บทที่ 8
ผลการทดสอบพารามิเตอร์ และการวิเคราะห์ผล

บทนี้จะเป็นการนำผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ มาวิเคราะห์ว่าพารามิเตอร์ใดมีผลต่อการหาคำตอบที่ดีของการออกแบบผังโรงงานโดยเจนเนติกอัลกอริทึม

8.1 ขั้นตอนของการวิเคราะห์

ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variant (ANOVA) ที่ระดับค่าเชื่อมั่น 0.95 แยกตามกรณี

- ***กรณีของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว*** พิจารณาค่าตอบสนองคือ ค่าใช้จ่าย (Cost)
- ***กรณีของผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์*** พิจารณาค่าตอบสนองคือ ค่าfitness function รวม

หมายเหตุ หากว่าไม่สามารถเลือกพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญได้เพียงระดับเดียวจากขั้นตอนแรก จะทำการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA โดยพิจารณาค่าตอบสนองคือเวลาในการคำนวณในแต่ละเจนเนอเรชั่น ที่ระดับค่าเชื่อมั่น 0.95 ต่อไป

8.2 ผลการทดสอบพารามิเตอร์ของการออกแบบผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว

8.2.1 ผังโรงงานขนาด 6 แผนก ที่มีแผนกมีขนาดเท่ากัน

8.2.1.1 วิเคราะห์ ANOVA โดยพิจารณาค่าตอบสนองคือ ค่าใช้จ่าย (Cost) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 8.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ผังโรงงานขนาด 6 แผนก ที่มีแผนกมีขนาดเท่ากัน

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F-Ratio
Model	404	758008.3	1876.25	2.2595
Error	405	336304.0	830.38	
Total	809	1094309.3		

ตารางที่ 8.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกตามพารามิเตอร์

Source	DF	Sum of Square	F-Ratio	Prob>F	α=0.95
pop	2	56761.40	34.1780	<0.0001	significant
C-type	4	127651.19	38.4315	<0.0001	significant
Pc	2	3898.20	2.3472	0.0969	
M-type	2	34360.22	20.6894	<0.0001	significant
Pm	2	29595.80	17.8206	<0.0001	significant
pop*C-type	8	26940.72	4.0555	0.0001	significant
pop*Pc	4	7930.95	2.3877	0.0505	
pop*M-type	4	14452.23	4.3511	0.0019	significant
pop*Pm	4	7066.76	2.1276	0.0766	
C-type*Pc	8	11066.29	1.6658	0.1049	
C-type*M-type	8	30441.78	4.5825	<0.0001	significant
C-type*Pm	8	8380.10	1.2615	0.2621	
Pc*M-type	4	1024.23	0.3084	0.8724	
Pc*Pm	4	10935.04	3.2922	0.0113	significant
M-type*Pm	4	2814.09	0.8472	0.4959	
pop*C-type*Pc	16	21970.33	1.6536	0.0531	
pop*C-type*Mtype	16	19256.02	1.4493	0.1154	
pop*C-type*Pm	16	14448.43	1.0875	0.3646	
pop*Pc*M-type	6	10649.28	1.8031	0.1219	
pop*Pc*Pm	8	14408.34	2.1689	0.0289	significant
pop*M-type*Pm	8	12190.80	1.8351	0.0690	
C-type*Pc*M-type	18	10294.98	0.7749	0.7145	
C-type*Pc*Pm	16	20738.69	1.5609	0.0762	
C-type*M-type*Pm	16	19927.49	1.4999	0.0960	
Pc*M-type*Pm	8	4019.06	0.6050	0.7738	
pop*C-type*Pc*M-type	32	51600.84	1.9494	0.0019	significant
pop*C-type*Pc*Pm	32	22981.05	0.8649	0.6817	
pop*C-type*M-type*Pm	32	46716.96	1.7581	0.0077	
pop*Pc*M-type*Pm	16	19886.09	1.4968	0.0971	
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	27916.84	1.0506	0.3955	
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	67481.12	1.2898	0.0907	

หมายเหตุ

- pop : population size
- C-type : Crossover Type
- Pc: Probability of Crossover
- M-type : Mutation Type
- Pm : Probability of Mutation

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.3 พารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญต่อค่าตอบสนอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95

