



การศึกษาอิทธิพลของความยาวสายการผลิตต่อค่าวัดคุณลักษณะ สำหรับแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว

ธิดาเดี่ยว มยุรีสุวรรณ¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอิทธิพลความยาวสายการผลิตต่อวัดคุณลักษณะของแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว 2 แผนคือ แผนการชักตัวอย่าง CSP-1 และ CSP-V ค่าวัดคุณลักษณะคือ ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ย (AFI) และค่าคุณภาพผ่านออกโดยเฉลี่ย (AOQ) ทำการศึกษาด้วยวิธีการจำลองค่าเมื่อสายการผลิตมีความยาว $L = 200, 300, 500, 700, 900, 1200, 1500, 2000, 3000, 5000, 9000, 12000$ และ 15000 หน่วย มีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง $p = 0.005, 0.01$ และ 0.05 ผลการศึกษาสำหรับ CSP-1 พบว่าทุกระดับค่า p สูตร AFI และ AOQ ประมาณค่าได้ดีในทุกระดับ

ค่าพารามิเตอร์หาก L มีค่า 2000 หน่วยขึ้นไป สำหรับ CSP-V กรณี $p = 0.005, 0.01$ สูตร AFI ประมาณค่าได้ดีในทุกระดับค่าพารามิเตอร์เมื่อ L มีค่า 900 หน่วยขึ้นไป กรณี $p = 0.05$ สูตร AFI ส่วนใหญ่จะประมาณค่าได้ไม่ดีในทุกระดับค่าพารามิเตอร์และทุกระดับ L สำหรับสูตร AOQ กรณี $p = 0.005, 0.01$ สูตรประมาณค่าได้ดีในทุกระดับค่าพารามิเตอร์และทุกระดับ L กรณี $p = 0.05$ สูตรประมาณค่าได้ดีในทุกระดับค่าพารามิเตอร์เมื่อ L มีค่า 1500 หน่วยขึ้นไป

คำสำคัญ: แผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว
สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ย
คุณภาพผ่านออกโดยเฉลี่ย

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โทรศัพท์ 08-2151-5595 อีเมล: tms@kmutnb.ac.th, mtidadeaw@yahoo.com



A Study of the Effect of Length of Production Line on Performance Measures for Single-level Continuous Sampling Plans

Tidadeaw Mayuresawan¹

Abstract

The paper examines the effect of length of production line on performance measures in single-level continuous sampling plans, such as CSP-1 and CSP-V plans. The performance measures are the average fraction inspected (*AFI*) and the average outgoing quality (*AOQ*). Simulations were carried out for a range of lengths of the production line, namely, $L=200, 300, 500, 700, 900, 1200, 1500, 2000, 3000, 5000, 9000, 12000$ and 15000 . The values of fraction of defective unit p were $0.005, 0.01$ and 0.05 . The results for CSP-1 showed that all values of p the *AFI* and *AOQ* formulas were very good approximations for all levels of parameter if the length L was greater than or equal

to $2,000$. For a CSP-V plan, at $p=0.005, 0.01$ the *AFI* formula was a good approximation for all values of parameter if L was greater than or equal to 900 . At $p=0.05$, the *AFI* formula was a poor approximation for all values of parameter and L . For the *AOQ* formula, at $p=0.005, 0.01$ the formula was a good approximation for all values of parameter and L . At $p=0.05$, the formula was a good approximation for all values of parameter if the length L was greater than or equal to $1,500$.

Keywords: Single-level Continuous Sampling Plan, Average Fraction Inspected, Average Outgoing Quality

¹ Assistant Professor, Department of Applied Statistics, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Tel. 08-2151-5595, E-mail: tms@kmutnb.ac.th, mtidadeaw@yahoo.com

