บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นพื้นฐานของการวิจัยในหัวข้อ การจัดตารางการผลิตของสายการผลิตยาต้านไวรัสเอดส์ เริ่มจากภาพรวมของกระบวนการผลิตยาเม็ด ทฤษฎีเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตในส่วนต่างๆ ตั้งแต่ระยะสั้นจนถึงระยะยาว รวมทั้งทฤษฎีการจัดตารางการผลิต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการวิจัยนี้ โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ การจัดตารางการผลิตหลัก และการจัดลำดับการผลิต และส่วนสุดท้ายที่กล่าวถึงคือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นงานวิจัยจากวารสารต่างประเทศและในประเทศที่เป็นแนวทางในการทำวิจัยนี้

2.1 กระบวนการผลิตยาเม็ด

ยาเม็ดจัดเป็นยาเตรียมที่นิยมใช้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับยาเตรียมรูปแบบอื่น โดยเป็นรูปแบบยาเตรียมที่เป็นของแข็ง ประกอบด้วยตัวยาสำคัญและสารช่วยอื่นๆ การผลิตยาเม็ดโดยทั่วไปเป็นการนำตัวยาที่อยู่ในลักษณะผงยาผสมรวมกับสารประกอบอื่นๆ นำไปตอกอัดด้วยเครื่องตอกอัดเม็ดยา ซึ่งมีหลายชนิดโดยก่อนตอกอาจทำให้อยู่ในรูปผงผสมหรือเตรียมเป็นแกรนูลก่อน ซึ่งตัวยาต่างๆที่นำมาเตรียมเป็นยาเม็ดไม่สามารถใช้วิธีการผลิตที่เหมือนกันได้ ขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวยาและเม็ดยาที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปเคลือบเม็ด และบรรจุต่อไป

2.1.1 วิธีการผลิตยาเม็ด

การผลิตยาเม็ดในระดับอุตสาหกรรมมีวิธีการผลิตที่เป็นที่นิยมใช้ 2 วิธี ได้แก่

2.1.1.1 การผลิตด้วยการเตรียมเป็นแกรนูลก่อนตอก

การผลิตด้วยวิธีนี้ต้องผสมตัวยาและสารช่วยอื่นๆเข้าด้วยกันแล้วเตรียมให้เป็นแกรนูล ก่อนนำไปตอกเม็ด การเตรียมแกรนูลทำได้ 2 วิธี คือ การทำแกรนูลเปียก (Wet Granulation) และการทำแกรนูลแห้ง (Dry Granulation) สารช่วยต่างๆ ต้องเติมลงไปในตำรับระหว่างกระบวนการทำแกรนูล

- การทำแกรนูลเปียก (Wet Granulation) เป็นการผสมผงยาเข้ากับ Granulating fluid หรือ Binder Solution ซึ่งทำหน้าที่ทำให้อนุภาคของผงยา และสารช่วยมีความชื้นสูงขึ้น แล้วสามารถจับกลุ่มกันเป็นแกรนูลได้ หลังจากได้ Wet Mass แล้วจะนำไปผ่านแร่ง เพื่อให้ได้แกรนูลเปียกแล้วจึงนำไปอบแห้งด้วยวิธี Tray Dryer หรือ Fluid Bed Dryer ก่อนนำไปผ่านแร่งอีกครั้ง เพื่อให้แกรนูลที่จับกลุ่มกันแยกเป็นแกรนูลเดี่ยวๆ และกำจัดอนุภาคเล็กๆ ออก

- การทำแกรนูลแห้ง (Dry Granulation) เป็นการทำให้ผงแห้งเกาะกันเป็นแกรนูลโดยใช้แรงตอกอัด ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกตอกผงแห้งให้ได้เม็ดยาขนาดใหญ่ (Slug) โดยใช้เครื่องตอกขนาดใหญ่ หรือเครื่องบดอัดผงยาที่มีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง 2 ตัว (Roller Compactor) จนเกิดเป็นแผ่นแข็ง ขั้นตอนต่อไปจะนำ Slug หรือแผ่นแข็งไปบดให้แตกเป็นแกรนูลขนาดเล็กโดยใช้เครื่องบดที่เหมาะสม แล้วแร่งแกรนูลเพื่อคัดเลือกขนาดที่ต้องการ ผงขนาดเล็กละเอียดที่ไม่ต้องการสามารถนำกลับไปเริ่มเตรียมใหม่ได้อีกครั้ง วิธีการนี้เหมาะกับตัวยาที่ไม่ทนต่อความชื้นหรือตัวยาที่ไม่สามารถยึดเกาะกันได้ เมื่อเตรียมโดยวิธีการทำแกรนูลเปียก

2.1.1.2 การผลิตด้วยการตอกโดยตรง (Direct Compression)

การผลิตด้วยการตอกโดยตรง ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอนคือ การผสมและการตอก มีข้อดี คือ สามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตลงได้ แต่การตั้งตำรับยาเม็ดด้วยวิธีนี้ต้องเลือกใช้สารเพิ่มปริมาณและสารยึดเกาะที่มีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งมักมีราคาสูงกว่าสารทั่วๆ ไป ในกระบวนการผลิตด้วยวิธีนี้ตัวยาจะไม่สัมผัสกับความชื้นและความร้อน ทำให้ความคงตัวของยาสูงขึ้น และยาเม็ดที่เตรียมด้วยวิธีนี้จะละลายได้เร็ว เนื่องจากเม็ดยาจะแตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ ได้ทันที ไม่ต้องแตกเป็นแกรนูลก่อน ข้อเสีย คือ ในระหว่างการผลิตผสมผงยาให้เข้ากันได้ยาก และมีแนวโน้มเกิดการแยกผสม เนื่องจากผงยาไม่ได้ผ่านการเตรียมเป็นแกรนูลความสามารถในการไหลจึงไม่ค่อยดี ในกรณีเป็นยาเม็ดที่มีตัวยาสำคัญในปริมาณสูง อาจจะมีปัญหาในการตอกเป็นเม็ด ถ้าตัวยาสำคัญชนิดนั้นไม่มีความสามารถในการยึดเกาะตัวเป็นเม็ด และยาเม็ดที่เตรียมด้วยวิธีนี้มักจะเกิดการด่างสี เพราะเป็นการยากที่จะผสมสีที่เป็นผงแห้งปริมาณน้อยๆให้เข้ากับผงยาแห้งปริมาณมากได้

2.1.2 ขั้นตอนการผลิตยาเม็ด

การผลิตยาเม็ดโดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ (Raw Material Preparation)
2. การผสมยา (Formulation Mixing)
3. การทำแกรนูล (Granulation)
4. การอบแห้ง (Drying)
   - โดยใช้ความร้อน (Tray Dryer)
   - โดยใช้ลมร้อน (Fluidized Bed Dryer)
5. การตอกเม็ดยา (Tableting)

6. การเคลือบยาเม็ด ((Film Coating)
7. การบรรจุ (Packaging)
8. การตรวจวิเคราะห์ยา (Drug Analysis)

2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตยาเม็ด

1. เครื่องชั่งยา (Scale)
2. เครื่องผสมยาทำแกรนูล (Wet Mixer & Granulator)
3. ตู้อบยา (Oven)
4. เครื่องอบแห้งโดยใช้ลมร้อน (Fluidized bed dryer)
5. เครื่องแร่งแห้งและผสมแห้ง (Oscillator & Cubic Mixer)
6. เครื่องตอกยาเม็ด (Tableting Machine)
7. เครื่องเคลือบยาเม็ด (Coating Machine)
8. เครื่องบรรจุยาเม็ด (Counting & Filling Machine)
9. เครื่องติดฉลากยา (Labeling Machine)

2.2 ทฤษฎีการวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning and Control)

2.2.1 คำจำกัดความของการวางแผนและควบคุมการผลิต

การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production planning and control) เป็นเครื่องมือในการจัดการที่นำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับความต้องการด้านกำลังคน, เครื่องจักร และวัตถุดิบในอนาคต สำหรับการดำเนินการผลิต (Manufacturing), การจัดสรร (Allocation) และการจัดตารางการผลิต (Scheduling) เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่วางแผนไว้ ทั้งในเชิงคุณภาพ ปริมาณและเวลาโดยมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด [1]

2.2.2 เป้าหมายของการวางแผนและควบคุมการผลิต

1. เพื่อเปลี่ยนค่าพยากรณ์การขายหรือใบสั่งซื้อให้อยู่ในรูปของแผนงานผลิต
2. เพื่อให้การดำเนินงานในหน่วยงานต่างๆ มีการประสานงานกันได้ดีขึ้น
3. เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิต

4. เพื่อช่วยให้การผลิตของผลผลิตเปลี่ยนแปลงขึ้นลงไม่มากนัก
5. เพื่อให้มีวัสดุหรือส่วนประกอบต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในเวลาที่ต้องการอย่างเพียงพอ และถูกต้อง
6. เพื่อต้องการลดเวลาของงานระหว่างผลิต
7. เพื่อต้องการลดความจำเป็นที่จะต้องติดตามงาน
8. เพื่อต้องการลดเวลาในด้านการจัดการ
9. เพื่อต้องการรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของการผลิตให้รวดเร็ว

2.2.3 ส่วนประกอบของการวางแผนผลิตและควบคุมการผลิต

2.2.3.1 การพยากรณ์การผลิต (Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต การพยากรณ์ทางธุรกิจโลจิสติกส์ เช่น ยอดขาย ปริมาณการผลิต หรือสถานการณ์อุตสาหกรรมโดยทั่วไป โดยอาศัยการประมวลจากข้อมูลในอดีต ประสบการณ์ เหตุปัจจัยอื่นๆ ที่คาดคะเนขึ้น โดยมีความสำคัญคือ การพยากรณ์ทำให้สามารถผลิต เตรียมสินค้าหรือวัตถุดิบได้เพียงพอหรือสอดคล้องกับความต้องการในอนาคตเพื่อการวางแผนในโซ่อุปทานต่อไปได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรการผลิต (Inputs) ได้แก่ กำลังคน วัตถุดิบและการเงิน ได้อย่างเหมาะสม

2.2.3.2 การวางแผนการผลิตระยะยาว (Long-term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะยาว หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลามากกว่า 1 ปี ขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่าง 3-5 ปี ซึ่งเป็นการวางแผนระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) โดยมีจุดประสงค์เพื่อการตัดสินใจในการเตรียมความพร้อมด้านกำลังการผลิตสำหรับการดำเนินการในอนาคต เช่น อาคาร สถานที่ เครื่องจักรหลัก หรือสาธารณูปโภคของโรงงาน เป็นต้น

