การพัฒนาตัวแบบสำหรับการจัดการยาคงคลังในกลุ่มที่มีมูลค่าสูงและมีความสำคัญต่อชีวิต: กรณีศึกษาโรงพยาบาล

ระวี สุวรรณเดโชไชย[1], นิสกา ม่วงพัฒน์[2]

[1] ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

272 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

E-mail scrsw@mahidol.ac.th

[2] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

E-mail gluesci@hotmail.com

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการยาคงคลังในโรงพยาบาลให้เหมาะสมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาที่มีความสำคัญมากต่อชีวิตของผู้ป่วยซึ่งไม่ควรเกิดการขาดแคลน ดังนั้นโรงพยาบาลส่วนใหญ่จึงสำรองยาคงคลังให้มีปริมาณมากเกินพอ อย่างไรก็ตามการสำรองยาคงคลังในปริมาณมากจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการบริหารจัดการยาคงคลังของโรงพยาบาล หากสำรองน้อยเกินไปจะเกิดการขาดแคลน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการยาคงคลังในโรงพยาบาล เพื่อให้มีการสำรองยาคงคลังในปริมาณที่เหมาะสม การศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษายาคงคลังในกลุ่มที่มีมูลค่าสูงและมีสำคัญมากต่อชีวิต (AV) ของโรงพยาบาลรัฐบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง จากนั้นทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มและการแจกแจงของความต้องการใช้ยา และพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณหาจุดสั่งซื้อ ปริมาณการสั่งซื้อ และระดับยาคงคลังสูงสุดที่เหมาะสม จากนั้นเปรียบเทียบตัวแบบที่ได้กับตัวแบบปัจจุบันของการจัดการยาคงคลังกลุ่ม AV ของโรงพยาบาล ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ถ้าโรงพยาบาลสั่งซื้อยาตามตัวแบบที่พัฒนาจะทำให้ปริมาณยาคงคลังเฉลี่ยลดลงประมาณ 12.70% หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 535,038 บาท และจำนวนครั้งในการสั่งซื้อยาเฉลี่ยต่อปีลดลง 17.26% ดังนั้นตัวแบบที่พัฒนานี้สามารถลดปริมาณยาคงคลังและต้นทุนในการบริหารจัดการยาคงคลังของโรงพยาบาลได้ ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับโรงพยาบาลอื่นๆ ในการบริหารจัดการยาคงคลังต่อไป

คำสำคัญ: การบริหารยาคงคลังในโรงพยาบาล; การแจกแจงของความต้องการ; จุดสั่งซื้อ; ปริมาณการสั่งซื้อ

Abstract

Appropriate medicine inventory management in a hospital is highly important because it has a direct effect on patients especially the medicine that is vital to the life. Therefore, this type medicine should not have a shortage. Many hospitals have stocked medicine in their inventory. However, when medicine inventory is too high, it increases the cost of management. If the medicine inventory is kept too few, shortage may occur. Therefore, this paper aims to developing mathematical model to handle medicine inventory so that the hospital can stock at proper amount of medicine. High-value and vital (AV-type) medicine is considered in this study. We first analyzed demand trend and demand distribution and developed mathematic model to calculate suitable reorder point, appropriate order quantity, and maximum stock level. Finally, comparison between the proposed and the current policy is determined for AV-type medicine stock. The result shows that if the hospital orders medicine according to the developed model, the average medicine stock reduces about 12.70% or 535,038 baht and the average number of order per year reduces about 17.26%. Thus the developed model can reduce medicine stock and cost of medicine management. This result can be a guideline for hospitals in medicine inventory management.

.

Keywords: Medicine inventory management in hospital; demand distribution; reorder point; order quantity

1. ที่มาและความสำคัญ

การบริหารจัดการยาคงคลังในโรงพยาบาลเป็นสิ่งสำคัญและเป็นการสร้างความสมดุลในซัพพลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่บริษัทผู้ผลิตยาจนถึงผู้มารับบริการ [4] การบริหารยาคงคลังที่ดีจะทำให้โรงพยาบาลมีระดับยาคงคลังต่ำแต่ไม่กระทบต่อการให้บริการผู้ป่วย คลังยาที่ดีจะต้องมียาที่มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอสำหรับผู้ป่วย ไม่เกิดการขาดแคลนยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาที่มีความสำคัญต่อชีวิตของผู้ป่วย การสำรองยาคงคลังจำนวนมากเกินพอย่อมรับประกันได้ว่าจะไม่เกิดการขาดแคลนยา แต่ทั้งนี้การจัดเก็บยาคงคลังที่มากเกินความจำเป็นจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการบริหารจัดการและการเก็บรักษายาให้กับโรงพยาบาล ในทางกลับกันถ้ามีปริมาณยาคงคลังต่ำเกินไปจะมีผลต่อผู้ป่วยทั้งด้านร่างกายและจิตใจ เช่น ไม่สามารถช่วยผู้ป่วยได้ทันท่วงที ผู้ป่วยไม่เชื่อมั่นในการรับบริการและเกิดความลังเลที่จะใช้บริการในครั้งต่อไป ดังนั้นการมีปริมาณยาคงคลังสูงหรือต่ำเกินไปย่อมเกิดผลกระทบต่อการบริหารยาคงคลังทั้งสิ้น