Source	DF	Sum of Square	F-Ratio	Prob>F	α=0.95
pop	2	56761.40	34.1780	<0.0001	significant
C-type	4	127651.19	38.4315	<0.0001	significant
M-type	2	34360.22	20.6894	<0.0001	significant
Pm	2	29595.80	17.8206	<0.0001	significant
pop*C-type	8	26940.72	4.0555	0.0001	significant
pop*M-type	4	14452.23	4.3511	0.0019	significant
C-type*M-type	8	30441.76	4.5825	<0.0001	significant
Pc*Pm	4	10935.04	3.2922	0.0113	significant

จากนั้นนำพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญ ไปทำการทดสอบหาระดับที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าระดับอื่นๆ โดยวิธีการ Duncan's multiple range test(Montgomery,1997) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

8.2.1.2 Duncan's multiple range test ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับต่างๆของพารามิเตอร์

จำนวนประชากรเริ่มต้น (Population Size)

no. of observation	level	n	MSe	Syi
810	3	270	830.38	1.7537

$$y_{pop=15} = 12834.3259$$
$$y_{pop=10} = 12847.0815$$
$$y_{pop=6} = 12854.6074$$

$$R_2=r(2,405)^* Syi=(2.77)^*(1.7537) = 4.8578$$
$$R_3=r(3,405)^* Syi=(2.99)^*(1.7537) = 5.1208$$

pop=15	vs	pop=10:	12847.0815	-	12834.3259	=	12.7556	>	4.8578	R_2
pop=15	vs	pop=6:	12854.6074	-	12834.3259	=	20.2815	>	5.1208	R_3
pop=10	vs	pop=6:	12854.6074	-	12847.0815	=	7.52592	>	4.8578	R_4

ตารางที่ 8.4 การเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับต่างๆของ จำนวนประชากรเริ่มต้น

Population Size	15	10	6
mean	12834.3259	12847.0815	12854.6074
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	•		
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ		•	

หมายเหตุ

- หากในแถวมีเครื่องหมาย • 1 จุด คือ ระดับที่มีเครื่องหมาย • มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับค่าเชื่อมั่น 0.95
- หากในแถวมีเครื่องหมาย • มากกว่า 1 จุด คือ ระดับที่มีเครื่องหมาย • มีค่าเฉลี่ยเท่ากันและแตกต่างกับระดับที่ไม่มีเครื่องหมาย • อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับค่าเชื่อมั่น 0.95

ที่ระดับความเชื่อมั่น0.95 ค่าเฉลี่ยของpopulation size=15 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

<u>วิธีการครอสโอเวอร์ (Crossover type)</u>

no. observation	level	n	MSe	Syi
810	5	162	830.38	2.2640

$$y_{OX} = 12827.09$$
$$y_{PMX} = 12837.83$$
$$y_{PBX} = 12846.33$$
$$y_{OBX} = 12850.99$$
$$y_{CX} = 12864.46$$

R_2=r(2,405)* Syi = (2.77)*(2.2640) = 6.271345

R_3=r(3,405)* Syi = (2.99)*(2.2640) = 6.610949

R_4=r(4,405)* Syi = (3.02)*(2.2640) = 6.837351

R_5=r(5,405)* Syi = (3.09)*(2.2640) = 6.995833

OX	vs	PMX :	12837.83	-	12827.09	=	10.7407	>	6.271345	R_2
OX	vs	PBX:	12846.33	-	12827.09	=	19.2469	>	6.610949	R_3
OX	vs	OBX:	12850.99	-	12827.09	=	23.9012	>	6.837351	R_4
OX	vs	CX:	12864.46	-	12827.09	=	37.3703	>	6.995833	R_5
PMX	vs	PBX:	12846.33	-	12837.83	=	8.5062	>	6.271345	R_2
PMX	vs	OBX:	12850.99	-	12837.83	=	13.1605	>	6.610949	R_3
PMX	vs	CX :	12864.46	-	12837.83	=	26.6296	>	6.837351	R_4
PBX	vs	OBX:	12850.99	-	12846.33	=	4.6543	<	6.271345	R_2
PBX	vs	CX:	12864.46	-	12846.33	=	18.1234	>	6.610949	R_3
OBX	vs	CX:	12864.46	-	12850.99	=	13.4691	>	6.995833	R_2

ตารางที่ 8.5 การเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับต่าง ๆของ วิธีการครอสโอเวอร์