1. บทนำ

แผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan: CSP) เป็นแผนการชักตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงคุณลักษณะด้วยสายตา โดยแบ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่พบออกเป็น 2 ทาง เช่น บกพร่องหรือไม่บกพร่อง ดีหรือเสีย เป็นต้น โดยการตรวจสอบจะชักผลิตภัณฑ์จากสายการผลิตแบบต่อเนื่องขึ้นมาตรวจสอบในขณะที่กระบวนการผลิตกำลังดำเนินอยู่ในการชักผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบแต่ละครั้ง หากพบผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องแทนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่พบด้วยผลิตภัณฑ์ดี ทำให้หลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น แผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องมี 2 แบบคือ แผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว (Single-level Continuous Sampling Plans) และแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องหลายระดับ (Multi-level Continuous Sampling Plans) แผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียวชนิดแรกคือ CSP-1 ถูกพัฒนาโดย H. F. Dodge ในปี 1943 [1] หลังจากนั้น มีนักวิจัยหลายคนพัฒนา CSP ขึ้นมาอย่างต่อเนื่องอีกหลายชนิด ได้แก่ CSP-2, CSP-3, CSP-4, CSP-5, CSP-F, CSP-V, CSP-M, CSP-T และ CSP-C เป็นต้น โดย CSP ทุกชนิดประกอบด้วยช่วงการตรวจสอบ 2 ช่วงคือ ช่วงการตรวจสอบแบบตรวจทุกหน่วย หรือตรวจแบบ 100% และช่วงการตรวจสอบแบบตรวจบางส่วนด้วยอัตราส่วน $f(f=1/r)$ เมื่อ r คือช่วงห่างของการชักผลิตภัณฑ์ขึ้นมาตรวจสอบ CSP แต่ละชนิดมีวัตถุประสงค์ของการออกแบบและมีความเหมาะสมกับลักษณะของกระบวนการผลิตแตกต่างกัน บางชนิดออกแบบให้มีการตรวจสอบแบบตรวจทุกหน่วยลดลง โดยให้มีการตรวจสอบแบบอัตราส่วนยาวนานขึ้น เช่น CSP-2 พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1951 โดย H.F. Dodge และ M.N. Torrey [2] โดย CSP-2 จะเริ่มต้นตรวจสอบแบบ 100% เหมือน CSP-1 แต่ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบอัตราส่วน f นั้นจะออกแบบการตรวจสอบให้มีโอกาสกลับไปตรวจสอบแบบ 100% ลดลงมากกว่า CSP-1 หรือแผนการชักตัวอย่าง CSP-V ซึ่งเป็นแผนการ

ชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียวที่ป้องกันการตรวจสอบแบบ 100% ในระยะยาว พัฒนาโดย Kandasamy, C. และ Govindaraju, K [3] โดยขั้นตอนการตรวจสอบของ CSP-V จะเริ่มต้นตรวจสอบแบบ 100% เหมือน CSP-1 และ CSP-2 แต่ CSP-V จะลดจำนวนการตรวจสอบแบบ 100% ลงในกรณีที่พบว่ากระบวนการผลิตไม่เลวร้ายมาก

แม้ว่า CSP-1 จะถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นระยะเวลายาวนาน แต่ CSP-1 ก็ยังคงเป็นแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตแบบต่อเนื่องในปัจจุบัน และเป็นต้นแบบในการออกแบบแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องอื่นๆ ทั้งแบบระดับเดียวและหลายระดับ ส่วน CSP-V ก็เป็นแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากเหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องการลดจำนวนการตรวจสอบลงเมื่อพบว่ากระบวนการผลิตมีสภาพดี ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการตรวจสอบลง

CSP ทุกชนิดมีค่าวัดคุณลักษณะที่สำคัญได้แก่ ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ย (Average Fraction Inspected: *AFI*) และค่าคุณภาพผ่านออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality: *AOQ*) [4] โดยค่า *AFI* คือค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบ กับจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในทุกช่วงการตรวจสอบ และค่า *AOQ* คือค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์บกพร่องที่หลุดออกไปหรือตรวจไม่พบ กับจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในทุกช่วงการตรวจสอบ สูตรคำนวณค่า *AFI* และ *AOQ* อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดว่าเป็นสูตรคำนวณสำหรับสายการผลิตที่ยาว (Long Production Runs) แต่บางกระบวนการผลิตอาจมีสายการผลิตที่ไม่ยาวมาก หรืออาจไม่ได้มีลักษณะการผลิตตามสายพาน แต่มีการผลิตครั้งละ 1 หน่วยตามลำดับคล้ายสายพาน ซึ่งอาจมีจำนวนการผลิตไม่มาก ทำให้เกิดปัญหาว่าเมื่อใช้ CSP ตรวจสอบการผลิตตามระดับค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในแผน จะได้ค่าวัดคุณลักษณะตรงตามที่ได้จากสูตรคำนวณที่ผู้ออกแบบสร้างขึ้นหรือไม่ งานวิจัยนี้จึงทำการ

ศึกษาระดับความยาวสายการผลิตที่เหมาะสมในการใช้สูตรเพื่อประมาณค่าวัดคุณลักษณะทั้ง 2 ค่าของแผนการชักตัวอย่าง 2 แผนคือ CSP-1 และ CSP-V อีกทั้งศึกษาระดับค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องของกระบวนการผลิตระดับค่าพารามิเตอร์ i และ f ของแผนที่เหมาะสมในแต่ละระดับความยาวของสายการผลิต เพื่อเป็นแนวทางให้โรงงานอุตสาหกรรมประกอบการตัดสินใจเลือกใช้สูตรคำนวณค่าวัดคุณลักษณะของแผน และเลือกใช้ระดับค่าพารามิเตอร์ของแผนให้เหมาะสมกับความยาวสายการผลิตและเหมาะสมกับระดับคุณภาพของสายการผลิต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความยาวสายการผลิตที่เหมาะสมในการใช้สูตรเพื่อประมาณค่าวัดคุณลักษณะ (Performance Measures) ของแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว 2 แผนคือ แผนการชักตัวอย่าง CSP-1 และ CSP-V โดยค่าวัดคุณลักษณะที่ศึกษาได้แก่ ค่า AFI และค่า AOQ

ขอบเขตการวิจัย การจำลองสายการผลิตทำโดยใช้โปรแกรม R กำหนดค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง (p) เท่ากับ 0.005, 0.01 และ 0.05 กำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผนคือ จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ต้องตรวจพบติดต่อกันในช่วงการตรวจสอบแบบ 100% (i) เท่ากับ 10, 15, 20, 25 และ 30 กำหนดอัตราส่วนในการชักผลิตภัณฑ์ขึ้นมาตรวจสอบในช่วงการตรวจสอบแบบอัตราส่วน $f(f=1/r)$ เมื่อ r คือช่วงห่างของการชักผลิตภัณฑ์ขึ้นมาตรวจสอบโดยมีค่าเท่ากับ 2, 3 และ 4 กำหนดความยาวสายการผลิต (L) เท่ากับ 200, 300, 500, 700, 900, 1200, 1500, 2000, 3000, 5000, 9000, 12000 และ 15000 หน่วย จำลองการตรวจสอบสายการผลิตตามขั้นตอนการตรวจสอบของ CSP-1 และ CSP-V ขึ้นในแต่ละระดับค่า p , L , i และ f จำนวน 100 สายการผลิตด้วยโปรแกรมภาษา C เกณฑ์การพิจารณาความแม่นยำหรือความเหมาะสมของสูตร AFI คือจะถือว่าสูตร AFI มีความเหมาะสมถ้าความแตกต่างแบบไม่คิดเครื่องหมายระหว่างค่า AFI ที่ได้จากสูตรคำนวณและที่ได้จากการจำลองค่าไม่เกิน 0.02 สำหรับสูตร AOQ คือจะถือว่าสูตร AOQ มีความเหมาะสม

ถ้าความแตกต่างแบบไม่คิดเครื่องหมายระหว่างค่า AOQ ที่ได้จากสูตรคำนวณและที่ได้จากการจำลองค่าไม่เกิน 0.002

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ค่าวัดคุณลักษณะ (Performance Measures)

ค่าวัดคุณลักษณะของแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่ ค่า AOQ และค่า AFI [5] ค่า AOQ คือค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์บกพร่องที่หลุดออกไป (ตรวจไม่พบ) ภายหลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบ กับจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ (เท่ากับ ความยาวสายการผลิต) ซึ่งผลิตภัณฑ์บกพร่องจะหลุดออกไปในช่วงการตรวจสอบแบบอัตราส่วน เช่น สายการผลิตหนึ่งมีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง (p) เท่ากับ 0.03 นั่นคือหากไม่ทำการตรวจสอบการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านออกไปจะมีผลิตภัณฑ์บกพร่องปนอยู่ 3% แต่หากใช้แผนการชักตัวอย่างตรวจสอบสายการผลิตและให้ค่า AOQ เท่ากับ 0.015 หมายความว่า ภายหลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านออกไปจะมีผลิตภัณฑ์บกพร่องปนอยู่เฉลี่ย 1.5% เป็นต้น ส่วนค่า AFI คือค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบกับจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เช่น แผนการชักตัวอย่างให้ค่า AFI เท่ากับ 0.60 หมายความว่า มีผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบเฉลี่ย 60% ของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตทั้งหมด

2.2 แผนการชักตัวอย่าง CSP-1

เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ i และ f แผนการชักตัวอย่าง CSP-1 มีขั้นตอนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ดังนี้ [6]

1. เริ่มต้นทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกหน่วย (ตรวจสอบแบบ 100%) ติดต่อกันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งพบจำนวน i หน่วยติดต่อกันเป็นผลิตภัณฑ์ดี
2. หยุดตรวจสอบแบบ 100% แล้วเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบตรวจบางส่วนด้วยอัตราส่วน $f(f=1/r)$ โดย

ชักผลิตภัณฑ์จากสายการผลิตมาตรวจสอบ 1 หน่วยใน
ทุก ๆ r หน่วย

3. ขณะที่ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบอัตราส่วน
 f ถ้าพบผลิตภัณฑ์บกพร่อง การตรวจสอบแบบอัตราส่วน
 f จะสิ้นสุดลง และเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบ 100%
เหมือนเดิมไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีจำนวน i หน่วยติดต่อกัน
เป็นผลิตภัณฑ์ดี การตรวจสอบก็จะดำเนินการตามขั้นตอน
ที่ 2 ใหม่

4. ทุกครั้งที่พบผลิตภัณฑ์บกพร่อง จะแก้ไขหรือ
แทนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่พบด้วยผลิตภัณฑ์ดี

ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ย (AFI)
กำหนดโดย [7]

$$AFI = \frac{u + fv}{u + v} \quad (1)$$

โดยที่

$$u = \frac{1 - q^i}{pq^i} \quad (2)$$

$$v = \frac{1}{fp} \quad (3)$$

เมื่อ u คือค่าเฉลี่ยของจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านไป
ในช่วงการตรวจสอบแบบตรวจทุกหน่วย

v คือค่าเฉลี่ยของจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านไป
ในช่วงการตรวจสอบแบบตรวจบางส่วน

f คืออัตราส่วนในการชักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา
ตรวจสอบในช่วงการตรวจสอบแบบตรวจบางส่วน

p คือค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องของกระบวนการผลิต

q คือค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ดีของกระบวนการผลิต
($q = 1 - p$)

i คือจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ดีที่ต้องตรวจพบ
ติดต่อกันในช่วงการตรวจสอบแบบตรวจทุกหน่วย
ค่าคุณภาพผ่านออกโดยเฉลี่ย (AOQ) กำหนดโดย

$$AOQ = p(1 - AFI) \quad (4)$$

2.3 แผนการชักตัวอย่าง CSP-V

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ i , f และ x ($x = 1/3i$)
CSP-V มีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้ [3]

1. เริ่มต้นทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบ 100%
ติดต่อกันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งพบจำนวน i หน่วยติดต่อกัน
เป็นผลิตภัณฑ์ดี

2. หยุดตรวจสอบแบบ 100% แล้วเปลี่ยนการ
ตรวจสอบเป็นแบบตรวจด้วยอัตราส่วน f ($f = 1/r$) โดยชัก
ผลิตภัณฑ์จากสายการผลิตมาตรวจสอบ 1 หน่วยในทุกๆ
 r หน่วย

3. ในขณะที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบอัตราส่วน
 f ถ้าภายใน i หน่วยแรกพบผลิตภัณฑ์บกพร่อง
การตรวจสอบแบบอัตราส่วน f จะสิ้นสุดลงและเปลี่ยนกลับ
การตรวจสอบเป็นแบบ 100% ตามขั้นตอนที่ 1 ใหม่
แต่ถ้าไม่พบผลิตภัณฑ์บกพร่อง การตรวจสอบแบบ
อัตราส่วน f จะดำเนินต่อไป

4. การตรวจสอบแบบอัตราส่วน f จะดำเนินต่อไป
เรื่อยๆ จนกระทั่งพบผลิตภัณฑ์บกพร่อง จะเปลี่ยนการ
ตรวจสอบเป็นแบบ 100%

5. ในขณะที่ทำการตรวจสอบแบบ 100% หาก
ภายในการตรวจสอบ x หน่วยแรกติดต่อกันพบผลิตภัณฑ์
บกพร่อง จะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบ 100%
ตามขั้นตอนที่ 1 ใหม่ แต่ถ้าไม่พบผลิตภัณฑ์บกพร่อง
จะทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบอัตราส่วน f ต่อไป
ตามขั้นตอนที่ 3

6. ทุกครั้งที่พบผลิตภัณฑ์บกพร่อง จะแก้ไขหรือ
แทนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่พบด้วยผลิตภัณฑ์ดี

ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ย (AFI)
กำหนดโดย [6]

$$AFI = \frac{f(1 + q^i(q^i - q^x))}{q^i + f - fq^i + fq^i(q^i - q^x)} \quad (5)$$

ค่าคุณภาพผ่านออกโดยเฉลี่ย (AOQ) กำหนดโดย

$$AOQ = \frac{pq^i(1-f)}{q^i + f - fq^i + fq^i(q^i - q^x)} \quad (6)$$

เมื่อ x คือจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ดีที่ต้องตรวจพบติดต่อกัน โดย $x = 1/3i$

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ใช้โปรแกรม R จำลองสายการผลิตที่มีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p และมีความยาว L ค่าที่จำลองได้คือค่าของตัวแปรสุ่มเบอร์นูลลี 0 และ 1 โดย 0 แทนผลิตภัณฑ์ดี และ 1 แทนผลิตภัณฑ์บกพร่อง

2. เขียนโปรแกรมภาษา C จำลองการตรวจสอบสายการผลิตตามขั้นตอนการตรวจสอบของ CSP-1 และ CSP-V โดยจำลองการตรวจสอบซ้ำ 100 สายการผลิตในแต่ละระดับค่า p, L, i และ f

3. ขณะที่จำลองการตรวจสอบสายการผลิตแต่ละสาย จะคำนวณค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบ (Fraction Inspected: FI) และค่าคุณภาพผ่านออก (Outgoing Quality: OQ) โดยค่า FI คำนวณจากอัตราส่วนของจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบในทุกช่วงการตรวจสอบ และจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ซึ่งเท่ากับ L ส่วนค่า OQ คำนวณจากอัตราส่วนของจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ผ่านออกไปโดยตรวจไม่พบในทุกช่วงการตรวจสอบ และจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ค่า AFI และค่า AOQ คือค่าเฉลี่ยของค่า FI และค่า OQ ตามลำดับ จากการตรวจสอบซ้ำ 100 สายการผลิตที่ระดับค่า p, L, i และ f เดียวกัน

4. ในแต่ละระดับค่า p, i และ f สำหรับ CSP-1 คำนวณค่า AFI และ AOQ โดยใช้สูตรคำนวณที่ (1) และ (4) ตามลำดับ สำหรับ CSP-V คำนวณค่า AFI และ AOQ โดยใช้สูตรคำนวณที่ (5) และ (6) ตามลำดับ

5. สรุปผลเพื่อหาระดับความยาวสายการผลิตที่เหมาะสม ในการใช้สูตรเพื่อประมาณค่าวัดคุณลักษณะของแผนการชักตัวอย่างในแต่ละระดับ p, i และ f

4. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความยาวสายการผลิตที่เหมาะสมในการใช้สูตรเพื่อประมาณค่า AFI แสดงเฉพาะแผนการชัก

ตัวอย่าง CSP-1 กรณี $p = 0.005, 0.01$ และ 0.05 ในตารางที่ 1-3 ตามลำดับ ส่วน CSP-V แสดงในทำนองเดียวกัน โดยค่าในตารางเป็นการแสดงผลต่างแบบไม่คิดเครื่องหมายระหว่างค่า AFI ที่ได้จากสูตรคำนวณ (AFI_F) และที่ได้จากการจำลองค่า (AFI_S) แทนสัญลักษณ์ด้วย $|AFI_F - AFI_S|$ และผลการศึกษาความยาวสายการผลิตที่เหมาะสมในการใช้สูตรเพื่อประมาณค่า AOQ แสดงเฉพาะแผนการชักตัวอย่าง CSP-V กรณี $p = 0.005, 0.01$ และ 0.05 ในตารางที่ 4-6 ตามลำดับ โดยแสดงผลต่างแบบไม่คิดเครื่องหมายระหว่างค่า AOQ ที่ได้จากสูตรคำนวณ และที่ได้จากการจำลองค่า แทนสัญลักษณ์ด้วย $|AOQ_F - AOQ_S|$

4.1 ความแม่นยำของสูตร AFI

สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 แสดงในตารางที่ 1-3 โดยกรณี $p = 0.005$ พบว่าเมื่อ $L \geq 2000$ ค่า $|AFI_F - AFI_S| \leq 0.02$ ในทุกระดับ i และ f นั่นคือหากสายการผลิตมีความยาวตั้งแต่ 2000 หน่วยขึ้นไป สูตร AFI ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 ตามสมการที่ (1) ให้ค่าคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการจำลอง นั่นคือสูตรมีความแม่นยำ นอกจากนั้นยังพบว่า กรณี $L \geq 900$ หาก $i = 10, 15, 20$ และ 25 ทุกระดับค่า f และกรณี $L \geq 500$ หาก $i = 10$ ทุกระดับค่า f สูตร AFI มีความแม่นยำเช่นกันดังตารางที่ 1 ส่วนกรณี $p = 0.01$ เมื่อ $L \geq 1500$ ทุกระดับค่า i และ f และเมื่อ $L \geq 300$ หาก $i = 10$ ทุกระดับค่า f พบว่าสูตร AFI มีความแม่นยำดังตารางที่ 2 และกรณี $p = 0.05$ พบว่าเมื่อ $L \geq 2000$ ในทุกระดับค่า i และ f สูตร AFI มีความแม่นยำดังตารางที่ 3

สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-V กรณี $p = 0.005$ พบว่าเมื่อ $L \geq 900$ ทุกระดับ i และ f และเมื่อ $L \geq 500$ โดยที่ $i = 10$ ทุกระดับค่า f พบว่าสูตร AFI ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-V ตามสมการที่ (5) มีความแม่นยำ กรณี $p = 0.01$ พบว่าเมื่อ $L \geq 900$ ทุกระดับ i และ f และเมื่อ $L \geq 500$ โดยที่ $i = 10, 15$ ทุกระดับค่า f สูตร AFI มีความแม่นยำ ส่วนกรณี $p = 0.05$ พบว่าทุกระดับค่า L สูตร AFI



จะขาดความแม่นยำ คือใช้ประมาณค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกตรวจสอบโดยเฉลี่ยได้ไม่เที่ยง

4.2 ความแม่นยำของสูตร AOQ

สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 กรณี p มีค่าต่ำ คือ $p = 0.005$ พบว่าเมื่อ $L \geq 300$ ทุกระดับ i และ f ค่า $|AOQ_F - AOQ_S| \leq 0.002$ นั่นคือหากสายการผลิตมีความยาวตั้งแต่ 300 หน่วยขึ้นไป สูตร AOQ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 ตามสมการที่ (4) จะมีความแม่นยำ กรณี $p = 0.01$ พบว่าเมื่อ $L \geq 500$ ทุกระดับ i และ f สูตร

AOQ มีความแม่นยำ ส่วนกรณี $p = 0.05$ พบว่าเมื่อ $L \geq 2000$ ทุกระดับ i และ f สูตร AOQ มีความแม่นยำ

สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-V แสดงในตารางที่ 4-6 โดยกรณีที่ $p = 0.005$ พบว่าค่า $|AOQ_F - AOQ_S| \leq 0.002$ ในทุกระดับค่า L, i และ f นั่นคือในทุกระดับความยาวสายการผลิต สูตร AOQ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-V ตามสมการที่ (6) มีความแม่นยำดังตารางที่ 4 กรณี $p = 0.01$ พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับกรณี $p = 0.005$ ดังตารางที่ 5 ส่วนกรณี $p = 0.05$ พบว่าสูตร AOQ มีความแม่นยำในทุกระดับ i และ f เมื่อ $L \geq 1500$ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 1 แสดงค่า $|AFI_F - AFI_S|$ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 เมื่อ $p = 0.005$

L	$i = 10$			15			20			25			30		
	$f=1/2$	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.032	0.034	0.047	0.026	0.053	0.055	0.060	0.051	0.086	0.053	0.082	0.079	0.088	0.116	0.137
300	0.022	0.016	0.029	0.025	0.045	0.030	0.042	0.046	0.050	0.045	0.061	0.058	0.063	0.094	0.107
500	0.010	0.017	0.014	0.015	0.018	0.029	0.020	0.034	0.034	0.025	0.042	0.051	0.032	0.054	0.048
700	0.012	0.005	0.013	0.005	0.021	0.007	0.023	0.016	0.030	0.010	0.017	0.028	0.031	0.044	0.041
900	0.002	0.006	0.005	0.006	0.010	0.011	0.004	0.007	0.013	0.013	0.014	0.019	0.011	0.018	0.016
1200	0.005	0.007	0.007	0.006	0.009	0.009	0.008	0.013	0.011	0.009	0.016	0.019	0.010	0.014	0.020
1500	0.006	0.006	0.008	0.008	0.010	0.010	0.012	0.009	0.016	0.014	0.014	0.016	0.019	0.022	0.028
2000	0.003	0.001	0.003	0.004	0.007	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006	0.003	0.007	0.010	0.016	0.010
3000	0.002	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.006	0.005	0.008	0.007	0.005	0.007	0.011
5000	0.001	0.002	0.000	0.003	0.001	0.005	0.005	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.005	0.000	0.004
9000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000	0.001	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004
12000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.002	0.004	0.005	0.001	0.002
15000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003

ตารางที่ 2 แสดงค่า $|AFI_F - AFI_S|$ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 เมื่อ $p = 0.01$

L	$i = 10$			15			20			25			30		
	$f=1/2$	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.030	0.032	0.031	0.027	0.043	0.059	0.064	0.098	0.102	0.042	0.096	0.088	0.072	0.091	0.125
300	0.013	0.005	0.011	0.014	0.024	0.019	0.023	0.035	0.042	0.023	0.013	0.059	0.044	0.059	0.039
500	0.007	0.016	0.014	0.018	0.012	0.022	0.018	0.020	0.028	0.030	0.042	0.045	0.020	0.016	0.043
700	0.007	0.005	0.007	0.012	0.011	0.018	0.015	0.011	0.025	0.017	0.012	0.031	0.030	0.021	0.018
900	0.011	0.003	0.012	0.011	0.025	0.007	0.021	0.016	0.018	0.019	0.006	0.032	0.023	0.036	0.033
1200	0.009	0.013	0.010	0.002	0.008	0.012	0.015	0.021	0.022	0.004	0.031	0.007	0.022	0.012	0.031
1500	0.000	0.001	0.003	0.003	0.010	0.012	0.005	0.002	0.002	0.006	0.003	0.005	0.008	0.015	0.014
2000	0.001	0.002	0.003	0.000	0.007	0.001	0.003	0.004	0.002	0.000	0.003	0.007	0.002	0.017	0.012
3000	0.002	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0.005	0.007	0.006	0.007	0.006	0.011	0.006	0.012	0.016
5000	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.001	0.005	0.007	0.007	0.005	0.007	0.009	0.003	0.005	0.003
9000	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003	0.009	0.003	0.005	0.004	0.003
12000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.005
15000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001