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย[1, 3, 6, 7]ส่วนใหญ่พบว่า การบริหารจัดการยาคงคลังจะเน้นศึกษาการหาปริมาณสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมภายใต้สมมุติฐานของ “ปริมาณความต้องการใช้ยาคงที่หรือมีการแจกแจงแบบปกติ” ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป แต่จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ารูปแบบความต้องการใช้ยาไม่ได้มีความต้องการคงที่หรือมีการแจกแจงแบบปกติเสมอไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการยาคงคลังในกลุ่มที่มีมูลค่าสูงและมีความสำคัญมากต่อชีวิต (AV: high value and vital) และเปรียบเทียบตัวแบบที่พัฒนากับตัวแบบปัจจุบันของโรงพยาบาล โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของคลังยาและตัวแบบที่ใช้ในการจัดซื้อยากลุ่ม AV ของโรงพยาบาล และนำเสนอตัวแบบในการจัดซื้อยาที่เหมาะสม

2. ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจำแนกสินค้าคงคลัง

เนื่องจากสินค้าคงคลังแต่ละชนิดมีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงมีผู้เสนอแนวคิดในการจำแนกสินค้าคงคลังเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมดูแล โดยแนวคิดนี้เริ่มจาก Vilfredo Pareto ที่เสนอการจำแนกสินค้าคงคลังตามมูลค่าหมุนเวียนของสินค้าหรือการวิเคราะห์สินค้าคงคลังด้วยระบบ ABC ในปี ค.ศ. 1906 ซึ่งแนวคิดของ Pareto ถือเป็นต้นแบบในการจัดการสินค้าคงคลังอย่างหนึ่ง[5] และในการศึกษาครั้งนี้ใช้แนวคิดการจำแนกสินค้าคงคลัง 2 แนวคิด คือ 1) การจำแนกสินค้าคงคลังด้วยระบบ ABC Analysis เป็นการแบ่งกลุ่มสินค้าคงคลังตามปริมาณและมูลค่าหมุนเวียนรายปี โดยกลุ่ม A คือกลุ่มที่มีมูลค่าหมุนเวียนรายปีมากที่สุด มีสินค้าคงคลังประมาณ 5-10% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด และมีมูลค่าหมุนเวียนประมาณ 75-80% ของมูลค่าทั้งหมด และ 2) การจำแนกสินค้าคงคลังด้วยระบบ VEN Analysis เป็นการแบ่งกลุ่มสินค้าคงคลังตามความจำเป็นหรือความสำคัญในการใช้ โดยทั่วไปมักใช้ในการแบ่งเวชภัณฑ์ยา โดยกลุ่ม V คือยาที่มีความสำคัญมากที่สุดหรือเป็นยาที่มีความสำคัญในการช่วยชีวิต จำเป็นต่อการรักษา ขาดไม่ได้ ต้องมีอยู่ในคลัง และจากความสำคัญดังกล่าวนี้ จึงมีนักวิจัยหลายท่านได้จำแนกสินค้าคงคลังเพื่อใช้ในการจัดการสินค้านั้น เช่น [9]ได้เสนอแนวทางการจัดการสินค้าคงคลังที่เรียกว่า ABC-Fuzzy Classification (ABC-FC) [3]ใช้การแบ่งเวชภัณฑ์คงคลังตาม ABC Analysis สำหรับการจัดการเวชภัณฑ์คงคลังของห้องปฏิบัติการเภสัชชุมชน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ [7]ได้ใช้แนวคิดของ ABC ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารคลังเวชภัณฑ์ยา กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลอุดรธานี [6]ได้นำระบบ ABC มาแบ่งกลุ่มเวชภัณฑ์คง

คลังของสถานบริการสุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ [2]ได้จำแนกยาตาม ABC/VEN Analysis ซึ่งประโยชน์ของการจัดกลุ่มยาตาม ABC/VEN Analysis คือ การแบ่งประเภทยาเพื่อให้ทราบว่ายากลุ่มใดควรให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษ หรือกลุ่มใดให้ความสำคัญแบบปกติ

2.2 การพยากรณ์

ในการจัดการสินค้าคงคลังโดยทั่วไป การพยากรณ์ความต้องการใช้สินค้ามีความสำคัญมาก [1,5] เพราะค่าความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์จะถูกนำมาใช้ในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและวางแผนการจัดซื้อ เพื่อให้มีวัตถุดิบเพียงพอสำหรับการผลิต หรือมีสินค้าสำเร็จรูปเพียงพอต่อการขาย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พยากรณ์ความต้องการใช้ยาด้วยการหาแนวโน้มและรูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสม โดยการหาแนวโน้มใช้วิธี Curve Estimate และการหาการแจกแจงใช้ วิธี Fit Distribution

การหาแนวโน้มที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้พิจารณา ค่า R-Square และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่น้อยที่สุด (Mean Square Error : MSE)

$$MSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n}$$

เมื่อ Y_i หมายถึง ค่าข้อมูลที่แท้จริง

$\hat{Y}_i$ หมายถึง ค่าพยากรณ์

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

การเปรียบเทียบการแจกแจงที่เหมาะสม สำหรับการหาการแจกแจงในงานวิจัยนี้ใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐาน สำหรับการทดสอบการแจกแจง A ใดๆ คือ H_0 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจง A