Crossover type	OX	PMX	PBX	OBX	CX
Mean	12827.09	12837.83	12846.33	12850.99	12864.46
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	•				
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ		•			
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ			•	•	
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ				•	

ที่ระดับความเชื่อมั่น0.95 ค่าเฉลี่ยของวิธีการครอสโอเวอร์แบบ OX มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

วิธีการมิวเตชั่น(Mutation Type)

no. observation	level	n	MSe	Syi
810	3	270	830.38	1.7537

$$y_{\text{Reciprocal Exchange}} = 12836.31$$

$$y_{\text{Insertion}} = 12848.27$$

$$y_{\text{Random Sequence}} = 12851.44$$

$$R_2 = r(2,405)^* \text{ Syi} = (2.77)^*(1.7537) = 4.8578$$

$$R_3 = r(3,405)^* \text{ Syi} = (2.99)^*(1.7537) = 5.1208$$

Reciprocal Exchange	vs	Insertion	12848.31	-	12836.31	=	11.95556	>	4.8578	R_2
Reciprocal Exchange	vs	Random Sequence	12851.27	-	12836.31	=	15.1259	>	5.1208	R_3
Insertion	vs	Random Sequence	12851.44	-	12848.27	=	3.17034	<	4.8578	R_4

ตารางที่ 8.6 การเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับต่าง ๆของวิธีการมิวเตชั่น

Mutation type	Reciprocal Exchange	Insertion	Random Sequence
Mean	12836.31	12848.27	12851.44
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	•		
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ		•	•

ที่ระดับความเชื่อมั่น0.95 ค่าเฉลี่ยของวิธีการมิเตชั่นแบบ reciprocal exchange มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น(Probability of Mutition)

no. observation	level	n	MSe	Syi
810	3	270	830.38	1.7537

$$y_{Pm=0.3} = 12838.21$$

$$y_{Pm=0.2} = 12844.81$$

$$y_{Pm=0.1} = 12852.99$$

$$R_2 = r(2,405)^* \text{ Syi} = (2.77)^*(1.7537) = 4.8578$$

$$R_3 = r(3,405)^* \text{ Syi} = (2.99)^*(1.7537) = 5.1208$$

0.3	vs	0.2:	12844.81	-	12838.21	=	6.5926	>	4.8578	R_2
0.3	vs	0.1:	12852.99	-	12838.21	=	14.7777	>	5.1208	R_3
0.2	vs	0.1:	12852.99	-	12844.81	=	8.1851	>	4.8578	R_4

ตารางที่ 8.7 การเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับต่าง ๆของ ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น

Probability of Mutition	0.3	0.2	0.1
Mean	12838.21	12844.81	12852.99
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	•		
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ		•	

ที่ระดับความเชื่อมั่น0.95 ค่าเฉลี่ยของค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น Pm=0.3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

หลังการทดสอบDuncan's multiple range test ของพารามิเตอร์ 1 ปัจจัย พบว่าสามารถหาระดับของพารามิเตอร์ Population Size, Crossover type, Mutation typeและ Pm ที่ผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญได้

แต่จากANOVA(ค่าตอบสนองคือค่าใช้จ่าย) พบว่าพารามิเตอร์ Pc ไม่มีผลต่อคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ แต่Interactionของ PcและPmมีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงทำการทดสอบDuncan's multiple range testของInteractionของพารามิเตอร์ 2 ปัจจัย Pcและ Pm

Interaction ระหว่าง PcและPm

พิจารณาจากผลจาก Duncan's multiple range test ของ Pm ทราบว่า Pm=0.3 มีความแตกต่างจากระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงทดสอบ Duncan's multiple range test ของInteraction ระหว่างPc*Pm ที่ระดับ Pm=0.3

no. observation	level	n	MSe	Syi
810	3*3	90	830.38	3.0375

$$Y_{Pc=0.5*pm=0.3} = 12836.6$$

$$Y_{Pc=0.7*Pm=0.3} = 12838.62$$

$$Y_{Pc=0.9*Pm=0.3} = 12839.42$$

R_2=r(2,405)* Syi=(2.77)*(3.0375)= 8.4138

R_3=r(3,405)* Syi=(2.99)*(3.0375)= 8.8695

Pc=0.5*pm=0.3	vs	Pc=0.7*Pm=0.3:	12838.62	-	12836.6	=	2.0222	<	8.4138	R_2
Pc=0.5*pm=0.3	vs	Pc=0.9*Pm=0.3:	12839.42	-	12836.6	=	2.8222	<	8.8695	R_3
Pc=0.7*Pm=0.3	vs	Pc=0.9*Pm=0.3:	12839.42	-	12838.62	=	0.8	<	8.4138	R_4