2.2.3.3 การวางแผนการผลิตระยะกลาง (Mid-term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะกลาง หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลาระหว่าง 1-12 เดือนข้างหน้า ซึ่ง เป็นการวางแผนระดับการจัดการ (Managerial Level) มีจุดประสงค์เพื่อจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถเกิดผลอย่างเต็มที่ในกระบวนการผลิต คำว่าทรัพยากรในที่นี้หมายถึงสิ่งที่เป็นปัจจัยสำหรับการผลิต เช่นวัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักรและเครื่องมือ เป็นต้น

2.2.3.4 การวางแผนการผลิตระยะสั้น (Short-Term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะสั้น หมายถึง การวางแผนการผลิตที่มีช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์หรือรายวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณงานและความซับซ้อนของกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนระดับปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดเตรียมกำหนดเวลาในการทำงานให้กับทรัพยากรการผลิตที่เกี่ยวข้อง เช่น แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ รวมทั้งช่วงเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีงานด้วย การวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) และการจัดทำแผนการจัดซื้อ (Purchase Authorization) เป็นหลัก ซึ่งถือเป็นลำดับขั้นสุดท้ายของระบบการวางแผนการผลิตโดยจะต้องมีความยืดหยุ่นตัวได้ค่อนข้างสูง เพื่อให้สอดคล้องกับสถานภาพของกระบวนการผลิต

2.2.3.5 การวางแผนการผลิตรวม (Aggregate Production Planning)

การวางแผนการผลิตรวมคือ กระบวนการในการวางแผนเพื่อจัดสรรกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการที่พยากรณ์ไว้หรือที่ได้กำหนดเป็นเป้าหมายไว้ในแผนธุรกิจ แผนในระดับนี้เป็นแผนเชิงกลยุทธ์ไม่ได้กำหนดเป้าหมายเป็นรูปธรรมชัดเจน แต่มองภาพรวมของกลุ่มผลิตภัณฑ์และภาพรวมของกำลังการผลิต โดยอยู่ในความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับสูงในฝ่ายผลิต แผนดังกล่าวค่อนข้างมีบทบาทสำคัญต่อการลดต้นทุนการผลิตและโดยทั่วไปถูกใช้เป็นกรอบสำหรับการกำหนดตารางการผลิตหลักต่อไปในการวางแผนการผลิตรวมมักจะพิจารณาไปพร้อมๆ กันกับการวางแผนการผลิตรวมของทางโรงงาน

2.2.3.6 การกำหนดตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling)

ตารางการผลิตหลักกำหนดจำนวนผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ต้องผลิตให้แล้วเสร็จ ตามช่วงเวลาต่างๆ และเช่นเดียวกันตารางการผลิตหลักนี้ก็ต้องถูกเปลี่ยนให้เป็นคำสั่งซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ จากผู้ผลิตภายนอก รวมทั้งรายละเอียดตารางการผลิตสำหรับชิ้นส่วนที่ทำในโรงงาน เหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้ต้องได้จังหวะและสอดคล้องกับวันกำหนดส่งผลิตภัณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในตารางหลัก (Master Scheduling) ช่วงเวลาที่ใช้ในตารางการผลิตหลักอาจมีหน่วยเป็นเดือน สัปดาห์ หรือวันก็ได้ และตารางการผลิตหลักนั้นต้องสอดคล้องกันกับกำลังการผลิตของโรงงาน ไม่ควรมีจำนวนของผลิตภัณฑ์มากกว่าความสามารถของโรงงานที่ผลิต ซึ่งพิจารณาได้จากเครื่องจักรและแรงงานที่มีอยู่

2.2.3.7 การบริหารวัสดุคงคลัง (Inventory Management)

การบริหารพัสดุคงคลังมีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ 2 ประการใหญ่ คือ การลงทุนในพัสดุคงคลังต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง และอีกประการหนึ่งคือ การบริการลูกค้าในปริมาณที่เพียงพอและทันต่อความต้องการของลูกค้าเสมอ เพื่อสร้างและรักษาระดับของส่วนแบ่งตลาดไว้ แต่วัตถุประสงค์ 2 ข้อนี้จะก่อให้เกิดความขัดแย้งกันในการบริหารพัสดุคงคลัง เพราะการลงทุนในของคงคลังต่ำที่สุด มักต้องใช้วิธีลดระดับพัสดุคงคลังให้เหลือน้อยมาก แค่เพียงพอใช้ป้อนกระบวนการผลิตให้สามารถดำเนินได้โดยไม่หยุดชะงัก แต่ระดับพัสดุคงคลังที่ต่ำเกินไปก็เป็นเหตุให้บริการลูกค้าไม่เพียงพอหรือไม่ทันใจลูกค้า ในทางตรงข้ามการถือของคงคลังไว้มากเพื่อผลิตหรือส่งให้ลูกค้าได้เพียงพอและทันเวลาเสมอก็ทำให้ต้นทุนพัสดุคงคลังสูงขึ้น ดังนั้นการบริหารพัสดุคงคลังโดยรักษาความสมดุลของวัตถุประสงค์ทั้งสองข้อนี้จึงไม่ใช่เรื่องง่าย

เทคนิคในการเลือกใช้เครื่องมือในการบริหารสินค้าคงคลัง คือ

- การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) เป็นการนำซอฟแวร์มาช่วยในการสั่งซื้อการทำนายการผลิต รายงานทางการค้า การหาค่าใช้จ่ายในการผลิต และการพัฒนาตารางการผลิต โดยปกติแล้วซอฟแวร์เหล่านี้มีสูตรคำนวณ เพื่อหาจำนวนวัตถุดิบและช่วงเวลาที่ต้องสั่งซื้อ วิธีการหาว่ากิจการสั่งซื้อสินค้ามาไว้ในคลังจำนวนเท่าใด เรียกว่า “วิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity : EOQ)” ส่วนวิธีการหาว่ากิจการต้องสั่งซื้อสินค้าเมื่อใด ที่ก่อให้เกิดต้นทุนที่ประหยัดที่สุด จะใช้ “วิธีการหาจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point : ROP) หรือระบบ Supply Chain” อีกทั้งยังมีวิธีการควบคุมสินค้าคงคลังอีกวิธีคือ “ระบบ ABC System” เป็นระบบที่เหมาะสำหรับกิจการที่มีขนาดใหญ่มีปริมาณสินค้าที่มาก บริษัทควรมีการจัดกลุ่มสินค้าโดยเรียงตามลำดับความสำคัญ (มูลค่า) เพื่อประโยชน์ในการกำหนดระดับในการดูแลสินค้า

- การวางแผนการใช้ทรัพยากรการผลิต (Manufacturing Resource Planning) เป็นการสำรวจเวลาและจำนวนความต้องการสินค้าและวัตถุดิบอย่างละเอียดในทุกรายการและทุกกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้สินค้าที่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิต ไม่ให้การผลิตต้องหยุดชะงัก เช่น โรงงานผลิตรถยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

- การควบคุมสินค้าคงเหลือ (Just - in - time Inventory and Manufacturing) มีเป้าหมายในการลดปริมาณสินค้าคงเหลือให้เป็นศูนย์ วิธีที่นิยมใช้กันได้แก่ วิธีการควบคุมสินค้าแบบทันเวลา (Just -

in - Time : JIT Inventory Approach) ซึ่งสินค้าและวัตถุดิบถูกส่งไปให้ในช่วงเวลาก่อนที่สินค้าหรือวัตถุดิบ นั้นไปใช้ในการผลิต ทำให้ไม่ต้องเก็บสินค้าคงคลังไว้เป็นเวลานาน

2.2.3.8 การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning, MRP)

การวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) เป็นเทคนิคในการจัดการเกี่ยวกับความต้องการวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบและวัสดุอื่นๆ เพื่อให้สามารถรู้ถึงปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาและสามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอและทันเวลากับความต้องการในทุกๆ ขั้นตอนการผลิต โดยข้อมูลจากตารางการผลิตหลัก (MPS) บอกถึงสิ่งที่ต้องผลิตว่ามีจำนวนเท่าใด ในเวลาใด จากนั้นพิจารณาถึงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตว่าประกอบด้วยวัตถุดิบชิ้นส่วน ชิ้นส่วนประกอบและวัสดุอื่นๆ อะไรบ้าง เพื่อจะใช้ในการจัดหา โดยต้องดูข้อมูลปริมาณจากในคลังวัสดุที่มีช่วงเวลาที่ใช้ในการจัดหาผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนการผลิตซับซ้อน มีชิ้นส่วนประกอบต่างๆ เป็นจำนวนมากจะใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ ทำให้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น เทคนิคนี้ประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง Job Shop แต่ไม่ประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง

2.2.3.9 การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (Capacity Requirement Planning, CRP)

การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) เป็นการจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดกำลังการผลิตที่จำเป็นสำหรับแต่ละสถานีงาน (Working Station) เช่น แรงงาน เครื่องจักร หรือปัจจัยการผลิตทางกายภาพอื่นๆ ว่าต้องมีปริมาณเท่าใด และต้องการในช่วงเวลาใด โดยรับข้อมูลความต้องการวัสดุจาก MRP มาทำการประเมินผลเกี่ยวกับภาระงาน (Work Load) ของสถานีงานต่างๆ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่ากำลังการผลิตที่มีอยู่ และกำลังการผลิตที่ต้องการในช่วงเวลานั้นมีความสมดุลเพียงพอสำหรับแต่ละหน่วยงาน โดยพยายามไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่มีภาระงานมากเกินไป มีภาระงานน้อยเกินไป หรือเกิดคอขวด (Bottle Neck)

2.2.4 ประเภทของระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต

2.2.4.1 ระบบการไหลของน้ำในอ่าง (Pond Draining)

เป็นระบบการผลิตแบบมีการสำรองวัสดุคงคลังไว้ และมีการผลิตผลิตภัณฑ์ไว้ล่วงหน้าเป็นจำนวนมาก โดยระบบการวางแผนผลิตประเภทนี้จะทำการผลิตและเก็บของจนได้ของตามปริมาณสูงสุดที่กำหนดไว้โดยไม่คำนึงถึงความต้องการสินค้าที่เกิดขึ้น จึงอาจมีโอกาสในการขาดสต็อกสูง เนื่องจากระดับของคงคลังอาจจะไม่สัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้าเมื่อมีความต้องการสินค้าสูง