H_1 : สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่ได้มีการแจกแจง A

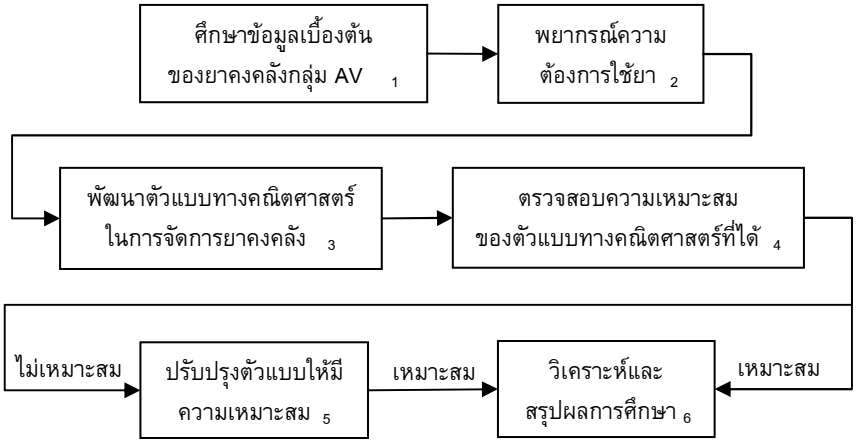
2.3 การจัดการสินค้าคงคลัง

ธุรกิจแต่ละประเภทมีการจัดการสินค้าคงคลังแตกต่างกัน [8] แต่มีวัตถุประสงค์เหมือนกัน คือ เพื่อหาแนวทางในการกำหนดจำนวนสินค้าคงคลังให้เพียงพอกับความต้องการลูกค้า โดยที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด หรือ การวิเคราะห์ว่าเวลาใดควรทำการสั่งซื้อสินค้าคงคลังมาเพิ่ม และควรสั่งซื้อเป็นปริมาณเท่าใด สำหรับงานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบในการจัดซื้อยา จากตัวแบบ (s,S) คือ เมื่อระดับยาคงคลังรวมกับปริมาณของยาที่อยู่ระหว่างการจัดส่งได้ลดลงมาอยู่ที่ระดับ s หน่วยหรือต่ำกว่า จะทำการสั่งซื้อยาเพื่อเติมเต็มที่ระดับ S หน่วย ซึ่งการสั่งยาแต่ละครั้งจะสะท้อนถึงความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง เพราะถ้าสั่งบ่อยแสดงว่ายามีการหมุนเวียนเร็ว แต่ถ้าสั่งนานๆครั้งแสดงว่ายามีการหมุนเวียนช้า

3. ระเบียบวิธีในการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาตัวแบบสำหรับการจัดการยาคงคลัง โดยมีวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของยาคงคลังกลุ่ม AV โดยการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับคลังยาในด้านการบริหารจัดการคลังยา ตัวแบบการสั่งยา ระดับการให้บริการสำหรับยาแต่ละประเภท และทำการรวบรวมข้อมูลตามที่ผู้ให้ข้อมูลสามารถให้ได้ เช่น ข้อมูลการจ่ายยาให้กับผู้มารับบริการ ระดับการให้บริการเริ่มต้นของยา ระยะเวลานำของการสั่งซื้อยา



รูปที่ 1: วิธีการวิจัย

2) การพยากรณ์ความต้องการใช้ยา เริ่มจากการทดสอบแนวโน้มด้วยวิธี Runs Test จากนั้นถ้าข้อมูลมีแนวโน้มจะหาแนวโน้มด้วย Curve Estimation และพิจารณาความเหมาะสมของแนวโน้มโดยการพิจารณาค่า R-Square และค่า MSE จากนั้นทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3) การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการยาคงคลัง เพื่อคำนวณหาจุดสั่งซื้อ ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม สำหรับยาในกลุ่ม AV

4) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ โดยการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดระหว่างตัวแบบที่ได้กับตัวแบบปัจจุบันของโรงพยาบาล ซึ่งมีดัชนีชี้วัด คือ (1) ปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย (2) จำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ย (3) จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ย และ (4) ปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ย

5) ทำการปรับปรุงตัวแบบที่ได้ให้มีความเหมาะสม

6) วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

4.1 กระบวนการทำงานของคลังยาและตัวแบบที่ใช้ในการจัดซื้อยากลุ่ม AV ของโรงพยาบาล

กระบวนการทำงานของคลังยา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1) การสั่งซื้อยา: กระบวนการนี้เริ่มตั้งแต่ตรวจสอบปริมาณยาคงคลังในระบบคอมพิวเตอร์ ถ้ายาคงคลังต่ำกว่า 70-80% ของยอดใช้เฉลี่ยรายเดือน ระบบคอมพิวเตอร์จะแจ้งเตือน เภสัชกรจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าต้องสั่งซื้อยาหรือไม่ โดยจะสั่งซื้อให้ปริมาณยาในคลังโดยรวมมีปริมาณ 120-150% ของยอดการใช้เฉลี่ยต่อเดือน จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการอนุมัติคำสั่งซื้อและทำการสั่งซื้อ

