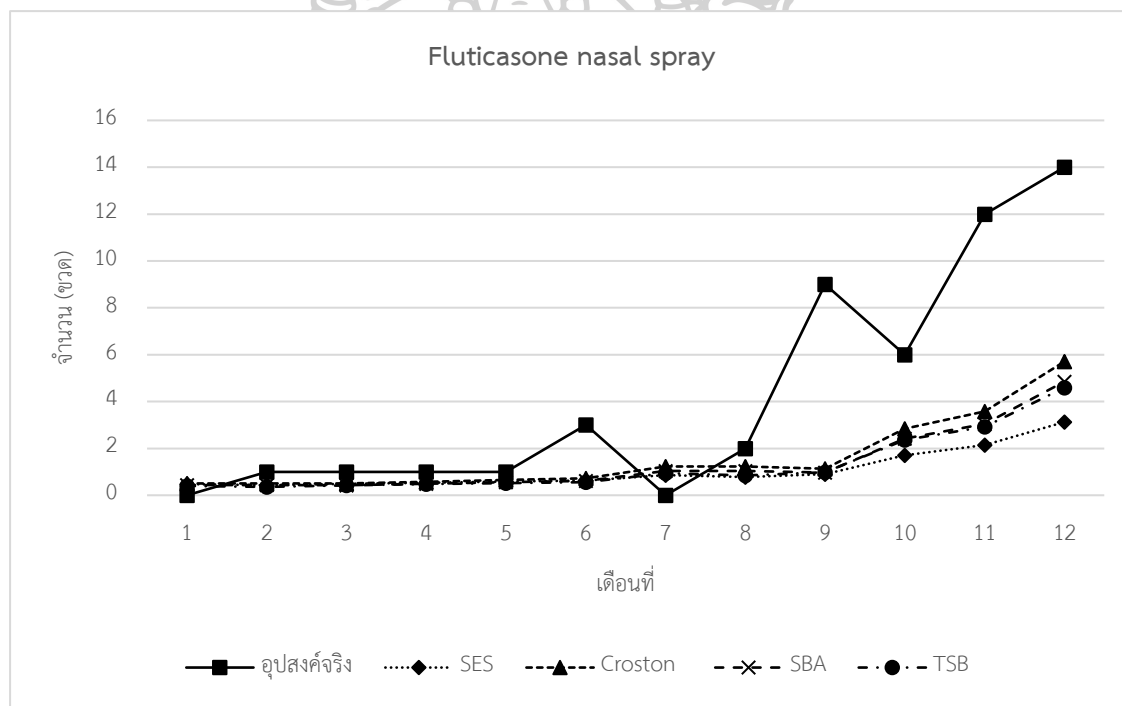
จากรูปที่ 5.3 จะพบว่าในเดือนที่ 3 ของการเกิดอุปสงค์ของยา Benzylbenzoate suspension จะมีอุปสงค์ของยาที่สูงขึ้นผิดปกติ ส่งผลให้หากมีการใช้เทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์ต่างๆ ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB แล้วอาจทำให้ค่าที่พยากรณ์ได้ไม่มีความแม่นยำเพียงพอ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากความถูกต้องในการพยากรณ์แล้วจะพบว่าค่าดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ต่ำเนื่องจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด 12 จุด แต่หากพิจารณาเป็นรายจุดแล้วจะพบว่าในช่วงเดือนที่ 3 ค่าที่พยากรณ์ได้จะต่ำกว่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงมาก ส่งผลทำให้เกิดสินค้าขาดคราวได้ ซึ่งส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูงขึ้น ในขณะที่ในช่วงเวลาระหว่างเดือนที่ 7 ถึงเดือนที่ 11 ซึ่งไม่มีอุปสงค์จริงเกิดขึ้นเลย ค่าที่พยากรณ์ได้จะสูงกว่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริง ส่งผลทำให้มีปริมาณสินค้าในคลังสินค้าที่สูงมากเกินไปเกินความต้องการซึ่งทำให้ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการใช้วิธีการเหล่านี้ในการพยากรณ์อุปสงค์อาจไม่มีความเหมาะสมเท่าที่ควร ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ 2 รูปแบบดังนี้

1. หากสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดค่าผิดปกติได้ จะสามารถใช้เทคนิคการพยากรณ์อื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับลักษณะของอุปสงค์นั้นๆ ได้ เช่น จากรูปแบบของอุปสงค์ของยา Benzylbenzoate suspension พบว่ามักมีอุปสงค์เกิดขึ้นในเดือนที่ 3 ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของอุปสงค์แบบฤดูกาล การใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ที่พิจารณาตัวแปรเกี่ยวกับฤดูกาลร่วมด้วย ได้แก่ การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winters' seasonality exponential smoothing) ก็จะทำให้ผลในการพยากรณ์แม่นยำขึ้น เป็นต้น

- หากมีการเกิดค่าผิดปกติที่ไม่สามารถอธิบายได้ซึ่งส่งผลทำให้การพยากรณ์คลาดเคลื่อน เช่น จากอุปสงค์ของยา Benzylbenzoate suspension ในปี 2562 พบว่าในเดือนที่ 3 มีอุปสงค์ของยาสูงขึ้นอย่างผิดปกติ เป็นต้น สามารถทำการตัดข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติออก จากนั้นจึงทำการพยากรณ์อุปสงค์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์ดังที่นำเสนอในการศึกษานี้ได้ ซึ่งจะทำให้ค่าที่พยากรณ์ได้จะมีความใกล้เคียงกับอุปสงค์จริงที่เกิดขึ้นมากขึ้น

นอกจากนี้สามารถแสดงตัวอย่างเพิ่มเติมของการใช้การใช้เทคนิคในการพยากรณ์อุปสงค์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย วิธี Croston วิธี SBA และวิธี TSB แล้วอาจทำให้ค่าที่พยากรณ์ได้ไม่มีความแม่นยำเพียงพอ ตัวอย่างเช่นการพยากรณ์อุปสงค์ของยา Fluticasone nasal spray ดังแสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์การเกิดอุปสงค์ในปี 2562 สำหรับยา Fluticasone nasal spray ซึ่งมีอุปสงค์รูปแบบ intermittent

จากรูปที่ 5.4 จะพบว่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นในช่วงท้ายของการพยากรณ์มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมาก ทำให้วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีอาจไม่สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ได้ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์และความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูง

เนื่องจากหากมีการวัดความแตกต่างระหว่างค่าที่พยากรณ์ได้กับอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นจุดแล้วจะพบจุดที่มีความแตกต่างกันในหลายๆ จุด โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการพยากรณ์ ซึ่งทำให้ความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าต่ำ ประกอบกับเมื่อดูข้อมูลในเชิงระบบแล้วจะพบว่ามีการเกิดยาขาดคราวเป็นจำนวนมากในหลายๆ ช่วงเวลา ซึ่งส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สูง ดังนั้นในการพยากรณ์อุปสงค์จึงอาจพิจารณาใช้วิธีการพยากรณ์ในรูปแบบอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยแนวโน้ม (trend-corrected exponential smoothing หรือ Holt's model) เป็นต้น [22]

อย่างไรก็ตามหากพบว่าค่าผิดพลาดของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเกิดค่าผิดพลาดได้ ประกอบกับยังไม่มีวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลนั้นๆ การตัดข้อมูลที่เป็ค่าผิดพลาดออกแล้วใช้วิธีที่นำเสนอในการศึกษานี้ทั้ง 4 วิธี ในการพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอก็สามารถเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งจะทำให้ค่าที่พยากรณ์ได้มีความแม่นยำมากขึ้น

ข้อจำกัดในการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกในประเทศไทยที่ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอในยาจำนวนหลายรายการ ประกอบกับการศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอในยาซึ่งยังไม่ค่อยมีการศึกษาในสินค้าประเภทนี้มากนัก แต่ทั้งนี้การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดจากการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัยว่าอุปสงค์ของยาขึ้นกับเวลา ซึ่งอุปสงค์ของยาที่เกิดขึ้นจริงอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความไม่แน่นอนของอุปสงค์นอกเหนือไปจากเวลาได้ เช่น ความไม่แน่นอนของโรค การรักษาโรค และความพร้อมของยา ความคาดหวังของผู้ป่วย แพทย์ และประกันสุขภาพที่แตกต่างกัน การคุ้มครองสิทธิบัตรและความภักดีต่อยี่ห้อของยาซึ่งเป็นตัวกำหนดอำนาจทางการตลาด ผลกระทบจากนโยบายอุตสาหกรรม นโยบายด้านสุขภาพ การเมือง และเศรษฐกิจ เป็นต้น [9]

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกในประเทศไทยที่ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอในครั้งต่อไปมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การพยากรณ์เปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์รูปแบบอื่นๆ เช่น การพยากรณ์แบบนอนพาราเมตริก หรือการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นต้น
2. การประเมินสมรรถนะของสินค้าคงคลัง (inventory performance) โดยใช้ตัวชี้วัดเชิงระบบอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาเก็บสินค้าคงคลัง (days of supply) ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย

(average inventory level) ระดับการให้บริการ (service level) หรืออัตราการหมุนของสินค้า (inventory turnover) เป็นต้น



รายการอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). **สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ (ค่ายา ค่ารักษา) ต่อค่าใช้จ่ายของครัวเรือนทั้งหมด (GDP) ปี พ.ศ. 2536-2561 รายปี**. เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน. เข้าถึงได้จาก http://social.nesdb.go.th/SocialStat/StatReport_Final.aspx?reportid=1260&template=1R1C&yeartype=M&subcatid=18
- [2] Kritchanchai, Duangpun, and Watcharaphong Meesamut. (2015). "Developing inventory management in hospital." **International Journal of Supply Chain Management** 4, 2 (June): 11-19.
- [3] Uthayakumar, R., and S. Priyan. (2013). "Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital." **Operations Research for Health Care** 2, 3 (September): 52-64.
- [4] สาลินี ชัยวีระไทย และวศิน เหลี่ยมปรีชา. (2558). "การหาค่าเหมาะที่สุดและการลดต้นทุนในการบริหารคลังเวชภัณฑ์ยา: กรณีศึกษาโรงพยาบาลรัฐแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก." **วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)** 8, 3 (กันยายน-ธันวาคม): 139-153.
- [5] วราวัลย์ จิงศิวะพรพงษ์. (2550). "การสำรวจกระบวนการและผลการปฏิบัติงานบริหารเวชภัณฑ์คลังของโรงพยาบาลในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารเภสัชกิจ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [6] Gnanasekaran, Santhi, and Kanagasabai Karthikeyan. (2016). "Recent review article on pharmaceutical inventory models." **International Journal of PharmTech Research** 9, 5 (January): 435-443.
- [7] Rachmania, Ilma Nurul, and Mursyid Hasan Basri. (2013). "Pharmaceutical inventory management issues in hospital supply chains." **Management** 3, 1 (March): 1-5.
- [8] อนุพงษ์ พึ่งศักดิ์. (2558). "ความถูกต้องและประสิทธิผลของการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับการบริหารคลังยา." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารเภสัชกรรม สาขาวิชาการจัดการทางเภสัชกรรม บัณฑิตวิทยาลัย ศิลปากร.
- [9] Candan, Gökçe, Mehmet Fatih Taşkin, and Harun Reşit Yazgan. (2014). "Demand forecasting in pharmaceutical industry using artificial intelligence: Neuro-Fuzzy approach." **Journal of Military and Information Science** 2, 2 (March): 41-49.

- [10] Merkurjeva, Galina, Aija Valberga, and Alexander Smirnov. (2019). "Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study." **Procedia Computer Science** 149, (January): 3-10.
- [11] Alves, Carlos Miguel Ferreira. (2018). "Demand forecasting in a multi-specialty hospital setting: A comparative study of machine learning and classical statistical methods." Master's thesis, Integrated Master in Informatics and Computing Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto.
- [12] Management Science for Health. (2012). **MDS-3: Managing access to medicines and health technologies**. Arlington, VA: Management Science for Health.
- [13] ดวงพรรณ กริชชาญชัย และคณะ. (2559). **โลจิสติกส์ภายในโรงพยาบาล**. นครปฐม: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการโซ่อุปทานสุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล. เข้าถึงเมื่อ 31 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก <http://www.loghealth.mahidol.ac.th/file/file-11-22-2016-10-47-16-AM.pdf>
- [14] Syntetos, Aris A., John E. Boylan, and J. D. Croston. (2005). "On the categorization of demand patterns." **Journal of the Operational Research Society** 56, 5 (May): 495-503.
- [15] อีรา ธาธิ์สูชีวกุล และวรวุฒิ หวังวีชรกุล. (2562). "การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ สำหรับอุปสงค์แบบอินเตอร์มีทเทนท์." **วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต** 5, 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 1-7.
- [16] Kostenko, Andrey V., and Rob J. Hyndman. (2006). "A note on the categorization of demand patterns." **Journal of the Operational Research Society** 57, 10 (October): 1256-1257.
- [17] Mor, Rahul S., Jitendra Nagar, and Arvind Bhardwaj. (2019). "A comparative study of forecasting methods for sporadic demand in an auto service station." **International Journal of Business Forecasting and Marketing Intelligence** 5, 1 (March): 56-70.
- [18] Regattieri, Alberto, et al. (2005). "Managing lumpy demand for aircraft spare parts." **Journal of Air Transport Management** 11, 6 (November): 426-431.
- [19] Mukhopadhyay, Somnath, Adriano O. Solis, and Rafael S. Gutierrez. (2011). "The accuracy of non-traditional versus traditional methods of forecasting lumpy demand." **Journal of Forecasting** 31, 8 (December): 721-735.
- [20] Solis, Adriano O. (2015). "Forecasting lumpy demand: statistical accuracy and inventory control performance." In **Supply management research: Aktuelle**

- Forschungsergebnisse 2015**, 79-96. Edited by Ronald Bogaschewsky, et al. Wiesbaden: Springer.
- [21] Costantino, Francesco, et al. (2018). "Spare parts management for irregular demand items." **Omega** 81, (December): 57-66.
- [22] Ghobbar, Adel A., and Chris H. Friend. (2003). "Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: A predictive model." **Computers & Operations Research** 30, 14 (December): 2097-2114.
- [23] Nenni, Maria Elena, Luca Giustiniano, and Luca Pirolo. (2013). "Demand forecasting in the fashion industry: A review." **International Journal of Engineering Business Management** 5, 37 (January): 1-6.
- [24] Saha, Esha, and Pradip Kumar Ray. (2019). "Statistical analysis of medical data for inventory management in a healthcare system." In **Analytics, operations, and strategic decision making in the public sector**, 166-186. Edited by Gerald William Evans, William E. Biles, and Ki-Hwan G. Bae. Hershey, PA: Information Science Reference.
- [25] Cheng, Chen-Yang, Kuo-Liang Chiang, and Meng-Yin Chen. (2016). "Intermittent demand forecasting in a tertiary pediatric intensive care unit." **Journal of Medical Systems** 40, 10 (August): 217.
- [26] Choopara, Pittayachai, and Jittra Rukijkanpanich. (2015). "Inventory management using demand forecasting model for medical supplies in surgery department." In **Proceedings of 23rd TheIIER International Conference**, 1-4. Venue, Singapore, April 25, 2015; n.p.: n.p.
- [27] ภัทรพร กัลยา, ปรีชา เต็มสุขสวัสดิ์ และธนัญญา วสุศรี. (2562). การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ และมีปริมาณที่แปรปรวนมาก สำหรับยาที่มีอัตราการหมุนเวียนช้า กรณีศึกษา โรงพยาบาลชุมชน ประเทศไทย." **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน** 15, 1 (มกราคม-มีนาคม): 82-92.
- [28] Cavalieri, Sergio, et al. (2008). "A decision-making framework for managing maintenance spare parts." **Production Planning & Control** 19, 4 (June): 379-396.

- [29] นพพล คณากรยิ่งยง และเจริญชัย โขมพัตรภรณ์. (2560). “การพยากรณ์ของอุปสงค์หลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษาอุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า.” **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน** 5, 1 (มกราคม-มิถุนายน): 1-11.
- [30] Syntetos, Aris A., and John E. Boylan. (2005). “The accuracy of intermittent demand estimates.” **International Journal of Forecasting** 21, 2 (April-June): 303-314.
- [31] Schultz, Carl R. (1987). “Forecasting and inventory control for sporadic demand under periodic review.” **Journal of the Operational Research Society** 38, 5 (May): 453-458.
- [32] Pour, A. Nasiri, Bahman Rostami-Tabar, and Ayub Rahimzadeh. (2008). “A hybrid neural network and traditional approach for forecasting lumpy demand.” **International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering** 2, 4 (April): 1028-1034.
- [33] Reid, R. Dan, and Nadar R. Sanders. (2005). **Operations management: An integrated approach**. 2nd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley.
- [34] Croston, J. D. (1972). “Forecasting and stock control for intermittent demands.” **Operational Research Quarterly** 23, 3 (September): 289-303.
- [35] Doszyl, Mariusz. (2019). “Intermittent demand forecasting in the enterprise: Empirical verification.” **Journal of Forecasting** 38, 5 (February): 459-469.
- [36] Teunter, Ruud H., Aris A. Syntetos, and M. Zied Babai. (2011). “Intermittent demand: Linking forecasting to inventory obsolescence.” **European Journal of Operational Research** 214, 3 (November): 606-615.
- [37] Babai, M. Zied, et al. (2018). “A new method to forecast intermittent demand in the presence of inventory obsolescence.” **International Journal of Production Economics** 209, (March): 30-41.
- [38] Petropoulos, Fotios, Nikolaos Kourentzes, and Konstantinos Nikolopoulos. (2016). “Another look at estimators for intermittent demand.” **International Journal of Production Economics** 181, (November) :154-161.
- [39] Wild, Tony. (2002). **Best practice in inventory management**. 2nd ed. Oxford: Elsevier Science.

- [40] Wallström, Peter, and Anders Segerstedt. (2010). "Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand." **International Journal of Production Economics** 128, 2 (December): 625-636.
- [41] Thomopoulos, Nick T. (2015). **Demand forecasting for inventory control**. Switzerland: Springer.
- [42] Kobbacy, Khairy A.H., and D.N. Prabhakar Murthy. (2008). **Complex system maintenance handbook**. London: Springer.
- [43] Makridakis, Spyros, Evangelos Spiliotis, and Vassilios Assimakopoulos. (2018). "Statistical and machine learning forecasting methods: Concerns and ways forward." **PLoS One** 13, 3 (March): e0194889.
- [44] Hyndman, Rob J., and George Athanasopoulos. (2014). **Forecasting: Principles and practice**. S.L.: OTexts.
- [45] Eaves, Andrew H.C., and Brian G. Kingsman. (2004). "Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts." **Journal of the Operational Research Society** 55, 4 (April): 431-437.
- [46] Teunter, Ruud H., and Laura Duncan. (2009). "Forecasting intermittent demand: A comparative study." **Journal of the Operational Research Society** 60, 3 (March): 321-329.
- [47] Doszyń, Mariusz. (2018). "New forecasting technique for intermittent demand, based on stochastic simulation. An alternative to Croston's method." **Acta Universitatis Lodzianis, Folia Oeconomica** 5, 338 (September): 41-55.
- [48] Johnston, F.R., and John E. Boylan. (1996). "Forecasting for items with intermittent demand." **Journal of the Operational Research Society** 47, 1 (January): 113-121.
- [49] Syntetos, Aris A., and John E. Boylan. (2006). "On the stock control performance of intermittent demand estimators." **International Journal of Production Economics** 103, 1 (September): 36-47.
- [50] Gutierrez, Rafael S., Adriano O. Solis, and Somnath Mukhopadhyay. (2008). "Lumpy demand forecasting using neural networks." **International Journal of Production Economics** 111, 2 (February): 409-420.

- [51] Teunter, Ruud, and Babangida Sani. (2009). "On the bias of Croston's forecasting method." **European Journal of Operational Research** 194, 1 (April): 177-183.
- [52] Hyndman, Rob J., and Anne B. Koehler. (2006). "Another look at measures of forecast accuracy." **International Journal of Forecasting** 22, 4 (October-December): 679-688.
- [53] Yang, Youpeng, et al. (2021). "A modified Teunter-Syntetos-Babai method for intermittent demand forecasting." **Journal of Management Science and Engineering** 6, 1 (March); 53-63.
- [54] Sayed, Hanaa E., Hossam A. Gabbar, and Shigeji Miyazaki. (2010). "Design of demand forecasting expert system for dynamic supply chains." In **Expert systems**, 137-160. Edited by Petrică Vizureanu. Vukovar: Intech.
- [55] Sürie, Christopher, and Michael Wagner. (2008). "Supply chain analysis." In **Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies**, 37-63. Edited by Hartmut Stadtler and Christoph Kilger. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [56] Hemeimat, Raghad, et al. (2016). "Forecasting spare parts demand using statistical analysis." **American Journal of Operations Research** 6, 2 (March): 113-120.





ภาคผนวก

การพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



มหาวิทยาลัยศิลปากร

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

รหัสโครงการ: REC 63.0206-014-0647

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับยาที่มีอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอ
สำหรับโรงพยาบาลสามร้อยยอด

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ): The study of demand forecasting techniques for drugs with sporadic demand
for Samroi yod hospital

ผู้วิจัยหลัก: นายณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์

สังกัด: คณะเภสัชศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 01 ฉบับลงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563
2. แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ฉบับภาษาไทย)
เวอร์ชัน 01 ฉบับลงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยยึดหลักเกณฑ์
ตามคำประกาศ เฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย
ข้อบังคับ และข้อกำหนดภายในประเทศ



(ศาสตราจารย์ ดร.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

หมายเลขใบรับรอง COE 63.0212-012

วันที่รับรอง: 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์
6 ถนนราชมรรคาโน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000
โทร 0-3425-5808 โทรสาร (Fax) : 0-3425-5808
email : su.ethicshuman@gmail.com

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณัฐพล ไทยอุดมทรัพย์
วัน เดือน ปี เกิด	22 เมษายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
วุฒิการศึกษา	เกียรตินิยมอันดับ 1 สาขาการบริหารทางเกษตรกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	374 หมู่ 4 ต.ศาลาลัย อ.สามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77180