ตารางที่ 3 แสดงค่า $|AFI_F - AFI_S|$ ของแผนการซักตัวอย่าง CSP-1 เมื่อ $p = 0.05$

L	i = 10			15			20			25			30		
	f=1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.013	0.021	0.036	0.038	0.029	0.067	0.034	0.071	0.076	0.039	0.006	0.077	0.032	0.017	0.075
300	0.017	0.029	0.035	0.024	0.019	0.055	0.022	0.032	0.076	0.017	0.019	0.025	0.033	0.033	0.111
500	0.008	0.041	0.009	0.018	0.024	0.054	0.023	0.061	0.033	0.027	0.075	0.018	0.038	0.041	0.094
700	0.021	0.020	0.039	0.019	0.042	0.040	0.011	0.039	0.004	0.036	0.050	0.099	0.017	0.044	0.051
900	0.018	0.004	0.023	0.011	0.004	0.029	0.013	0.042	0.022	0.024	0.032	0.033	0.022	0.016	0.056
1200	0.012	0.007	0.013	0.007	0.028	0.024	0.011	0.015	0.018	0.006	0.018	0.019	0.007	0.018	0.008
1500	0.011	0.004	0.015	0.009	0.010	0.021	0.009	0.015	0.016	0.016	0.006	0.021	0.019	0.019	0.032
2000	0.002	0.002	0.002	0.004	0.012	0.004	0.005	0.008	0.001	0.019	0.018	0.020	0.002	0.012	0.020
3000	0.007	0.005	0.007	0.001	0.004	0.003	0.010	0.006	0.005	0.002	0.012	0.000	0.015	0.010	0.013
5000	0.004	0.003	0.003	0.001	0.002	0.001	0.011	0.010	0.010	0.001	0.007	0.003	0.010	0.011	0.008
9000	0.003	0.004	0.008	0.000	0.002	0.004	0.001	0.002	0.007	0.002	0.008	0.014	0.000	0.005	0.009
12000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.004	0.001	0.003	0.002	0.009	0.000	0.002	0.001	0.002	0.011	0.005
15000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.006	0.001	0.005	0.002	0.009	0.002	0.005	0.000	0.007	0.000	0.010

ตารางที่ 4 แสดงค่า $|AOQ_F - AOQ_S|$ ของแผนการซักตัวอย่าง CSP-V เมื่อ $p = 0.005$

L	i = 10			15			20			25			30		
	f=1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
300	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
500	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
700	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
900	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
1200	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
1500	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
3000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 5 แสดงค่า $|AOQ_F - AOQ_S|$ ของแผนการซักตัวอย่าง CSP-V เมื่อ $p = 0.01$

L	i = 10			15			20			25			30		
	f=1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
300	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
500	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
700	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
900	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
1200	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
1500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
3000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางที่ 6 แสดงค่า $|AOQ_F - AOQ_S|$ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-V เมื่อ $p = 0.05$

L	$i = 10$			15			20			25			30		
	$f=1/2$	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4	1/2	1/3	1/4
200	0.004	0.002	0.008	0.002	0.004	0.008	0.005	0.007	0.008	0.005	0.004	0.007	0.003	0.002	0.006
300	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.003	0.006	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004
500	0.003	0.003	0.004	0.003	0.002	0.001	0.004	0.002	0.006	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002
700	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.006	0.002	0.002	0.002	0.004	0.001	0.002
900	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003
1200	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003
1500	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
2000	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
3000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.001
5000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002
9000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
12000	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
15000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

5. อภิปรายผลและสรุป

สำหรับการศึกษาความยาวสายการผลิตที่มีผลต่อความแม่นยำหรือความเหมาะสมของสูตรคำนวณค่าวัดคุณลักษณะของแผนการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่องระดับเดียว 2 แผนคือ CSP-1 และ CSP-V โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความเหมาะสมของสูตรตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัยนี้ สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 ผลสรุปเกี่ยวกับสูตรคำนวณค่า AFI คือในทุกๆระดับค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p ของกระบวนการผลิต หากใช้แผนการชักตัวอย่าง CSP-1 ตรวจสอบสายการผลิตที่มีความยาวตั้งแต่ 2000 หน่วยขึ้นไป โดยใช้พารามิเตอร์ i และ f ที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย จะพบว่าสูตร AFI ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 มีความเหมาะสมหรือมีความแม่นยำ ส่วนสูตรคำนวณค่า AOQ พบว่าหากสายการผลิตมีความยาวตั้งแต่ 2000 หน่วยขึ้นไป สูตร AOQ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 จะมีความแม่นยำในทุกๆระดับค่า p และทุกระดับค่าพารามิเตอร์ i และ f

สำหรับแผนการชักตัวอย่าง CSP-V กรณีที่กระบวนการผลิตมีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p ต่ำ ($p = 0.005, 0.01$) การใช้แผนการชักตัวอย่าง CSP-V ตรวจสอบสายการผลิตที่มีความยาวตั้งแต่ 900 หน่วยขึ้นไป สูตร AFI จะมีความแม่นยำในทุกๆระดับค่าพารามิเตอร์ i

และ f แต่หากกระบวนการผลิตมีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p สูง ($p = 0.05$) สูตร AFI โดยส่วนใหญ่จะขาดความแม่นยำในทุกๆระดับค่าพารามิเตอร์ i และ f ส่วนสูตร AOQ พบว่ากรณีที่กระบวนการผลิตมีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p ต่ำ ($p = 0.005, 0.01$) สูตร AOQ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-V มีความแม่นยำในทุกๆระดับค่าพารามิเตอร์ i และ f แต่กรณีที่กระบวนการผลิตมีค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง p สูง ($p = 0.05$) สูตร AOQ มีความแม่นยำหากสายการผลิตมีความยาวตั้งแต่ 1500 หน่วยขึ้นไป

ระดับความยาวสายการผลิต (L) ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AFI และ AOQ ของ CSP-1 และ CSP-V ในแต่ละระดับค่า p, i และ f สรุปดังตารางที่ 7 ซึ่งหากเปรียบเทียบความแม่นยำของสูตร AFI และ AOQ ของ CSP-1 และ CSP-V ในทุกระดับค่า i และ f เมื่อ $p = 0.005, 0.01$ จะพบว่าสำหรับ CSP-1 สายการผลิตต้องมีความยาวมากกว่า CSP-V สูตร AFI จึงจะมีความแม่นยำ แต่ตรงกันข้ามสำหรับสูตร AOQ คือสูตร AOQ ของ CSP-V จะมีความแม่นยำในทุกๆระดับความยาวของสายการผลิต ในขณะที่สูตร AOQ ของ CSP-1 จะแม่นยำเมื่อสายการผลิตมีความยาวตั้งแต่ 900 หน่วยขึ้นไป ส่วนกรณี $p = 0.05$ สำหรับ CSP-1 พบว่าความยาวสายการผลิตตั้งแต่

2000 หน่วยขึ้นไปทำให้สูตร AFI มีความแม่นยำ ในขณะที่สูตร AFI ของ CSP-V ส่วนใหญ่ขาดความแม่นยำเกือบทุกระดับค่า i และ f สำหรับความแม่นยำของสูตร AOQ พบว่า CSP-1 ใช้ความยาวสายการผลิตมากกว่า CSP-V สูตร AOQ จึงจะมีความแม่นยำ คือ CSP-1 ตั้งแต่ 2000 หน่วยขึ้นไป ในขณะที่ CSP-V ตั้งแต่ 1500 หน่วยขึ้นไป

ตารางที่ 7 ระดับความยาวสายการผลิต (L) ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AFI และสูตร AOQ ของแผนการชักตัวอย่าง CSP-1 และ CSP-V ในแต่ละระดับ p, i และ f

แผน	p	i	f	L ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AFI	
CSP-1	0.005	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 2000	
		15, 20, 25,	ทุกระดับ	≥ 900	
		10	ทุกระดับ	≥ 500	
	0.01	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 1500	
		10	ทุกระดับ	≥ 300	
	0.05	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 2000	
					L ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AOQ
0.005	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 300		
0.01	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 500		
0.5	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 2000		
CSP-V					L ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AFI
	0.005	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 900	
		10	ทุกระดับ	≥ 500	
	0.01	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 900	
		10, 15	ทุกระดับ	≥ 500	
	0.5	ทุกระดับ	ทุกระดับ	ไม่มี	
					L ที่เหมาะสมสำหรับสูตร AOQ
	0.005	ทุกระดับ	ทุกระดับ	ทุกระดับ	
0.01	ทุกระดับ	ทุกระดับ	ทุกระดับ		
0.5	ทุกระดับ	ทุกระดับ	≥ 1500		

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

- [1] H.F. Dodge, "A Sampling Inspection Plan for Continuous Production," *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 14, pp. 264-279, 1943.
- [2] H.F. Dodge and M.N. Torrey, "Additional Continuous Sampling Inspection Plans," *Journal of Quality Technology*, vol. 9(3), pp. 125-130, 1977.
- [3] C. Kandasamy and K. Govindaraju, "Selection of CSP-V continuous sampling plans," *Annals of Applied Statistics*, vol. 21, pp. 235-254, 1955.
- [4] G.J. Lieberman, "A Note on Dodge's Continuous Inspection Plan," *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 24, pp. 480-484, 1953.
- [5] L.M. McShane and B.W. Turnbull, "New Performance Measures for Continuous Sampling Plans Applied to Finite Production Runs," *Journal of Quality Technology*, vol. 24(3), pp. 153-161, 1992.
- [6] R.A. Banzhaf and R.M. Brugger, "Single and Multi-Level Continuous Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes," *Journal of Quality Technology*, vol. 2(1), pp. 41-53, 1970.
- [7] D.C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th ed., New York: McGraw Hill, 2001.