2) การรับยาเข้าคลัง: กิจกรรมนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบความถูกต้องของรายการยาและการรับยาเข้าคลัง โดยช่วงเช้าทำการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารต่าง ๆ และแจกบัตรคิว หากพบความผิดพลาดของเอกสารจะไม่รับยาเข้าคลัง ในช่วงบ่ายจะมีกรรมการตรวจรับยาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของยา สุดท้ายเจ้าหน้าที่คลังจะนำยาไปเก็บ และปรับยอดปริมาณยาคงคลัง

3) การตรวจสอบยาคงคลัง: กิจกรรมนี้เป็นการตรวจสอบว่าปริมาณยาที่มีในคลัง (stock) ตรงกับปริมาณยาคงคลังในระบบคอมพิวเตอร์ (inventory) หรือไม่ จะตรวจสอบประมาณ 3 เดือนต่อครั้ง ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 5 วันต่อการตรวจสอบหนึ่งครั้ง โดยเริ่มจากการตรวจนับยา ไปจนถึงปรับปรุงยอดในระบบคอมพิวเตอร์ รวมถึงหาสาเหตุและแก้ไขในกรณีที่ข้อมูลไม่ตรงกัน

4) การจ่ายยาไปยังห้องยา: กิจกรรมนี้เป็นการทำงานของคลังยา เริ่มจากการรับใบเบิกยาจากห้องยาย่อย จัดยา จ่ายยาให้กับห้องยาย่อย และปรับปรุงข้อมูลปริมาณยาคงเหลือ โดยแบ่งเจ้าหน้าที่คลังยาออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเบิกกับกลุ่มตรวจสอบ โดยกลุ่มเบิกมีหน้าที่ในการเขียนเบิกและหยิบยา จากนั้นกลุ่มตรวจสอบจะตรวจสอบข้อมูล สุดท้ายเจ้าหน้าที่คลังยาจะทำการปรับปรุงข้อมูลปริมาณยาคงคลังในคอมพิวเตอร์

ตัวแบบที่ใช้ในการจัดซื้อยากลุ่ม AV ของโรงพยาบาลศึกษา คือ ฝ่ายจัดซื้อจะทำการสั่งซื้อยาเมื่อระดับยาคงคลังลดลงมาถึง 80% ของยอดการใช้เฉลี่ยรายเดือน และทำการสั่งซื้อในปริมาณที่ทำให้ระดับยาคงคลังกลับไปอยู่ที่ 150% ของยอดใช้เฉลี่ยรายเดือน

4.2 การพยากรณ์ความต้องการใช้ยา

จากข้อมูลยาคงคลังในกลุ่ม AV ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบความต้องการใช้ยา โดยหาแนวโน้มและการแจกแจงของข้อมูลการใช้ยาต่อสัปดาห์ ซึ่งผลการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ยาในกลุ่ม AV

กลุ่ม	แนวโน้ม	การแจกแจง	ชนิดของยา	สมการพยากรณ์ความต้องการใช้ยาต่อสัปดาห์	
1.	ไม่มี	ปกติ	12	ALBK-I-	NORM (304.06, 121.37)
				ALPN-I-[1]	NORM (37.00, 25.98)
				COTL-I-	NORM (79.98, 42.318)
				DFRL-I-	NORM (541.90, 223.23)
				GAMR1I-	NORM (55.99, 32.34)
				HEMF2I-	NORM (45.56, 24.05)
				LOSV-I-	NORM (466.63, 86.80)
				MERN2I-	NORM (307.42, 99.47)
				NEXM-I-	NORM (166.35, 62.747)
				SDTT1I-	NORM (97.25, 60.65)
				TIEN-I-	NORM (112.81, 62.47)
				VFEN-I-	NORM (15.37, 13.25)
2.	ไม่มี	แกมมา	1	VIAG-T-	GAMM(106.00, 1.19)
3.	ไม่มี	เอกซ์โพเนนเชียล	1	VIAG1T-	EXPO (56.60)
4.	มี	ปกติ	2	BERF-X-[2]	NORM (2,452.420+6.467t, 403.235)
				INVZ-I-[2]	NORM (100.195+0.884t+0.002t^2, 20.191)

หมายเหตุ

[1] สมการพยากรณ์ยา ALPN-I- ใช้สำหรับกรณีที่ยาอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลสำหรับยา ALPN-I- ในช่วงเวลาที่ศึกษาเคยเป็นยาที่อยู่นอกบัญชียาหลักแห่งชาติ

[2] ยา BERF-X- และ ยา INVZ-I- มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้น โดย t = จำนวนสัปดาห์ที่นับต่อจากเดือนธันวาคม ปี 2550 *(t=0,1,2,…)*

สัญลักษณ์ต่าง ๆของสมการพยากรณ์ มีดังนี้

NORM(μ, σ) คือ การแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของข้อมูล μ และ ความแปรปรวนของข้อมูล σ^2

GAMM(β, α) คือ การแจกแจงแบบแกมมา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของข้อมูล $\alpha\beta$ และ ความแปรปรวนของข้อมูล $\alpha\beta^2$

EXPO($1/\lambda$) คือ การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของข้อมูล $1/\lambda$ และ ความแปรปรวนของข้อมูล $1/\lambda^2$ (การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบแกมมาชนิดหนึ่ง โดยที่ $\alpha = 1$ และ $\beta = 1/\lambda$)

4.3 การพัฒนาตัวแบบในการจัดซื้อยา

การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการยาคงคลังในงานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบการสั่งซื้อยา (s, S) โดยมีสัญลักษณ์สำหรับตัวแบบในการสั่งซื้อยา ดังต่อไปนี้

D	คือ	ความต้องการใช้ยาต่อสัปดาห์
S	คือ	ระดับยาคงคลังสูงสุด (หน่วย)
s	คือ	ระดับยาคงคลังที่จุดสั่งซื้อยา (หน่วย)
Q	คือ	ปริมาณการสั่งซื้อยา (หน่วย)
L	คือ	ระยะเวลานำ คิดตั้งแต่วันที่สั่งซื้อยาถึงวันที่ได้รับยา (วัน)
M	คือ	ระยะเวลาที่ต้องการสำรองยาคงคลัง (วัน)
n	คือ	จำนวนวันในหนึ่งสัปดาห์
sl	คือ	ระดับการให้บริการ โดยที่ $0 < sl < 1$
k	คือ	จำนวนยาที่ทราบล่วงหน้าแน่นอนว่าจะใช้เป็นกรณีพิเศษ
d_t	คือ	ค่าพยากรณ์ความต้องการยาในสัปดาห์ที่ t กรณีที่ความต้องการมีแนวโน้ม เมื่อ $t =$ จำนวนสัปดาห์ที่นับต่อจากเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 $(t = 0,1,2,...)$

การคำนวณจุดสั่งซื้อยา

การกำหนดจุดสั่งซื้อยาขึ้นอยู่กับระดับการให้บริการที่โรงพยาบาลกำหนดและความต้องการในช่วงเวลานำ ดังนั้นจุดสั่งซื้อยาสามารถคำนวณจากความน่าจะเป็นของความต้องการในช่วงเวลานำน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อจะเท่ากับระดับการให้บริการ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\mathrm{P}(D_{\mathrm{L}} \le s) = sl \qquad (1)$$

ในงานวิจัยนี้จะคำนวนจุดสั่งซื้อสำหรับ รูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) ความต้องการใช้ยาไม่มีแนวโน้มและมีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลานำ

$\mu_L = L\frac{\mu_{week}}{n}$ และความแปรปรวนในช่วงเวลานำ $\sigma_L = \sqrt{L}\frac{\sigma_{week}}{\sqrt{n}}$

$$\mathrm{s} = \frac{L \cdot \mu_{week} + \mathrm{z} \cdot \sqrt{\mathrm{nL}}\sigma_{week}}{n}$$

2) *ความต้องการใช้ยาไม่มีแนวโน้มและมีการแจกแจงแบบแกมมา* มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลานำ $\frac{L\alpha\beta}{n}$ และ ความแปรปรวนในช่วงเวลานำ $L\cdot\left(\frac{\alpha\beta}{n}\right)^2$

$$\frac{1}{(L-1)!}\left(\frac{n}{\alpha\beta}\right)^L\int_0^s x^{L-1}e^{\frac{-nx}{\alpha\beta L}}\,dx=\mathrm{sl}$$

หมายเหตุ การคำนวณจุดสั่งซื้อยาใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้ฟังก์ชัน

GAMMAINV(probability, alpha, beta) = GAMMAINV (sl , $L, \frac{\alpha\beta}{n}$)

3) *ความต้องการใช้ยาไม่มีแนวโน้มและมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล* มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลานำ $\frac{L}{n\lambda}$ และความแปรปรวนในช่วงเวลานำ $\frac{L}{n\lambda^2}$

$$\frac{\lambda^{\frac{L}{n}}}{\Gamma(\frac{L}{n})}\int_0^s e^{-x\lambda}x^{\frac{L}{n}-1}\,dx=\mathrm{sl}$$

หมายเหตุ การคำนวณจุดสั่งซื้อยาใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้ฟังก์ชัน

GAMMAINV(probability, alpha, beta) = GAMMAINV (sl , $\frac{L}{n}, \frac{1}{\lambda}$)

4) *ความต้องการใช้ยามีแนวโน้มและมีการแจกแจงปกติ* มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลานำ μ_L และความแปรปรวนในช่วงเวลานำ σ_L

$$\mathrm{s}=\int_{t=c}^{t=d} f(d_t)dt+\mathrm{z}\sqrt{\mathrm{L}}\sigma_{day} \qquad \text{เมื่อ} \quad d-c=L$$

$c=(t_w-1)+\frac{t_d}{27}$ คือ วันที่สั่งซื้อยา

$d=(t_w-1)+\frac{t_d}{27}$ คือ วันที่ได้รับยา

ค่า (t_w,t_d) ของ c ไม่เท่ากับ ค่า (t_w,t_d) ของ d

$t_w=0,1,2,...$ คือ สัปดาห์ที่นับต่อจากเดือนธันวาคม ปี 2550

$t_d=1,2,...,7$ เมื่อ 1=จันทร์, 2=อังคาร, 3=พุธ, 4=พฤหัส, 5=ศุกร์, 6=เสาร์, 7=อาทิตย์

การคำนวณระดับยาคงคลังสูงสุด

เนื่องจากโรงพยาบาลต้องเก็บยาให้เพียงพอสำหรับ M วันดังนั้นระดับยาคงคลังสูงสุดจะคำนวณจากความต้องการสำรองยาคงคลังเพื่อให้มีใช้เพียงพอในระยะเวลาที่กำหนด จากวันที่ a ถึงวันที่ b บวกด้วยปริมาณที่ทราบแน่นอนว่าจำเป็นต้องใช้ และบวกด้วยปริมาณยาคงคลังที่จุดสั่งซื้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ในตารางที่ 2

การคำนวณปริมาณยาที่สั่งซื้อ

คำนวณจากระดับยาคงคลังสูงสุดลบด้วยระดับยาคงคลังที่จุดสั่งซื้อ และหารจำนวนทั้งหมดด้วยขนาดบรรจุภัณฑ์ และปัดเศษขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม

$$Q = \frac{S - s}{p}$$ โดยที่ p คือ จำนวนยาในบรรจุภัณฑ์

การพัฒนาตัวแบบในการสั่งซื้อยาทั้ง 4 กรณีตามการจัดกลุ่มของแนวโน้มและการแจกแจงของความต้องการใช้ยา สามารถสรุปได้ดังข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: สมการของตัวแบบในการสั่งซื้อยากลุ่ม AV สำหรับรูปแบบความต้องการใช้ยาต่างๆ

รูปแบบความต้องการใช้ยาต่อสัปดาห์ (D)	**s ระดับยาคงคลังที่จุดสั่งซื้อ (หน่วย)**	**S ระดับยาคงคลังสูงสุด (หน่วย)**	**Q ปริมาณการสั่งซื้อ (หน่วย)**
ไม่มีแนวโน้มและ มีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยพารามิเตอร์ (μ, σ)	$\frac{L \cdot \mu_{week} + \mathrm{z} \cdot \sqrt{\mathrm{nL}}\sigma_{week}}{n}$	$M\frac{\mu_{week}}{n} + k + s$	$\frac{S - s}{p}$
ไม่มีแนวโน้มและ มีการแจกแจงแบบแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ (β, α)	$\frac{1}{(L-1)!}\left(\frac{n}{\alpha\beta}\right)^{L}\int_{0}^{s} x^{L-1}e^{\frac{-nx}{\alpha\beta L}}\,dx = \mathrm{sl}$	$M\frac{\alpha\beta}{n} + k + s$	
ไม่มีแนวโน้มและ มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยพารามิเตอร์ ($1/\lambda$)	$\frac{\lambda^{\frac{L}{n}}}{\Gamma(\frac{L}{n})}\int_{0}^{s} e^{-x\lambda}x^{\frac{L}{n}-1}\,dx = \mathrm{sl}$	$M\frac{1}{n\lambda} + k + s$	
มีแนวโน้มและ มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ (d_t, σ)	$\int_{t=c}^{t=d} f(d_t)dt + \mathrm{z}\sqrt{\mathrm{L}}\sigma_{day}$	$\int_{t=a}^{t=b} f(d_t)dt + k + s$	

4.4 การเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดของยาคงคลัง ระหว่างตัวแบบที่พัฒนากับตัวแบบของโรงพยาบาล

ตัวแบบการสั่งซื้อยาที่พัฒนา (s, S) จะสั่งซื้อยาให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ 1 เดือน และกำหนดระดับการให้บริการตั้งแต่ 98% เป็นต้นไป เพราะยากลุ่ม AV มีความสำคัญมากที่สุด และเป็นระดับการให้บริการที่เภสัชกรของโรงพยาบาลที่ศึกษาได้กำหนดให้ ซึ่งระดับการให้บริการสำหรับยาในกลุ่ม AV สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบเบื้องต้นดังต่อไปนี้

- ระดับการให้บริการตั้งแต่ 99.90% สำหรับยาในกลุ่ม AV ที่ไม่มียาชนิดใดใช้ทดแทนได้
- ระดับการให้บริการตั้งแต่ 99.00% สำหรับยาในกลุ่ม AV ที่มียาชนิดอื่นสามารถใช้ทดแทนได้ และเป็นยาในบัญชียาหลักแห่งชาติ
- ระดับการให้บริการตั้งแต่ 98.00% สำหรับยาในกลุ่ม AV ที่มียาชนิดอื่นสามารถใช้ทดแทนได้ แต่ไม่ได้อยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ (อยู่นอกบัญชียาหลักแห่งชาติ)

การเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดของยาคงคลัง ได้ทำการจำลองสถานการณ์โดยกำหนดช่วงเวลา คือ 1 ปี และทำการจำลองสถานการณ์ทั้งสิ้น 30 รอบ ข้อมูลยาคงคลังเริ่มต้นคำนวณจากข้อมูลยาคงคลัง ณ ปลายเดือนธันวาคม 2550 ระยะเวลานำ (L) คำนวณจากระยะเวลานำเฉลี่ยของยา โดยมีดัชนีชี้วัดยาคงคลัง 4 ดัชนี คือ 1) ปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย 2) จำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ย 3) จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ย และ 4) ปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ย ซึ่งผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3: การเปรียบเทียบปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย และจำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ยระหว่างตัวแบบที่พัฒนา (s, S) กับตัวแบบปัจจุบันของยากลุ่ม AV

ดัชนีชี้วัด	ปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย (หน่วย)			จำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ย (ครั้ง)			มูลค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง (บาท)
ยา	ตัวแบบที่พัฒนา	ตัวแบบปัจจุบัน	ความแตกต่าง(%)	ตัวแบบที่พัฒนา	ตัวแบบปัจจุบัน	ความแตกต่าง(%)	
ALBK-I-	1,168.71	1,180.59	-1.01	13.50	15.10	-10.60	-16,144.18
ALPN-I-	152.66	162.56	-6.09	15.40	16.80	-8.33	-35,600.07
BERF-X-	6,937.82	8,204.19	-15.44	12.37	17.73	-30.26	-45,589.15
COTL-I-	300.59	326.00	-7.79	13.47	15.13	-11.01	-9,046.17
DFRL-I-	1,900.57	2,186.82	-13.09	13.17	14.93	-11.83	-63,262.03
GAMR1I-	231.22	219.89	5.15	15.10	16.20	-6.79	137,817.11
HEMF2I-	169.55	155.84	8.80	14.03	16.87	-16.80	68,420.38
INVZ-I-	324.68	393.66	-17.52	12.23	18.97	-35.50	-113,809.32
LOSV-I-	1,298.11	1,569.13	-17.27	11.87	17.00	-30.20	-108,408.07
MERN2I-	900.44	1,027.59	-12.37	12.43	17.97	-30.80	-187,422.13
NEXM-I-	536.21	603.00	-11.08	12.37	16.87	-26.68	-26,647.88
SDTT1I-	391.82	390.70	0.29	14.60	16.43	-11.16	837.12
TIEN-I-	443.54	519.06	-14.55	13.07	14.87	-12.11	-54,750.74
VFEN-I-	71.49	78.57	-9.01	16.50	16.43	0.41	-47,926.04
VIAG-T-	471.67	567.84	-16.94	11.10	13.47	-17.57	-40,775.36
VIAG1T-	320.83	307.22	4.43	10.80	11.47	-5.81	7,268.45
รวม	15,619.91	17,892.66	**-12.70**	212.00	256.23	**-17.26**	**-535,038.08**

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบตัวแบบที่พัฒนากับตัวแบบของโรงพยาบาลสำหรับยากลุ่ม AV ทั้ง 16 ชนิด ของดัชนีชี้วัดปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย และจำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ย พบว่าส่วนมากตัวแบบที่พัฒนาทำให้ปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ย และจำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ยลดลง ส่งผลให้ปริมาณงานที่ต้องทำและค่าใช้จ่ายในการสำรองยาคงคลังลดลง ซึ่งถ้าโรงพยาบาลใช้นโยบายที่ได้พัฒนาในการสั่งซื้อยาในกลุ่ม AV ทั้ง 16 ชนิดจะสามารถลดค่าใช้จ่ายของการสำรองยาคงคลังได้ประมาณ 535,038.08 บาท โดยยา MERN2I- สามารถลดมูลค่ายาคงคลังได้มากที่สุดคือ ประมาณ 187,422.63 บาท รองลงมาคือ INVZ-I- ลดมูลค่ายาคงคลังได้ 113,809.32 บาท และ ยา INVZ-I- สามารถลดจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีได้มากที่สุด คือ 35.50% หรือประมาณ 6.74 ครั้ง

ตารางที่ 4 การพิจารณาดัชนีชี้วัด จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ยและปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ย พบว่าตัวแบบที่พัฒนาสามารถลดการขาดแคลนยา ส่งผลให้สามารถให้บริการผู้ป่วยได้มากกว่าเดิม การสูญเสียลูกค้าลดลงและเป็นการสร้างความพึงพอใจและความมั่นใจให้กับผู้ป่วยที่มาใช้บริการ และสำหรับยาบางชนิดที่ความต้องการใช้มีความแปรปรวนสูงมาก ผู้วิจัยได้เพิ่มระดับการให้บริการ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการขาดแคลนยา เช่น ยา VFEN-I- มีสมการความต้องการต่อสัปดาห์ คือ NORM (15.37, 13.25) และมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความต้องการรายวัน 5.20 ได้ทำการเพิ่มระดับการให้บริการจาก 98.00% เป็น 99.80% และตัวแบบที่พัฒนาของยาบางชนิดที่มี

การขาดแคลนเท่ากับตัวแบบปัจจุบัน เนื่องจากปริมาณยาคงคลังเริ่มต้นน้อยกว่าจุดสั่งซื้อทำให้เกิดการขาดแคลนยาระหว่างรอการจัดส่งยา ซึ่งถ้ายาคงคลังเริ่มต้นมีปริมาณมากกว่าจุดสั่งซื้อจะไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนยาในลักษณะนี้ เช่น ยา ALBK-I- และ MERN2I-

ตารางที่ 4: การเปรียบเทียบดัชนีชี้วัด จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ย และปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ยระหว่างตัวแบบที่พัฒนา (s,S) กับตัวแบบปัจจุบันของยา AV