*ตารางที่ 8.8 การเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับต่าง ๆของ Interaction ระหว่างPc*Pm ที่ระดับ Pm=0.3*

Interaction Pc*Pm	Pc=0.5*pm=0.3:	Pc=0.7*Pm=0.3:	Pc=0.9*Pm=0.3
Mean	12836.8	12838.62	12839.42
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	●	●	●
ระดับที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ		●	●

ที่ระดับความเชื่อมั่น0.95 ค่าเฉลี่ยของInteraction ระหว่างPcและ Pm=0.3 ไม่ระดับมีความแตกต่างจากระดับอื่น ๆอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้จึงยังไม่สามารถหาระดับของ Pc ที่มีผลต่อคำตอบได้

ดังนั้นจึงทดสอบANOVA โดยพิจารณาค่าตอบสนองคือเวลาในการคำนวณในแต่ละเจนเนอเรชั่น ซึ่งพบว่า Pc=0.5 ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาคำนวณที่น้อยกว่าระดับอื่น ๆอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95 (รายละเอียดการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่พิจารณาค่าตอบสนองคือเวลาในการคำนวณในแต่ละเจนเนอเรชั่น ในภาคผนวก ง.)

ตารางที่ 8.9 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อปัญหาผังโรงงานขนาด 6 แผนก ที่มีแผนกมีขนาดเท่ากัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

พารามิเตอร์	ระดับที่มีนัยสำคัญ
Population size	6
Crossover Type	OX
Probability of Crossover	0.5
Mutation Type	Reciprocal exchange
Probability of Mutation Type	0.3

จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลของปัญหาผังโรงงานอื่นๆ โดยใช้แนวทางเดียวกันกับปัญหาผังโรงงานขนาด 6 แผนกที่มีแผนกมีขนาดเท่ากัน ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ปัญหาอื่นๆ ดังตารางที่ 8.10 และ8.11

8.3 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียวและแบบหลายวัตถุประสงค์

ต่อไปเป็นการสรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อค่าตอบสนอง เมื่อพิจารณาค่าตอบสนองเป็นความเหมาะสมของคำตอบ และเนื่องจากรูปแบบปัญหานำมาวิจัยนั้นมีจำนวนมาก จึงเสนอการสรุปในรูปแบบของตาราง

ตารางที่ 8.10 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบของปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
6	Population Size:	15	6,15	6
	Crossover Type:	OX	OX	OX
	Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	0.7, 0.9	ไม่มีนัยสำคัญ
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.3	0.2, 0.3	0.3
10	Population Size:	10,15	20	15
	Crossover Type:	PMX, OX, PBX & OBX	OX	OBX
	Pc:	0.9	ไม่มีนัยสำคัญ	0.7
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	ไม่มีนัยสำคัญ	0.2, 0.3	0.3
20	Population Size:	10	10	ไม่มีนัยสำคัญ
	Crossover Type:	OBX	PMX, PBX & OBX	PMX, OX, PBX & OBX
	Pc:	0.9	0.9	ไม่มีนัยสำคัญ
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	ไม่มีนัยสำคัญ,
	Pm:	0.2, 0.3	0.2, 0.3	0.2, 0.3

หมายเหตุ ตัวอย่างอธิบายตาราง 8.10 สรุปการวิเคราะห์ผล ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
20	Population Size:	ไม่มีนัยสำคัญ
	Crossover Type:	PMX, OX, PBX , OBX
	Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ
	Mutation Type:	ไม่มีนัยสำคัญ
	Pm:	0.2, 0.3

เมื่อพิจารณาความเหมาะของคำตอบ

- จำนวนประชากรเริ่มต้นไม่มีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ
- วิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX, PBX และ OBX มีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ
- ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ ไม่มีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ
- วิธีการมิวเตชั่น ไม่มีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ
- ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 และ0.3 มีผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8.11 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
6	0.25	0.75	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence, Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pc:	0.5,0.7	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	PBX	CX
			Pc:	0.5 , 0.7	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	ไม่มีนัยสำคัญ
10	0.25	0.75	Population Size:	10	10,15
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX,OBX
			Pc:	0.5	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1