2.2.4.2 ระบบผลัก (Push System)

ระบบผลัก (Push System) หรือระบบการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning System) เป็นระบบที่อาศัยระบบสารสนเทศเกี่ยวกับลูกค้าและผู้ส่งมอบ ในการจัดการและวางแผนวัสดุ เพื่อให้วัตถุดิบต่างๆ มาถึงเวลาที่ต้องการทำการผลิต

2.2.4.3 ระบบดึง (Pull System)

ระบบดึง (Pull System) หรือระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-time, JIT) มีหลักการ คือ โรงงานทำการผลิตสินค้าสำเร็จและจัดส่งออกไปเมื่อมีการขายเกิดขึ้นเท่านั้น และส่วนประกอบต่างๆ ของสินค้า ก็จะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกันตามความต้องการสินค้า การขึ้นผลิตชิ้นส่วนต่างๆ จะทำในเวลาที่การผลิตส่วนประกอบมีความต้องการชิ้นส่วน วัสดุก็จะถูกสั่งซื้อก็ต่อเมื่อมีความต้องการใช้วัสดุเท่านั้น

2.3 ทฤษฎีการจัดตารางการผลิต (Scheduling)

2.3.1 ความหมายการจัดตารางการผลิต

การจัดตาราง เป็นกระบวนการตัดสินใจอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมการบริการ โดยที่ผลลัพธ์ของกระบวนการตัดสินใจใจที่นี้ก็คือ ตารางหรือการกำหนดการ (Schedule) สำหรับกิจกรรมต่างๆ ในทางปฏิบัติพบว่า องค์กรจำนวนมากได้นำเอาทฤษฎีการจัดตารางมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น เช่น การผลิต การจัดซื้อ การขนส่ง การกระจายสินค้า การประมวลข่าวสาร และการสื่อสาร เป็นต้น

การจัดตารางการผลิต หมายถึง การจัดสรรทรัพยากรการผลิต (Resource) ที่มีอย่างจำกัด ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อทำให้องค์กรสามารถบรรลุถึงเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objective) สูงสุดที่องค์กรกำหนดเอาไว้ที่เวลานั้นได้ โดยการจัดตารางการผลิตรับช่วงต่อมาจากการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และการวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) ทั้งนี้การจัดตารางการผลิตจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงาน (Job Order) และการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) ให้กับแต่ละหน่วยงาน การจัดตารางการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของการผลิตทั้งแบบต่อเนื่อง และแบบกลุ่มรวมถึงแบบไม่ต่อเนื่อง เพราะต้องจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงานคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุด จากการวิเคราะห์ระบบการวางแผนการผลิตทั้งหมดจะพบว่า ในการวางแผนการผลิตแต่ละลำดับขั้นนั้นต้องมุ่งเน้นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดผลสูงสุด ซึ่งจะต้องมีการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์การผลิตจริงที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามแผนการผลิตหรือไม่ โดยการประสานงานและสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นระหว่างหน่วยงาน หากมีปัญหาใดเกิดขึ้นก็อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิต ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]

2.3.2 วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต [3]

1. ลดความล่าช้าในการผลิตและส่งมอบงานแก่ลูกค้าให้เหลือน้อยที่สุด (ในกรณีงานไม่เสร็จทันเวลาอาจจะกระทบต่อความเชื่อถือ)
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3. ลดการรอคอยในกระบวนการผลิต หมายถึง ลดจำนวนงานที่ต้องรอคอยโดยเฉลี่ยลง ในขณะที่เครื่องจักรหรือคนยังต้องทำงานอยู่กับงานอื่นๆ
4. ลดการทำงานล่วงเวลาให้เหลือน้อยที่สุด
5. ลดสินค้าคงคลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานระหว่างทำให้เหลือน้อยที่สุด
6. ลดต้นทุนรวมในการผลิตงานให้เหลือน้อยที่สุด
7. ลดเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยรวมให้เหลือน้อยที่สุด
8. เพิ่มอัตราการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ (Utilization) ของแรงงานและเครื่องจักรให้มากที่สุด
9. ลดเวลาที่สูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด

2.3.3 ประเภทของการจัดตารางการผลิต

2.3.3.1 แบ่งตามพื้นฐานวิธีการจัดตารางการผลิต

1. ตารางการผลิตที่ใช้จัดเวลาการทำงานของคนงาน (Work-Force Scheduling)
2. ตารางการผลิตที่ใช้จัดงานให้แก่เครื่องจักรหรือสถานีการผลิต (Operations Scheduling)

2.3.3.2 แบ่งตามจุดเริ่มต้นในการจัดตาราง

1. การจัดตารางล่วงหน้า (Forward Scheduling) จะเริ่มต้นจัดตารางการผลิต เมื่อมีงานเข้ามา ซึ่งจะเริ่มต้นการดำเนินงานเรียงตามลำดับขั้นตอนของงานทันที เช่น การให้บริการเจาะเลือดในแผนก

ของโรงพยาบาล และบางครั้งเพื่อความ รวดเร็วคล่องตัวจะมีการผลิตเป็นงานระหว่างทำรอไว้เลย เช่น การเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือแพทย์ในการฉีดวัคซีนป้องกันโรค

2. การจัดตารางย้อนกลับ (Back Scheduling) จะเริ่มต้นจัดตารางการผลิต จากกำหนดวันที่งานเสร็จโดยจัดตารางกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายก่อนแล้วไล่กลับขึ้นมาจนถึงขั้นตอนแรก การจัดเวลาก็จะไล่ตั้งแต่วันสำเร็จหักลบเวลาทำงานของแต่ละกระบวนการจนลำดับสุดท้าย ก็จะทราบถึงเวลาที่ต้องเริ่มต้นลงมือดำเนินงาน เช่น การเตรียมห้องจัดเลี้ยงของโรงแรมในวันเวลาที่ลูกค้าจองไว้ ในทางปฏิบัติบางครั้งการใช้ทั้งสองวิธีผสมกัน เพื่อให้ได้ประโยชน์จากข้อดีของแต่ละวิธี เช่น เตรียมวัสดุรอไว้แบบการจัดตารางล่วงหน้าและกำหนดเวลาแบบการจัดตารางย้อนกลับ เป็นต้น

2.3.4 คำจำกัดความต่างๆในการจัดตารางการผลิต

พิภพ ลลิตาภรณ์ [4] ได้แสดงคำศัพท์ส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตซึ่งได้อธิบายความหมายในตัวมันเองอยู่แล้ว เฉพาะไม่กี่คำที่จำเป็นจะต้องอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งได้แก่คำดังต่อไปนี้

1. เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) เป็นการพยากรณ์ค่าโดยประมาณว่าในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จต้องใช้เวลาเท่าไร การประมาณนี้รวมถึงเวลาในการเตรียมงานที่อาจต้องมีอยู่ด้วย เวลาปฏิบัติของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P_i

2. เวลากำหนดส่งงาน (Due Date) เป็นการนำกำหนดวันสุดท้ายของกำหนดการส่งงาน หรือเป็นการ กำหนดว่างานต้องเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าหากงานแล้วเสร็จหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว จะถูกพิจารณาว่าส่งงานไม่ทันกำหนด และสมมติว่าถ้ามีการส่งงานช้ากว่ากำหนดต้องถูกปรับ เวลากำหนดส่งของงาน i ใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย D_i

3. เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เป็นการคำนวณหาความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นจากเวลาแล้วเสร็จของงานว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเวลากำหนดส่งอย่างไร ถ้างานนั้นเสร็จก่อนเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าลบ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้างานนั้นเสร็จหลังเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าบวก เวลาเบี่ยงเบนของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย L_i ซึ่ง $L_i = C_i - D_i$

4. เวลาล่าช้าของงาน (Tardiness) เวลาของงานคำนวณได้จากเวลาเบี่ยงเบน โดยงานที่มีความล่าช้าของงานที่เสร็จหลังจากเวลาที่กำหนดส่ง ซึ่งเวลาล่าช้าของงานมีค่าเท่ากับเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่า

เป็นบวก แต่ถ้างานเสร็จก่อนกำหนดส่ง ค่าเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบ และค่าเวลาล่าช้าของงานมีค่าเป็น 0 เวลาล่าช้าของงานใช้สัญลักษณ์แทนด้วย T_i

5. เวลาเพียงพอ (Slack) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างเวลาที่เหลืออยู่นับถึงวันกำหนดส่งของงานนั้นกับเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานผลิตของงานนั้น ค่าเวลาเพียงพอใดๆ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย SL_iซึ่ง $SL_i = D_i - T_i$

6. เวลากำหนดงานเสร็จ (Completion Time) เป็นช่วงกว้างของเวลาระหว่างเริ่มดำเนินการงานแรกได้เริ่มต้น ซึ่งเวลาที่งานแรกเริ่มต้นนี้ถูกกำหนดเป็น 0 จนกระทั่งงาน i เสร็จสิ้นลง เวลากำหนดเสร็จของงาน i ใช้สัญลักษณ์ C_i

7. เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) เป็นเวลาที่ใช้ในการเตรียมงานก่อนทำการผลิต เวลาปรับตั้งเครื่องของรุ่นผลิตภัณฑ์ที่ k (Model k) ใช้สัญลักษณ์ S_k

8. รุ่นการผลิต (Batch) หมายถึง จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนรายการใดรายการหนึ่งที่ทำการผลิตบนหน่วยผลิตใดหน่วยหนึ่งหลังจากที่ผลิตภัณฑ์รุ่นใดรุ่นหนึ่ง ได้ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยใดๆ หรือชุดใดๆ จนเสร็จสิ้นแล้ว ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นก็ถูกนำมาผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยนั้นตามขนาดของรุ่นที่ได้กำหนด

2.3.5 ขั้นตอนการจัดตารางการผลิต [5]

1. การจัดงานแก่เครื่องจักร (Loading) เป็นการกำหนดหรือมอบหมายงาน การผลิตให้แก่เครื่องจักรหรือสถานีการผลิต ถ้างานสามารถกระทำได้ในเครื่องจักร เฉพาะเครื่อง การจัดงานจะง่าย แต่ถ้ามีงานหลายงานที่สามารถกระทำได้ด้วยเครื่องจักรหลายเครื่องยึดหลักการมีต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุดหรือเวลาที่ใช้ทำงานรวมแล้วสั้นที่สุด และควรกระจายใช้เครื่องจักรต่างๆอย่างสม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้เครื่องจักรทำงานเกินกำลังในขณะบางเครื่องจักรว่างงาน ซึ่งเรียกว่า Load Leveling

2. การจัดลำดับการผลิตก่อนหลัง (Sequencing) เป็นการเรียงลำดับการผลิตของงานต่างๆ ที่ทำโดยเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ตามลำดับของเอกสารหรือลำดับการทำงานที่จัดไว้ (Dispatch List) เพื่อลดการสะสมของงานในระหว่างหน่วยงานต่อหน่วยงาน (In Process Inventory)

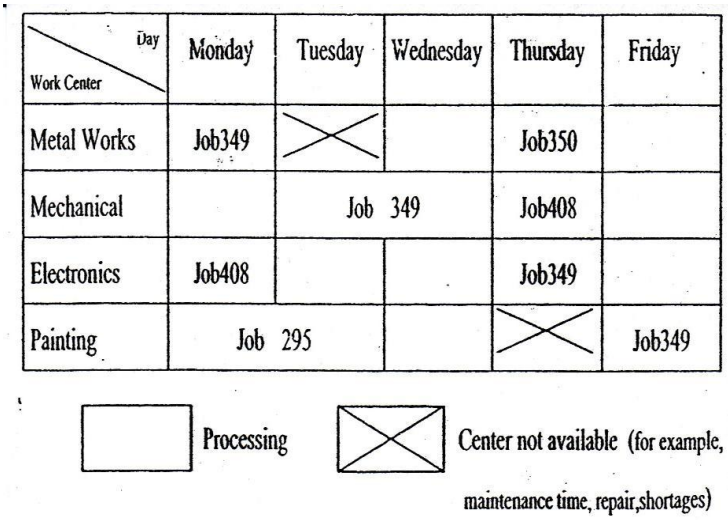
3. การติดตามความคืบหน้าของงาน (Monitoring) เป็นการตรวจตราว่าได้กระทำงานตามตารางและลำดับที่วางแผนไว้หรือไม่ เพื่อแก้ไขตารางหรือจัดตารางใหม่หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

2.3.5.1 การจัดงานแก่เครื่องจักร (Loading)

วิธีที่นิยมใช้ในการจัดงานแก่เครื่องจักรมี 2 วิธี ได้แก่

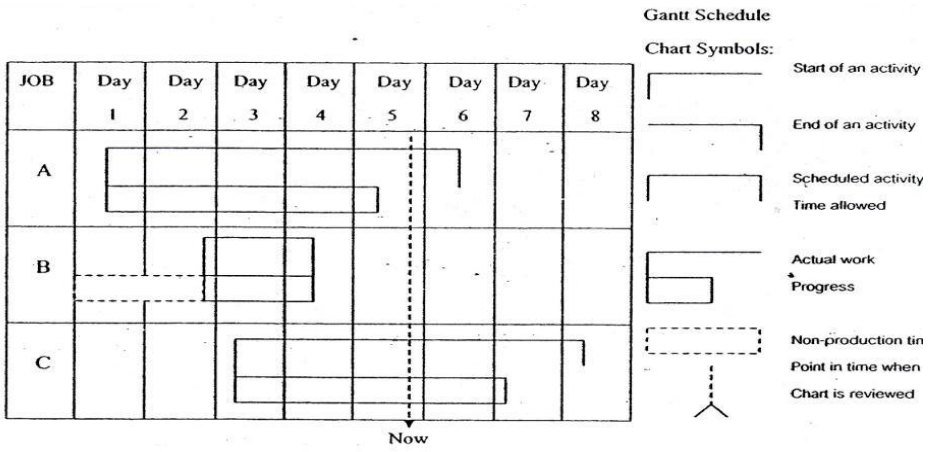
1. การใช้แผนภูมิของแกนต์ (Gantt Chart) ตั้งชื่อตามผู้คิดค้นคือ Henry L. Gantt (ปี ค.ศ.1917) มี 2 แบบ คือ

1.1 แผนภูมิจัดงานแก่เครื่องจักร (Gantt Load Chart) แสดงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในแต่ละช่วงเวลา โดยให้เห็นได้ชัดเจนว่า เครื่องจักรเครื่องใดทำงานใดในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดงานใหม่ที่เข้ามาให้แก่เครื่องจักรที่ยังมีเวลาว่างเพียงพอที่จะทำงานนั้น หรือใช้ในการโยกย้ายคนงานจากสถานีที่งานน้อยไปช่วยสถานีที่งานมาก ฯลฯ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภูมิจัดงานแก่เครื่องจักร

1.2 แผนภูมิจัดลำดับงาน (Gantt Schedule Chart) ใช้จัดลำดับงานโดยเรียงงานที่ต้องทำตามขั้นตอนก่อนหลังลงในแผนภูมิ ซึ่งมีแนวตั้งแสดงถึงงานที่ต้องทำตามลำดับและแนวนอนแสดงเวลา และพิจารณาได้ว่างานใดได้ทำแล้วและทันตามกำหนดเวลาหรือไม่ เวลาที่เหลือมีอยู่เท่าใด ถ้าเกิดการล่าช้าของงานบางงานจะกระทบต่องานทั้งหมดอย่างไร ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภูมิจัดลำดับงาน

ข้อจำกัดของแผนภูมิของแกนต์

1. การปรับปรุงแผนงานเมื่อการปฏิบัติงานจริงเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมาก เพราะถ้าข้อมูลในแผนภูมิไม่ตรงกับความเป็นจริง จะทำให้แผนภูมิของแกนต์ไม่มีประโยชน์
2. ไม่สามารถใช้แผนภูมิของแกนต์ในการพิจารณาด้านต้นทุน จะใช้เฉพาะเรื่องของเวลา
3. ไม่สามารถใช้แผนภูมิของแกนต์จัดงานที่สามารถทำได้ด้วยเครื่องจักรหลายเครื่อง ซึ่งใช้เวลาหรือต้นทุนในแต่ละเครื่องไม่เท่ากันได้ ต้องใช้วิธีตัวแบบกำหนดงาน

2. การใช้ตัวแบบกำหนดงาน (Assignment Method) เป็นรูปแบบหนึ่งของโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการกำหนดงานให้ใช้ทรัพยากรขององค์การน้อยที่สุด เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานสูงสุด โดยทำให้ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุดหรือกำไรที่ได้สูงสุด ตัวแบบกำหนดงานใช้กับการที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องและมีงานต้องทำหลายงาน โดยที่จำนวนงานและจำนวนเครื่องจักรต้องเท่ากัน (ถ้าไม่เท่ากันจะใช้งานหรือเครื่องจักรจำลองช่วยให้จำนวนเท่ากัน) งานทุกงานสามารถใช้เครื่องจักรใดก็ได้ แต่ต้นทุนของการทำงานในแต่ละเครื่องจักรไม่เท่ากัน

2.3.5.2 การจัดลำดับการผลิต (Sequencing)

ปัจจัยสำคัญที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับการผลิตและการดำเนินงานจะประกอบด้วย

1) เวลาเฉลี่ยของแต่ละงานที่อยู่ในระบบการผลิต
2) อัตราการใช้งานที่มีประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Utilization)
3) จำนวนงานโดยเฉลี่ยในระบบการผลิต ณ เวลาใดๆ
4) จำนวนวันที่งานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด

หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการจัดลำดับการผลิตของเครื่องจักรเครื่องเดียว มีดังต่อไปนี้

1. งานที่มาก่อนจะได้ทำก่อน (First Come, First Serve หรือ FCFS) เป็นวิธีที่ยุติธรรมที่สุดและง่ายในการจัดลำดับ แต่เป็นวิธีที่ทำให้เวลาเฉลี่ยของแต่ละงานที่อยู่ในระบบการผลิตสูง เพราะงานที่ถูกเรียงลำดับต่อจากงานใหญ่ย่อมต้องรอคอยนานกว่าปกติ

2. งานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะได้ทำก่อน (Shortest Processing Time หรือ SPT) เป็นวิธีที่แก้ไขข้อบกพร่องของวิธีแรก วิธีนี้ทำงานที่ใช้เวลาสั้นที่สุดก่อน วิธีนี้ได้จำนวนงานที่เสร็จค่อนข้างมากกว่าวิธีแรก ทำให้เวลาเฉลี่ยของงานแต่ละงานที่อยู่ในระบบการผลิตต่ำที่สุด ลดงานระหว่างทำเกิดความประหยัดต้นทุนสินค้าคงคลัง และลดพื้นที่เก็บสินค้าคงคลัง ทำให้เครื่องจักรมีอัตราการใช้งานที่มี

ประสิทธิภาพ (Utilization) สูงสุด แต่ก็อาจเกิดปัญหางานใหญ่ต้องรอคอยนานเพราะโดนงานเล็กแซงคิวอยู่เสมอ จึงควรตั้งเวลารอคอยของงานใหญ่ด้วย เช่น ถ้างานใหญ่รอมา 2 วันแล้ว แม้จะมีงานเล็กกว่าเข้ามาก็ไม่สามารถแซงได้ ต้องทำงานใหญ่ก่อน

3. งานที่มีกำหนดส่งมอบงานเร็วที่สุดจะได้ทำก่อน (Earliest Due Date หรือEDD) เป็นวิธีที่ป้องกันการเกิดความล่าช้าของงานได้ดีที่สุด ดังนั้นจะมีจำนวนวันที่งานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนดต่ำที่สุด แต่มีข้อเสียคือ งานที่ส่งมอบเร็วที่สุดอาจเป็นงานใหญ่ที่ใช้เวลาทำงานนาน ทำให้มีจำนวนงานโดยเฉลี่ยในระบบการผลิตมากสินค้าคงคลังก็มากตามด้วย ซึ่งทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลังสูงขึ้น

4. งานที่ใช้เวลามากที่สุดจะได้ทำก่อน (Longest Processing Time หรือ LPT) เป็นวิธีที่ไม่สนใจกับปัจจัยทั้งสามประการที่กล่าวมาแล้ว แต่จะคิดว่างานใหญ่ที่ใช้เวลามากเป็นงานสำคัญที่สุด (เช่น อาจได้กำไรมาก หรือเป็นงานของลูกค้าประจำ) จึงต้องทำก่อน

5. งานที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดได้ทำก่อน (Minimum Slack Time) คือกรณีที่ชิ้นงานนั้นต้องผ่านหลายหน่วยงาน ให้ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่า Slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน สำหรับค่า Slack ของงานหาได้จากการเอาเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมดบนหน่วยผลิตที่ต้องผ่านลบออกจากเวลาที่ถึงกำหนดส่งงาน หารด้วยจำนวนหน่วยงานที่งานนั้นต้องผ่าน

6. งานที่เข้าทีหลังจะได้ทำก่อน (Last Come, First Serve)คือ งานที่เข้ามาในหน่วยงานหลังสุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อนงานอื่น

หลักเกณฑ์ต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นนี้ มีผลดีผลเสียแตกต่างกันไปตามสภาพของเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมของการผลิต ในบางสถานการณ์หลักเกณฑ์หนึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีในวัตถุประสงค์หนึ่ง แต่มีผลเสียในอีกวัตถุประสงค์หนึ่ง ดังนั้นก่อนนำหลักเกณฑ์นี้ไปใช้ควรศึกษาว่าวิธีการใดให้ผลลัพธ์อย่างไร และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่ทำหรือไม่ ปัญหาการจัดตารางการผลิตในสภาพความเป็นจริงนั้นค่อนข้างซ้ำซ้อนมาก ไม่ใช่เป็นเรื่องง่ายที่ทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทั้งหมด ทั้งนี้เพราะเวลาที่ใช้ในการเตรียมหรือติดตั้งเครื่องจักร (Setup time) เพื่อทำการเฉพาะอย่างแปรเปลี่ยนไปตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานและไม่ทราบแน่นอน เครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่โดยปกติมีอยู่หลายชนิดมากบ้างน้อยบ้าง แต่มักมีความต้องการใช้ที่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) จึงต้องเลือกใช้หลักเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดต่อสถานการณ์นั้นๆ

2.3.6 แบบจำลองการจัดตารางการผลิต (Scheduling Models)

แบบจำลองการจัดตารางการผลิตสามารถแยกตามลักษณะการจัดเรียงของเครื่องจักรและการไหลของชิ้นงานในระบบออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. แบบจำลองเครื่องจักรเดี่ยว (Single Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดในรูปแบบการจัดเรียงเครื่องจักรที่เป็นไปได้ทั้งหมด นอกจากนั้นแล้วระบบนี้ยังอาจจะเป็นรูปแบบในกรณีพิเศษของการจัดเรียงเครื่องจักรแบบซับซ้อนได้ เช่น ในระบบผลิตที่มีหลายเครื่องจักรและมีเครื่องจักร 1 เครื่องที่เป็นคอขวดของระบบ ดังนั้นการจัดลำดับงานบนเครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งต้นน้ำและปลายน้ำของกระบวนการจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่อได้จัดตารางให้กับเครื่องจักรที่เป็นคอขวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว แนวทางนี้เป็นการลดรูปของปัญหาเริ่มต้นที่ซับซ้อน ให้ไปอยู่ในรูปของปัญหาการจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยวที่ง่ายกว่า นอกจากนี้แบบจำลองสำหรับเครื่องจักรเดี่ยวยังสามารถนำไปใช้ในแก้ปัญหาแบบแยกส่วน (Decompose) ได้ ซึ่งในกรณีนี้ ปัญหาการจัดตารางของระบบผลิตที่ซับซ้อนจะถูกแยกออกเป็นปัญหาการจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยวย่อยๆ จำนวนหนึ่ง

2. แบบจำลองเครื่องจักรขนานที่เหมือนกัน (Identical Machines in Parallel) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่องที่เหมือนกัน ซึ่งมีการทำงานแบบขนานกัน ระบบผลิตจำนวนมากมีการทำงานแบบนี้ เช่น ในโรงงานแห่งหนึ่งมีสายการผลิตที่ประกอบด้วยหลายสถานีงาน ซึ่งแต่ละสถานีงานอาจจะประกอบด้วยเครื่องจักรที่ขนานกันอยู่จำนวนหลายเครื่อง เมื่องาน j มาถึงยังแต่ละสถานีที่มีเครื่องจักรขนานกันอยู่นั้น งาน j สามารถที่จะเลือกทำได้บนเครื่องจักรเครื่องใดก็ได้ใน m เครื่องเหล่านี้ หรืออาจจะทำได้บนเครื่องจักรเครื่องใดก็ได้ที่อยู่ในเซตย่อยของ m เครื่องที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนแทนด้วย M_j แบบจำลองสำหรับเครื่องจักรขนานนี้สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นรูปแบบทั่วไปของกรณีเครื่องจักรเดี่ยว ดังนั้นถ้าสถานีงานหนึ่งใดเป็นคอขวดของระบบ การจัดตารางให้กับสถานีงานนั้นก็จะเป็นตัวกำหนดสมรรถภาพของระบบโดยรวม

3. แบบจำลองเครื่องจักรขนานที่อัตราการผลิตต่างกัน (Parallel Machines with Different Speed) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่องที่มีการทำงานแบบขนานกัน แต่ทว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีความเร็วในการทำงานต่างกัน ถ้ากำหนดให้เวลาทำงานบนเครื่องจักรที่ใช้เป็นฐานในการกำหนดเวลาคือ p_j และอัตราส่วนของความเร็วของเครื่องจักร i เมื่อเทียบกับเครื่องจักรที่ใช้เป็น

ตัวกำหนดฐานเวลาคือ v_i ดังนั้นเวลา p_{ij} คือเวลาที่งาน j ใช้บนเครื่องจักร i ซึ่งมีค่าเท่ากับ p_j/v_i กรณีเครื่องจักรขนานแต่ไม่เหมือนกันอาจจะเกิดขึ้นได้จากการที่เครื่องจักรบางเครื่องที่มีอายุเก่ากว่าเครื่องอื่น จึงทำให้ต้องทำงานที่ความเร็วต่ำกว่าเครื่องอื่น

4. แบบจำลองเครื่องจักรขนานที่ไม่สัมพันธ์กัน (Unrelated Machines in Parallel) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่องที่มีการทำงานแบบขนานกัน แต่เครื่องจักร i สามารถทำงาน j ได้ด้วยความเร็ว v_{ij} ดังนั้นเวลา p_{ij} คือ เวลาที่งาน j ใช้บนเครื่องจักร i มีค่าเท่ากับ p_j/v_{ij} ให้สังเกตว่า การทำงานในสภาวะเช่นนี้ ความเร็วของเครื่องจักรจะขึ้นกับงานที่ทำด้วย v_{ij}

5. แบบจำลองการผลิตแบบไหล (Flow Shop) ระบบประกอบด้วยเครื่องจักรจำนวน m เครื่องที่แตกต่างกันวางต่อกันแบบอนุกรม งานทั้งหมดมีเส้นทางการไหลของงานไปในทิศทางเดียวกันทั้งนั้น (Unidirectional Flow) ระบบการผลิตแบบไหลเลื่อน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบการผลิตแบบไหลบริสุทธิ์ (Pure Flow Shop) และระบบการผลิตแบบไหลทั่วไป (General Flow Shop) ระบบผลิตเช่นนี้พบมากในสายงานประกอบและสายงานผลิตอีกเป็นจำนวนมาก ในบางครั้งเป็นไปได้ว่างานๆ หนึ่งอาจจะไม่มีการดำเนินงานใดๆ บนเครื่องจักรหนึ่งตามลำดับของเส้นทางงานที่กำหนดให้เลย ดังนั้นงานดังกล่าวนี้ก็ข้ามผ่านเครื่องจักรเครื่องนี้ไป และไปต่อแถวคอยของเครื่องจักรที่อยู่ในลำดับถัดไปจากเครื่องนี้แทน

6. แบบจำลองการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) ระบบประกอบด้วยเครื่องจักร m เครื่อง ในแต่ละหน่วยงานมีเส้นทางการไหลของงานเฉพาะ ตามที่ผู้วางแผนกระบวนการกำหนดให้เท่านั้น ทิศทางการไหลของงานมีได้หลายทิศทาง (Non-Unidirectional Flow) แต่ละงานสามารถดำเนินงานบนเครื่องจักรใดๆ ก็ตามที่อยู่บนเส้นทางงานเฉพาะได้เพียงแค่ 1 ครั้งเท่านั้น

7. แบบจำลองการผลิตแบบเปิด (Open Shop) ระบบนี้ประกอบด้วย m เครื่อง แต่ละงานต้องมีการดำเนินงานแบบเวียนซ้ำบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ซึ่งเวลาในการดำเนินงานนี้อาจเท่ากับ 0 ก็ได้ ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับเส้นทางของแต่ละงาน ดังนั้นผู้จัดตารางการผลิต เป็นผู้กำหนดเส้นทางงานให้กับแต่ละงาน และงานที่ต่างกันอาจมีเส้นทางที่ต่างกันได้

2.3.7 การจัดตารางการผลิตแบบไหล (Flow Shop Scheduling)

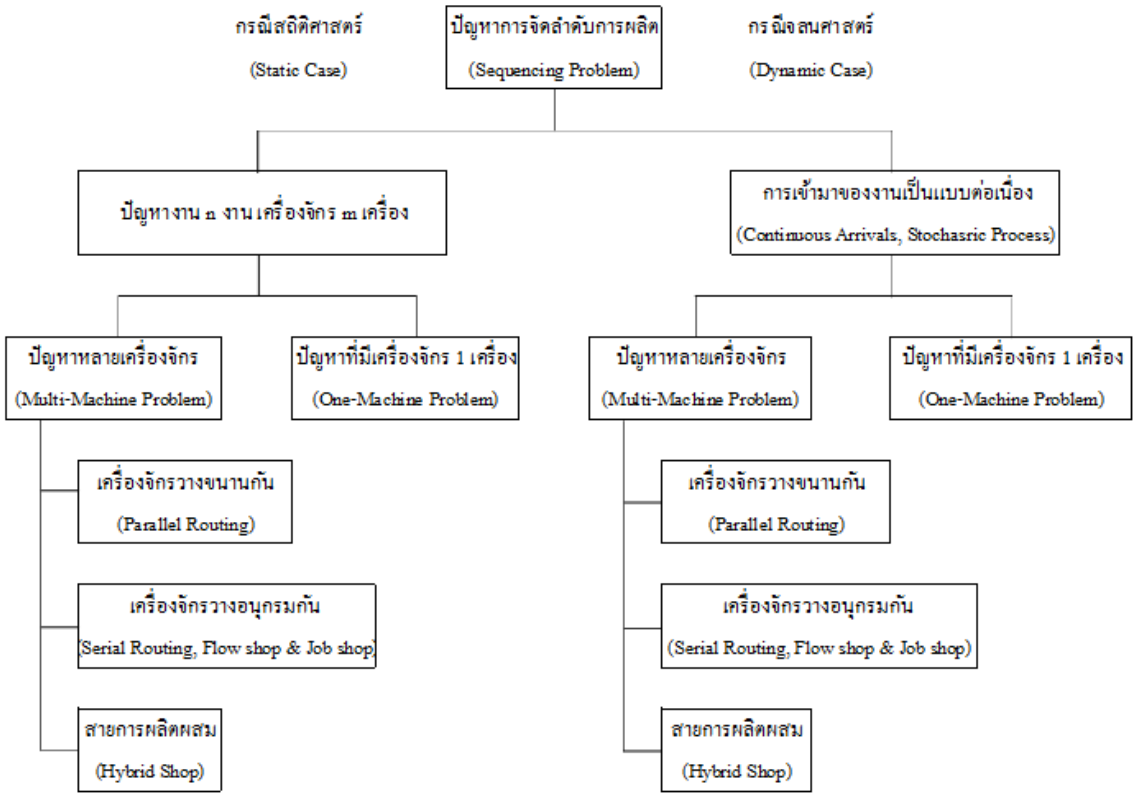
การจัดตารางการผลิตแบบไหล (Flow Shop Scheduling) หมายถึง การกำหนดงานสำหรับกระบวนการผลิตที่มีผลิตภัณฑ์จำนวนมาก มีลักษณะเหมือนกัน มีกระบวนการผลิตต่อเนื่องกันตลอด

และชนิดของผลิตภัณฑ์มักเป็นแบบมาตรฐาน ขั้นตอนการผลิตค่อนข้างแน่นอน ดังนั้นการกำหนดงานแบบนี้จึงเป็นแบบให้เกิดความสมดุลตลอดทั้งสายการผลิต และต้องหาวัสดุหรือชิ้นส่วนต่างๆ ไว้ให้พร้อม วิธีการนี้ใช้คนและเครื่องจักรจำนวนมาก เช่น การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โรงงานผลิตตุ๊กตาและของเด็กเล่น อู่บริการซ่อมรถ เป็นต้น

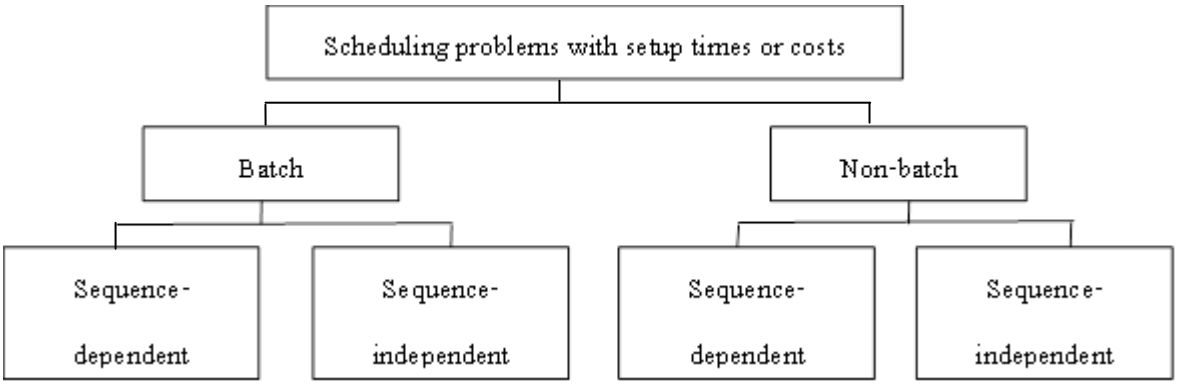
โครงสร้างของแต่ละงานที่อยู่ในการผลิตแบบไหล มีลักษณะพิเศษ คือ การดำเนินงานแรกไม่มีการดำเนินงานที่ต้องทำก่อนหน้า และมีการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรงเพียงการดำเนินงานเดียวเท่านั้น การดำเนินงานหลังจากงานแรกมีการดำเนินงานที่ต้องทำก่อนหน้าโดยตรง และการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรง อย่างละ 1 เท่านั้น สำหรับการดำเนินงานสุดท้ายมีการดำเนินงานก่อนหน้าโดยตรงเพียง 1 งาน และไม่มีการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรง โดยการดำเนินงานทั้งหมดต้องทำตามลำดับขั้นที่กำหนดไปจนเสร็จสิ้น อย่างไรก็ตามเวลาดำเนินการของแต่ละงานบนแต่ละเครื่องจักรอาจไม่เท่ากันก็ได้

การจัดตารางการผลิตนั้น ต้องทราบถึงลักษณะของงานที่นำมาทำการผลิตและลักษณะการทำงานของเครื่องจักรเสียก่อน เช่น การผลิตนั้นเป็นเครื่องจักรสถานีเดียวหรือเครื่องเดียว (Single stage/machine) หรือเครื่องจักรหลายสถานี (Multiple stage) ถ้างานที่จะถูกนำมาผลิตมีเวลาการผลิตที่สม่ำเสมอตลอดการผลิต เรียกการผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตแบบสถิติศาสตร์ (Static Process) ในทางตรงข้ามถ้างานที่จะถูกนำมาผลิตนั้นมีเวลาการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เราเรียกระบบการผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตแบบจลนศาสตร์ (Dynamic Process) [6] ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะของปัญหาการจัดตารางการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.3

Allahvardi และคณะ [7] ได้ทำการแบ่งประเภทของปัญหาการจัดตารางการผลิตเกี่ยวกับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบรุ่นการผลิต (Batch) และแบบไม่เป็นรุ่นการผลิต (Non-batch)



รูปที่ 2.3 ลักษณะปัญหาการจัดตารางการผลิต [6]



รูปที่ 2.4 ปัญหาการจัดตารางการผลิต [7]

เวลาการปรับตั้งรุ่นการผลิตเกิดขึ้นเมื่องาน เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องจักร ผลิตเป็นรุ่นการผลิต มีการใช้เวลาและต้นทุนที่แน่นอนในการผลิตแต่ละรุ่นการผลิตซึ่งรุ่นการผลิตคือเซตของงานที่อยู่ในแฟมิลี (Family) เดียวกัน และแต่ละแฟมิลีไม่สามารถแยกผลิตได้หากให้ความหมายตามกลุ่มเทคโนโลยี (Group Technology) อีกความหมายหนึ่งรุ่นการผลิตหรือ Batch คือ จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนรายการใดรายการหนึ่งได้ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยใดๆ หรือชุดใดๆจนเสร็จสิ้นแล้วผลิตภัณฑ์อื่นก็จะถูกนำมาผลิตบนหน่วยการผลิตนั้นตามขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้

สำหรับการผลิตเป็นแบบไม่เป็นรุ่นการผลิต (Non-batch) เวลาหรือต้นทุนในการจัดตารางการผลิตขึ้นอยู่กับกระบวนการทำงานของแต่ละงานที่มอบหมาย การผลิตแบบไม่เป็นรุ่นการผลิตนี้สามารถมองให้เป็นตัวแบบแบบการผลิตเป็นรุ่นการผลิตเดียวก็ได้ โดยที่แต่ละรุ่นการผลิตหรือแฟมิลีนั้นประกอบด้วยงานเพียงงานเดียวเท่านั้น

เวลาหรือต้นทุนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นขึ้นกับเครื่องจักร (Machine-dependent) หรือขึ้นกับลำดับของงาน (Sequence-dependent) ซึ่งมีลักษณะการจัดตารางการผลิตโดยขึ้นกับลำดับของงาน หรือ Sequence-dependent เมื่อเวลาหรือต้นทุนนั้นขึ้นกับรุ่นการผลิตที่ผลิตอยู่ในปัจจุบันและรุ่นการผลิตที่ผลิตก่อนหน้า แต่การจัดตารางการผลิตโดยไม่ขึ้นกับลำดับของงาน หรือ Sequence-Independent เวลาหรือต้นทุนนั้นขึ้นกับรุ่นการผลิตที่ผลิตอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น

2.3.8 วิธีที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต

Geyik และ Cedimoglu [8] ได้จำแนกวิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตออกเป็น 3 วิธีการ คือ วิธีเชิงวิเคราะห์ (Analytical Approaches) วิธีเชิงฮิวริสติก (Heuristic Approaches) และวิธีการเชิงปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Approaches)

2.3.8.1 Branch and Bound

เป็นวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ การบรานซ์ (Dividing or branching) เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยๆซึ่งมากกว่า 2 ปัญหาย่อยขึ้นไป และการบาวด์ (Bounding) เป็นกระบวนการของการคำนวณโลเวอร์บาวด์ (Lower Bound)ที่ดีที่สุดของปัญหาย่อยนั้นและพิจารณาตัดปัญหาที่ไม่สามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดในขณะนั้น จนกระทั่งพบปัญหาย่อยที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด

2.3.8.2 Heuristic Procedures

วิธีการนี้เป็นการแก้ไขปัญหาโดยอาศัยกฎเกณฑ์ง่ายๆ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันในอดีต จึงทำให้การแก้ปัญหามีความรวดเร็วมากขึ้นนั่นเอง สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้โดยไม่ต้องใช้การคำนวณมากนัก

2.3.8.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

วิธีทางรูปแบบคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นวิธีการหาการจัดสายการผลิตที่ดีที่สุด ซึ่งประกอบด้วย Linear Programming, Integer Programming เป็นต้น

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming model) เป็นเทคนิคของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเทคนิคนี้อาจใช้สำหรับการบริหารงานด้านต่างๆ เช่น การวิเคราะห์เชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จึงมีการใช้วิธีทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยการโปรแกรมเชิงเส้นที่สามารถใช้งานได้ง่ายบนโปรแกรมกระดาษคำนวณทั่วไป (Spreadsheet) หรือการเขียนกราฟ เพื่อหาผลลัพธ์จากสมการ คุณลักษณะของการโปรแกรมเชิงเส้นคือ สามารถจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ที่มีอย่างจำกัดได้อย่างเหมาะสม และตรงตามเป้าหมายมากที่สุด ต้องมีการกำหนดแหล่งทรัพยากรเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตการจัดสรรทรัพยากร ประกอบด้วยเงื่อนไข และข้อจำกัด (Constraint) การกำหนดวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของการแก้ปัญหา สามารถเขียนเป็นสมการวัตถุประสงค์ (Objective function) ซึ่งต้องมีการกำหนดค่ามากสุด (Maximized) หรือน้อยสุด (Minimized) ในการแก้ปัญหา เช่น สมการวัตถุประสงค์สำหรับรายจ่าย ควรกำหนดให้สมการมีค่าน้อยสุด

โปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer programming) เป็นส่วนขยายของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) ซึ่งต้องใช้จำนวนเต็มทั้งหมดในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) Pure integer programming เป็นปัญหาที่ตัวแปรทั้งหมดเป็นจำนวนเต็ม

(2) Mixed-integer programming เป็นปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจบางตัวแต่ไม่ใช่ทั้งหมดเป็นจำนวนเต็ม

(3) Binary integer programming เป็นปัญหาที่ตัวแปรตัดสินใจทั้งหมดเป็นจำนวนเต็ม 0 และ 1

2.3.8.4 Dispatching Rules

กฎการจ่ายงานเป็นเชิงฮิวริสติกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการจัดตารางการผลิต เนื่องจากผู้จัดตารางการผลิตสามารถทำความเข้าใจแนวคิดของการจ่ายงาน และสามารถนำกฎการจ่ายงานมาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการผลิตได้ง่าย เพราะกฎการจ่ายงาน สามารถมีรูปแบบการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนสามารถทำการคำนวณหาคำตอบได้ไม่ยาก แต่ทั้งนี้ไม่สามารถรับประกันได้ว่าคำตอบที่คำนวณได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Solutions)

2.3.8.5 Neighborhood Search

การค้นหาเฉพาะที่ (Local Search) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาค่าที่เหมาะที่สุดเชิงการจัด (Combination Optimization Problem) ซึ่งเป็นปัญหา NP-hard โดยอาศัยการค่อย เปลี่ยนคำตอบจากที่มีอยู่ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเป็นที่พอใจ การหาคำตอบที่ปรับปรุงขึ้นจะมีโอกาสเป็นหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด

2.3.8.6 วิธีการค้นหาแบบตาบู (Tabu Search)

การค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยการเก็บข้อมูลที่เคยค้นหาไว้ในรายการตาบู และคำตอบที่ได้ในรอบการค้นหาใหม่ๆ จะไม่ถูกวนซ้ำในขณะรายชื่อที่กำลังทำงานอยู่ การค้นหาจะเคลื่อนที่เพิ่มค่าไปสู่เป้าหมาย หรือเคลื่อนที่ไปเพื่อให้เกิดผลเสียน้อยที่สุด ซึ่งคำตอบนั้นถูกเก็บไว้ในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีกว่าได้ และไม่วนซ้ำไปมาเมื่อได้คำตอบที่ดีที่สุดเหมือน Neighborhood Search

2.3.8.7 วิธีการ Simulated Annealing

กระบวนการอบเหนียวจำลอง เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีการนี้ยอมให้ทิศทางการค้นหาเป็นไปในทิศทางที่ไม่ดีในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการค้นหา เพื่อเป็นการสำรวจทั่วๆแบบหยาบๆก่อน แล้วจึงค่อยทำการค้นหาแบบละเอียดเมื่อเวลาผ่านไป

2.3.8.8 Expert System Neural Networks

เป็นวิธีการพยายามให้มีกระบวนการเรียนรู้คล้ายกับสมองมนุษย์พิจารณากระบวนการ Neural Networks เป็นกล่องดำสำหรับเซตของตัวป้อนเข้า กล่องดำจะเซตผลเฉลย ซึ่งถูกแนะนำในการแก้ปัญหาที่สามารถเลียนแบบ เพื่อให้ค่าฟังก์ชั่นเป้าหมายสามารถเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดโดยวิธีอื่น

2.3.8.9 วิธีการหาค่าน้ำหนักจากการจัดอันดับ (Weight from Rank)

วิธีการนี้นำมาใช้ในการจัดลำดับงานเข้าสู่เครื่องจักร โดยวิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดในการกำหนดน้ำหนักคือ เรียงลำดับความสำคัญของหลักเกณฑ์โดยให้หลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญที่สุดมีค่าเท่ากับ 1 และลดหลั่นลงตามความสำคัญหรืออาจพิจารณาเป็นคู่ (Pairwise Judgment Data) แล้วแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบตัวเลข

2.3.8.10 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Solver

Solver เป็นโปรแกรมแอด-อิน (Add-in) ใน Microsoft Excel ซึ่งเป็นอีกเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ โดย Solver เป็นส่วนของกลุ่มคำสั่งที่บางครั้งเรียกว่า เครื่องมือการวิเคราะห์ What-if ด้วย

Solver การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับสูตรในเซลล์ๆ หนึ่ง เรียกว่า เซลล์เป้าหมาย บนแผ่นงาน Solver ทำงานกับกลุ่มของเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับสูตรในเซลล์เป้าหมายไม่ว่าโดยตรงหรือทางอ้อม Solver จะปรับเปลี่ยนค่าในเซลล์ที่กำลังเปลี่ยนแปลงที่กำหนดหรือเซลล์ที่ปรับเปลี่ยน (Changing cell) เพื่อให้ผลลัพธ์ที่คุณต้องการจากสูตรของเซลล์เป้าหมาย โดยสามารถนำค่าคงที่มาใช้เพื่อจำกัดค่าที่ Solver สามารถใช้ในแบบจำลอง และค่าจำกัดสามารถอ้างอิงถึงเซลล์อื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อสูตรของเซลล์เป้าหมายได้ Solver ยังสามารถกำหนดค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของเซลล์ๆ หนึ่งโดยการเปลี่ยนเซลล์อื่นๆ ตัวอย่างเช่น สามารถเปลี่ยนงบประมาณการโฆษณาที่ประเมินค่าไว้และดูผลกระทบต่อจำนวนกำไรที่ประเมินไว้

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Allahvardi และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาการจัดตารางการผลิตในรูปแบบต่างๆ โดยเน้นศึกษาในด้านต้นทุนและเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup time) ซึ่งพบว่ามีการศึกษาเป็นที่ได้รับความสนใจเป็นจำนวนมาก ทั้งแบบที่เป็นการผลิตเป็นรุ่นการผลิต (Batch) และไม่ใช่รุ่นการผลิต การผลิตที่ขึ้นอยู่กับลำดับ (Sequence dependent) และไม่ขึ้นอยู่กับเครื่องจักร (Sequence independent)

Stefansson และคณะ [9] กล่าวว่า ระบบการตัดสินใจของโรงงานยาในปัจจุบันใช้การคำนวณมือเกือบทั้งหมด ขาดการหาจุดที่เหมาะสมหรือ Optimization หรือการใช้เครื่องมืออัตโนมัติมาช่วยสนับสนุน และมักประสบกับการขัดจังหวะเนื่องจากเครื่องจักรเสีย คุณภาพมีปัญหา และการแทรกงานสำหรับลูกค้าที่มีความสำคัญ ดังนั้นการหาจุดที่เหมาะสมสามารถลดเวลาในการจัดตารางการผลิตได้อย่างมาก

Vanditti และคณะ [10] ได้ทำการศึกษาปัญหาการจัดตารางการผลิตของกระบวนการบรรจุยาของโรงงานผลิตยาในประเทศอิตาลี ลักษณะเครื่องจักรเป็นแบบใช้ได้หลากหลายกับชนิดของยา (Multi-purpose machine) โดยเครื่องจักรบรรจุแบบบลิสเตอร์ (Blister) มีทั้งหมด 3 เครื่อง ซึ่งการบรรจุยาลงบลิสเตอร์และการบรรจุยาลงกล่องพิมพ์ ทั้งสองกระบวนการนี้ทำงานต่อเนื่องกันคล้ายกับเป็นเครื่องจักรเดี่ยว (Single machine) โดยมีข้อจำกัดในการปรับตั้งเครื่อง การเปลี่ยนยาวันที่รับจากแผนก่อนหน้าและวันที่กำหนดส่ง และข้อจำกัดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมของชุดเครื่องมือและพนักงาน โดยเป้าหมายคือการลดเวลาในการปิดงาน (Minimization of makespan) และความล่าช้ามากสุด (MaximumTardiness) โดยการเรียงลำดับแบบพจนานุกรมหรือLexicographic order และใช้อัลกอริทึม Tabu search ในการหาคำตอบ ซึ่งการศึกษาค่อนข้างซับซ้อนและยากต่อการใช้งาน

Damadaran และ Srihari [11] ได้ทำการศึกษา Minimize Makespan โดยใช้ Mixed Integer Programming โดยมีการทำงานแบบ Flow shop ที่มีเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่องและการผลิตเป็นแบบรุ่นการผลิต มีการกำหนดให้ความสามารถของบัฟเฟอร์ (Buffer) ไม่จำกัดหรือเท่ากับ 0 ซึ่งให้ผลออกมาดี

Borissova [12] ได้ประยุกต์ใช้ Microsoft Excel Solver ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรจากเหล็กซึ่งมีข้อจำกัดของเครื่องจักรและเวลาการผลิต ซึ่งสามารถจัดการการผลิต ลดเวลาในการล่าช้าได้ดี

Asgeirsson และคณะ [13] ได้ใช้วิธี mixed integer optimization และ simple greedy algorithm ในการวางแผนการผลิตในโรงงานยา เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามคำสั่งซื้อจากลูกค้า และใช้เครื่องจักรให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยนำข้อมูลจริงมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลกับการวางแผนด้วยการคำนวณมือ ซึ่งผลที่ได้บ่งชี้ว่าการนำวิธีอัตโนมัติมาใช้ ทำให้สามรถปรับปรุงการวางแผนการผลิตให้ดีขึ้น สามารถลดเวลาในการทำงาน และเวลาในการคำนวณแผนการผลิตด้วยมือได้

Ung San [14] ได้กล่าวว่าการจัดตารางการผลิตเป็นหนึ่งในหัวข้อที่สำคัญของการวางแผนการผลิต โดยได้ทำการจัดตารางการผลิตแบบ job shop สำหรับจัดลำดับงานที่ขึ้นกับเวลาในการ setup ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน และนำฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

Amin-Naseri และคณะ [15] ทำการจัดตารางการผลิตแบบ hybrid flow shop เพื่อลดเวลารวมในการผลิตให้น้อยที่สุด โดยสมมติให้เครื่องจักรผลิตงานเป็น batch และประยุกต์ใช้ฮิวริสติก 3 แบบเพื่อให้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งพบว่าวิธี genetic algorithm ให้ผลที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ

Corwin และคณะ [16] ศึกษาปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบ flow shop ในเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง ซึ่งเครื่องแรกมีเวลาในการ setup โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารวมในการผลิตให้น้อยที่สุด หลังจากนั้นเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ ระหว่างวิธี dynamic programming และbranch and bound approaches

Gupta [17] ได้เสนอวิธีการจัดตารางการผลิตแบบใหม่สำหรับการผลิตแบบอนุกรม โดยวิธีฮิวริสติกเพื่อหาเวลาต่ำที่สุดของการทำงานเสร็จรวม ในการจัดลำดับงานทำซ้ำหลายๆ ครั้ง ทำให้ได้เวลาการทำงานเสร็จรวมต่ำสุด

Coffman และคณะ [18] ศึกษาการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ผลิตแบบอนุกรม โดยหาเวลาต่ำที่สุดของการทำงานเสร็จสิ้นรวม สำหรับการจัดลำดับงาน n ชิ้นงาน ซึ่งวางแผนเริ่มผลิตที่เวลาเริ่มต้น

เท่ากับศูนย์ โดยพิจารณาเวลาในการตั้งเครื่องจักรด้วย การจัดงานที่ใช้เวลาทำงานน้อยที่สุดทำก่อน (Shortage Processing Time: SPT) ถูกนำมาใช้ ซึ่งจะทำให้เวลาการทำงานเสร็จสิ้นต่ำที่สุด

Chris และ Mikhail [19] พิจารณาปัญหาที่นำไปสู่การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบอนุกรม (Single machine) การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน m เครื่องจักร (Parallel machine) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (m-machine Flow shop) และกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job shop) สำหรับกรณีเครื่องจักรผลิตแบบขนานที่ทุกๆ เครื่องจักรลักษณะเหมือนกัน และไม่มีความสัมพันธ์กัน เวลาการผลิตของงานในเครื่องจักรขึ้นอยู่กับงานและความเร็วของเครื่องจักรเท่านั้น สำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow shop) เป็นการผลิตที่ยึดขั้นตอนการทำงานเป็นหลัก โดยมีการกำหนดขั้นตอนตามกระบวนการทางเครื่องจักร งานจะเข้าจากขั้นตอนที่ 1 ที่เครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 ถึงเครื่องจักรที่ m กลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป โดยในแต่ละเครื่องจักรจะมีการทำงานเฉพาะเจาะจง สำหรับการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job shop) เป็นการทำงานเข้ากระบวนการแต่ละสถานีงาน โดยยึดที่เครื่องจักรเป็นสำคัญ โดยมีงานที่แตกต่างกันผ่านเข้ามาในเครื่องจักร ในความแตกต่างกันของปริมาณการสั่งผลิต

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัย

ชื่องานวิจัย/ ชื่อผู้แต่ง	เนื้อหางานวิจัย	เปรียบเทียบงานวิจัยกับงานของผู้ทำวิจัย	
		ความเหมือน	ความต่าง
A Survey of Scheduling Problems with Setup Times and Costs (Allahverdi, A., NG, C.T., Cheng, T.C.E. and Kovalyov, M., 2008)	รวบรวมการจัดตารางการผลิตในหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ ด้านต้นทุน, ด้านเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup time), ด้านรุ่นการผลิต (Batch), รูปแบบการผลิต และลำดับในการผลิต	ศึกษาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup time) การผลิตแบบ Flow shop และการผลิตที่ขึ้นกับลำดับงาน	งานวิจัยมีความหลากหลายของวิธีในการจัดตารางการผลิต

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ ชื่อผู้แต่ง	เนื้อหางานวิจัย	เปรียบเทียบงานวิจัยกับงานของผู้ทำวิจัย	
		ความเหมือน	ความต่าง
Discrete and continuous time representations and mathematical models for large production scheduling problems: A case study from the pharmaceutical industry (Stefansson H., Sigmarsdottir S., Jensson P. and Shah N., 2011)	พัฒนา Mathematical models สำหรับใช้ในการตัดสินใจของโรงงานยา เพื่อหาจุดที่เหมาะสมหรือ Optimization ในการลดเวลาการจัดตารางการผลิต	นำ Mathematical models มาใช้ในการหาจุดที่เหมาะสมในการจัดตารางการผลิต	งานวิจัยมีการใช้เวลา 2 แบบ คือ Discrete time และ Continuous time ส่วนงานของผู้ทำวิจัยใช้เพียง Continuous time
A Tabu Search Algorithm for Scheduling Pharmaceutical Packaging Operations (Venditti, L., Pacciarelli, D. and Meloni, C., 2010)	ศึกษาปัญหาการจัดตารางการผลิตของกระบวนการบรรจุยา ลักษณะเครื่องจักรเป็นแบบใช้ได้หลากหลายกับชนิดของยา (Multi-purpose machine) มีการทำงานต่อเนื่องกันคล้ายกับเป็นเครื่องจักรเดี่ยว (Single machine) โดยมีข้อจำกัดในการปรับตั้งเครื่อง การเปลี่ยนยา	เป้าหมายคือการลดเวลาในการปิดงาน (Minimization of makespan)	นำ Tabu Search มาช่วยในการหาคำตอบ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ ชื่อผู้แต่ง	เนื้อหางานวิจัย	เปรียบเทียบงานวิจัยกับงานของผู้ทำวิจัย	
		ความเหมือน	ความต่าง
Mixed integer formulation to minimize makespan in a flow shop with batch processing machines (Damodaran, P., and Srihari, K., 2004)	ศึกษา Minimize Makespan โดยใช้ Mixed Integer Programming โดยมีการทำงานแบบ Flow shop ที่มีเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง และการผลิตเป็นแบบรุ่นการผลิต มีการกำหนดให้ความสามารถของบัฟเฟอร์ (Buffer) ไม่จำกัด หรือเท่ากับ 0	มีการทำงานแบบ Flow shop โดยใช้ Mixed Integer Programming เพื่อ Minimize Makespan	งานวิจัยมีเครื่องจักรเพียง 2 เครื่อง และกำหนดให้มี Buffer ระหว่างขั้นตอนการทำงาน
Optimal Scheduling for Dependent Details Processing Using MS Excel Solver (Borissova, D., 2008)	ประยุกต์ใช้ Microsoft Excel Solver ในการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรจากเหล็ก ซึ่งมีข้อจำกัดของเครื่องจักรและเวลาการผลิต ซึ่งสามารถจัดการการผลิต ลดเวลาในการล่าช้าได้ดี	ประยุกต์ใช้ Microsoft Excel Solver ในการจัดตารางการผลิต ภายใต้ข้อจำกัด	วัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาล่าช้าในการผลิต

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ ชื่อผู้แต่ง	เนื้อหางานวิจัย	เปรียบเทียบงานวิจัยกับงานของผู้ทำวิจัย	
		ความเหมือน	ความต่าง
Automating a manual production scheduling process at a pharmaceutical company (Asgeirsson E.I., Axelsdottir G.S. and Stefansson H., 2011)	พัฒนา Mathematical models และ algorithm ในการวางแผนการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามคำสั่งซื้อจากลูกค้า และใช้เครื่องจักรให้ได้ประโยชน์สูงสุด	มีการนำข้อมูลจริงมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลคำนวณด้วยวิธีอัตโนมัติ กับการวางแผนด้วยการคำนวณมือ	ใช้วิธี mixed integer optimization และ simple greedy algorithm ในการวางแผนการผลิต
A comparative study of two-phase heuristic approaches to general job shop scheduling problem (Ung San J., 2008)	จัดตารางการผลิตและจัดลำดับงานโดยนำฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด	จัดตารางการผลิตแบบ job shop ที่ลำดับงานขึ้นกับเวลาในการ setup	ใช้ฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ
Two machine flow shop scheduling problems with sequence dependent set up times (Corwin B.D. and Esogbue A.O., 1974)	ศึกษาปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบ flow shop ในเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง ซึ่งการจัดลำดับงานขึ้นกับเวลาในการ setup	วัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารวมในการผลิตให้น้อยที่สุด	การคำนวณมี 2 วิธี คือ dynamic programming และbranch and bound approaches
Single facility scheduling with multiple job classes (Gupta J.N.D., 1988)	การจัดตารางการผลิตแบบใหม่สำหรับการผลิตแบบอนุกรม ในการจัดลำดับงานทำซ้ำหลายๆ ครั้ง ทำให้ได้เวลาการทำงานเสร็จรวมต่ำสุด	วัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารวมในการผลิตให้น้อยที่สุด	ใช้วิธีฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย/ ชื่อผู้แต่ง	เนื้อหางานวิจัย	เปรียบเทียบงานวิจัยกับงานของผู้ทำวิจัย	
		ความเหมือน	ความต่าง
Batch sizing and job sequencing on single machine (Coffman E.G. Jr., Yannakakis M., Magazine M.J. and Santos C.A., 1990)	ศึกษาการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบอนุกรม โดยจัดลำดับงาน n ชิ้นงาน ซึ่งให้เวลาเริ่มต้นเท่ากับศูนย์ โดยพิจารณาเวลาในการตั้งเครื่องจักรด้วย	วัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารวมในการผลิตให้น้อยที่สุด	การจัดงานโดยใช้เวลาทำงานน้อยที่สุดทำก่อน (Shortage Processing Time: SPT)
Scheduling with batching: A review (Chris N. Potts, Mikhail Y. Kovalyov, 2009)	ศึกษาการจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบอนุกรม (Single machine) การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน m เครื่องจักร (Parallel machine) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (m-machine Flow shop) และกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job shop)	งานมีความหลากหลายและมีปริมาณที่แตกต่างกัน	งานวิจัยมีความหลากหลายของวิธีในการจัดตารางการผลิต