ดัชนีชี้วัด	จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ย (วัน)			ปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ย (หน่วย)			หมายเหตุ
ยา	ตัวแบบที่พัฒนา	ตัวแบบปัจจุบัน	ความแตกต่าง(%)	ตัวแบบที่พัฒนา	ตัวแบบปัจจุบัน	ความแตกต่าง(%)	
ALBK-I-	0.30	0.30	0.00	18.33	18.33	0.00	เท่าเดิม
ALPN-I-	0.10	0.20	-50.00	0.80	0.90	-11.11	ลดลง
BERF-X-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
COTL-I-	0.10	0.10	0.00	0.63	0.97	-35.05	เท่าเดิม
DFRL-I-	0.07	0.07	0.00	0.73	0.73	0.00	เท่าเดิม
GAMR1I-	0.00	1.23	-100.00	0.00	11.57	-100.00	ลดลง
HEMF2I-	0.07	3.00	-97.67	0.33	22.50	-98.53	ลดลง
INVZ-I-	0.17	0.17	0.00	1.33	1.33	0.00	เท่าเดิม
LOSV-I-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
MERN2I-	2.47	2.47	0.00	95.20	95.20	0.00	เท่าเดิม
NEXM-I-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
SDTT1I-	0.03	0.40	-92.50	0.60	6.13	-90.21	ลดลง
TIEN-I-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
VFEN-I-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
VIAG-T-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	เท่าเดิม
VIAG1T-	0.57	2.50	-77.20	1.67	25.87	-93.54	ลดลง
รวม	3.87	10.43	**-62.90**	119.63	183.53	**-34.82**	**ลดลง**

5. สรุปผลการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการยาคงคลังในกลุ่ม AV ที่เป็นกลุ่มยามูลค่าสูงและมีความสำคัญมากต่อชีวิตของโรงพยาบาลรัฐบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง จากการศึกษาวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการยาคงคลังในประเทศไทยส่วนใหญ่พบว่า ผู้วิจัยนิยมใช้สมมติฐานที่ว่า “ความต้องการใช้ยามีการแจกแจงแบบปกติและไม่มีแนวโน้ม” เพื่อใช้ในการคำนวณหาจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมของนโยบาย (s,S) แต่จากการศึกษาพบว่าความต้องการไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติและไม่มีแนวโน้มเสมอไป งานวิจัยนี้จึงพัฒนาการคำนวณจุดสั่งซื้อและหาระดับยาคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมของนโยบาย (s,S) ให้สอดคล้องกับรูปแบบความต้องการใช้ยาที่แท้จริง และเปรียบเทียบตัวแบบที่พัฒนากับตัวแบบการสั่งซื้อยากลุ่ม AV ในปัจจุบัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบที่พัฒนานี้ช่วยลดปริมาณยาคงคลังและต้นทุนในการบริหารจัดการยาคงคลังของโรงพยาบาล และยังสามารถลดการขาดแคลนยาได้ โดยถ้าโรงพยาบาลใช้ตัวแบบที่พัฒนานี้จะทำให้ ปริมาณยาคงคลังต่อวันโดยเฉลี่ยลดลง 12.70% ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 535,038 บาท

จำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อยาต่อปีโดยเฉลี่ยลดลง 17.26% จำนวนวันที่ขาดแคลนยาต่อปีโดยเฉลี่ยลดลง 62.90% และ ปริมาณยาที่ขาดแคลนต่อปีโดยเฉลี่ยลดลง 34.82% จากผลการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อโรงพยาบาล และสามารถเป็นแนวทางสำหรับโรงพยาบาลอื่นๆในการบริหารจัดการยาคงคลังต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยทุนมหาบัณฑิต สกว. ด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานประจำปี 2552 และความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

บรรณานุกรม

[1] กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ, ศลิษา ภมรสถิตย์ และ จักรกฤษณ์ ดวงพัสตรา. 2547. **การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ทอป/แมคกรอ-ฮิล.

[2] ชัยยงค์ สุขศรีสมบูรณ์. 2550. **การพัฒนาระบบการจัดการพัสดุคงคลังสำหรับคลังยา กองทัพอากาศ**. กองนโยบายและแผน กรมส่งกำลังบำรุง กองทัพอากาศ. กรุงเทพมหานคร.

[3] ชูเพ็ญ วิบุลสันติ, อุษณีย์ ประกอบคำ, พาณี ศิริสะอาด. 2003. **การจัดการเวชภัณฑ์คงคลังของห้องปฏิบัติการเภสัชชุมชน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** Thai J. Pharm. Sci. 27(3-4), 139-148.

[4] ดวงพรรณ กริชชาญชัย และคณะ. 2551. **ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานต้นแบบในอุสาหกรรมบริการ: โรงพยาบาล**. ศูนย์การจัดการโลจิสติกส์ คณวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[5] พิภพ ลลิตาภรณ์. 2549. **ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[6] พงดนัย คำแสน. 2549. **การประยุกต์ใช้ระบบ ABC ในการควบคุมเวชภัณฑ์คงคลังของสถานบริการสุขภาพพิเศษ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] วารี โรจน์สง่า. 2545. **การเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารคลังเวชภัณฑ์ยา กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลอุดรธานี.** รายงานการศึกษาปัญหาพิเศษบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[8] สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. **การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management)**. โครงการภายใต้กรอบความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน SMEs Projects. [Online]. Available URL: http://cms.sme.go.th/files/jun51/logistic/logistic_train/course6/course6-1.pdf. (June 2009)

[9] Ching-Wu, Chu,Gin-Shuh Liang & Chien-Tseng Liao. 2008. **Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification**. Computers and Industrial Engineering, Volume 55, Issue 4, pages 841-851.