ตาราง 8.11 (ต่อ) สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
20	0.25	0.75	Population Size:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	0.5	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	15
			Crossover Type:	CX,OX	PMX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence ,insertion
			Pm:	0.1	0.1,0.2

จากตารางที่ 8.10 และ8.11 พบว่าในบางรูปแบบปัญหานั้นมีพารามิเตอร์บางตัวที่ผลต่อค่าตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญหลายระดับ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อเวลาในการคำนวณแต่ละเจนเนอเรชั่น เพื่อเลือกระดับของพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยไปใช้งานต่อไป (รายละเอียด ภาคผนวก ง.)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการคำนวณของแต่ละรูปแบบปัญหานั้น พบว่า สามารถเรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 8.12 เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณของพารามิเตอร์ต่างๆ

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณจากน้อยไปมาก
6	Population Size:	6 < 10 < 15
	Crossover Type:	OX < PBX < OBX < PMX < CX
	Pc:	0.5 < 0.7 < 0.9
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange , Insertion < Random Sequence
	Pm:	0.1 < 0.2 < 0.3
10 และ 20	Population Size:	10 < 15 < 20
	Crossover Type:	OX < PBX < OBX < PMX < CX
	Pc:	0.5 < 0.7 < 0.9
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange , Insertion < Random Sequence
	Pm:	0.1 < 0.2 < 0.3

ตารางที่ 8.13 และ 8.14 คือ ตารางแสดงพารามิเตอร์ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ตารางที่ 8.13 สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
6	Population Size:	15	15	6
	Crossover Type:	OX	OX	OX
	Pc:	0.5	0.7	0.5
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.3	0.2	0.3
10	Population Size:	10	20	15
	Crossover Type:	OX	OX	OBX
	Pc:	0.9	0.5	0.7
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.1	0.2	0.3
20	Population Size:	10	10	10
	Crossover Type:	OBX	PBX	OX
	Pc:	0.9	0.9	0.5
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.2	0.2	0.2

หมายเหตุ ตัวอย่างอธิบายตาราง 8.13 สรุปการวิเคราะห์ผล ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
20	Population Size:	ไม่มีนัยสำคัญ => 10
	Crossover Type:	PMX, OX, PBX , OBX => OX
	Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ => 0.5
	Mutation Type:	ไม่มีนัยสำคัญ => Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.2, 0.3 => 0.2

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

- จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 10 ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ
- วิธีการครอสโอเวอร์แบบ OX ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ
- ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ เท่ากับ 0.5 ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ
- วิธีการมิวเตชั่นแบบ Insertion และ Reciprocal Exchange ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

- ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8.14 สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
6	0.25	0.75	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	OX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	OX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	PBX	CX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
10	0.25	0.75	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	OBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1

ตารางที่ 8.14 (ต่อ) สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
20	0.25	0.75	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	15
			Crossover Type:	OX	PMX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1

8.4 สรุป

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าในพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบนั้นแตกต่างกันไปตามแต่ละรูปแบบของปัญหา โดย

ปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน (ทั้งแบบพิจารณาเฉพาะข้อมูลเชิงปริมาณ และแบบที่เพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ) จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 10 และ 15 วิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX, PBX และ OBX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.9 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Reciprocal Exchange ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 และ 0.3 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6 และ 15 วิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX, PBX และ OBX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.7 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Reciprocal Exchange และแบบ Insertion ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 และ 0.3 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 10 การครอสโอเวอร์แบบ PMX, CX และ OX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.5และ0.7 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Random Sequence ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.1มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6, 10 และ 15 การครอสโอเวอร์แบบ PMX, CX, PBX และ OBX วิธีการมิวเตชั่นแบบ Random Sequence และ Insertion ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.1และ 0.2 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ไม่มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อเวลาในการคำนวณพบว่า สามารถเรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณของพารามิเตอร์ต่างๆได้ดังนี้ จำนวนประชากรเริ่มต้น 6 < 10 < 15 < 20 วิธีการครอสโอเวอร์ OX < PBX < OBX < PMX < CX ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ 0.5 < 0.7 < 0.8 วิธีการมิวเตชั่น Reciprocal Exchange และ Insertion < Random Sequence และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น 0.1 < 0.2 < 0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย