

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรรณิกา ศิลานนท์. การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการจัดสมดุลของสายงานประกอบแบบหลายวัตถุประสงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- โครงการอบรมเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. การใช้งานโปรแกรมประยุกต์ MATLAB. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2542.
- จงกล เอี่ยมมิ. การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- จุฬามาศ เทวินบูรานวงศ์. การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมสำหรับการจัดตารางเวรของพยาบาลประจำการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์. การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- พิภพ ลลิตาภรณ์. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 3, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2541. หน้า 459-479.
- ภัททิศา สุวรรณรุจิ. การประยุกต์ใช้ฟัซซี่ลอจิกกับการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยสำหรับการจัดเส้นทางเดินของงานในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- วัชรพันธ์ ประเสริฐสิทธิ์. ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- สุธรรม ศรีเกษม, สง่า ศุภปรีดา, กิติ ศรีนุชศาสตร์, ปรีชา วงษ์ษา. MATLAB เพื่อการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยรังสิต, 2521.

## ภาษาอังกฤษ

- Baker, K.R. Introduction to sequencing and scheduling. New York: John Wiley & Sons, 1974.
- Bellmore, M. and Nemhauser, G. L. The traveling salesman problem: a survey. Operations Research Vol.16 No.3 (1966): 538-558.
- Bianco, L.; Dell Olmo, P.; and Giordani, S. Flow shop no-wait scheduling with sequence dependence setup times and release dates. INFOR Vol.37 No.1 (1999): 3-19.
- Boh, D. B. A neural network approach for line balancing problem: a case study. Master's Thesis, Department of Industrial Engineering, Asian Institute of Technology, 1996.
- Bramlette, M. F. Initialization, mutation and selection methods in genetic algorithms for function optimization. Proc. third Int. Conf. On Genetic Algorithms (1989): 100-107.
- Celano, G., et al. Fuzzy scheduling of a flexible assembly line through an evolutionary algorithm. IEEE (2000): 328-333.
- Chan, K. C. and Tansri, H. A study of genetic crossover operations on the facilities layout problem. Computers and Industrial Engineering Vol.26 No.3 (1994): 537-550.
- Chiu, C. Y. and Park, C. S. Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion. Engineering Economist Vol.39 No.2 (1994): 113-138.
- Falkanauer, E. and Delchambre, A. A genetic algorithms for bin packing and line balancing. Proceedings of the 1992 IEEE International Conference on Robotics Automation (1992): 28-34.
- Feng, C. B.; Jiang, M.; and Feng, J. Solving traveling salesman problem by simulated electric field method. IEEE (1997): 1332-1336.
- Fujimura, K.; Obu-Cann, K.; and Tokutaka, H. Optimization of surface component mounting on the printed circuit board using SOM-TSP method. IEEE (1999): 131-136.
- Geifer, C. D.; Kempf, K. G.; and Uzsoy, R. A tabu search approach to scheduling an automated wet etch station. Journal of manufacturing systems Vol.16 No.2 (1997): 102-116.
- Gen, M., and Chen, R. Genetic algorithm and engineering design. New York: John Wiley & Sons, 1997.

- Gen, M., and Chen, R. Genetic algorithms and engineering optimization. Canada: John Wiley & Sons, 2000.
- Gendreau, M.; Laporte, G.; and Vigo, D. Heuristics for traveling salesman problem with pickup and delivery. Computers and Operations Research 26 (1999): 699-714.
- Goldberg, D. E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Canada: Addison-Wesley, 1989.
- Holland, J. H. Adaptation in Natural and Artificial System. MI: University of Michigan Press, 1975.
- Homberger, J. and Gehring, H. Two evolutionary metaheuristics for the vehicle routing problem with time windows. INFOR Vol. 37 No.3 (1999): 297-318.
- Hong, T. P. and Chung, T. N. A fuzzy CDS scheduling algorithm. Emerging Technologies and Factory Automation 2 (1996): 528-532.
- Hong, T. P. and Wang, T. T. A heuristic Palmer based fuzzy flexible flow-shop scheduling algorithm. IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings, pp. 1493-1497. Seoul Korea, August 22-25, 1999.
- Ishibuchi, H.; Murata, T.; and Lee, K. H. Formulation of fuzzy flowshop scheduling problems with fuzzy processing time. IEEE (1996): 259-267.
- Itmi, M. A traveling salesman problem variation in a cut out optimization. IEEE (1996): 2210-2214.
- Kim, S. J.; Kim, J. H.; and Choi, H. M. An efficient algorithm for traveling salesman problems based on self-organizing feature maps. IEEE (1993): 1085-1090.
- Kim, Y. K.; Kim, Y. J., and Kim, Y. Genetic algorithm for assembly line balancing with various objectives. Computers and Industrial Engineering Vol.30 No.3 (1996): 397-409.
- Lam, S. S. and Cai, X. Early-Tardy scheduling under fuzzy due date using a genetic algorithm. IEEE (1999): 1079-1084.
- Little, J. D. C., et al. An algorithm for the traveling salesman problem. Operations Research 11 (1963): 972-989.
- Mapfaira, H. and Byrne, M. A genetic algorithms approach for assembly line balancing. 15<sup>th</sup> International Conference on Production Research (1999): pp. 237-241.
- Min, H.; Current, J.; and Schilling, D. The multiple depot vehicle routing problem with backhauling. Journal of Business Logistics Vol.13 No.1 (1992): 259-288
- Montgomery, D. C. Design and Analysis of Experiments. 5 th ed. NY: John Wiley & Sons, 2000.

- Parames Chutima and Chana Yiangkamolsing Genetic algorithms with improvement heuristic for plant layout problems. Research and Development Journal of the Engineering Institute of Thailand Vol.10 No.2 (1999): 62-72.
- Parames Chutima and Kanika Silanon Application of genetic algorithm on assembly line balance with multiple criteria. Special ICPR-2000, pp. 356-363. Bangkok: Thailand, August 2-4, 2000.
- Pizzolato, N. D. and Canen, A. G. Case study: improving industrial competitiveness: a TSP approach. Logistic Information Management Vol.11 No.3 (1998): 188-191.
- Reinelt, G. The traveling salesman computational solutions for TSP applications. Springer-Verlag, 1996.
- Richard, P., et al. Visiting the traveling salesman problem with petri nets and application in the glass industry. IEEE (1996): 238-242.
- Rodriguez, P., et al. Using global search heuristics for the capacity vehicle routing problem. Computers and Operations Research Vol.25 No.5 (1998): 407-417.
- Ross, T. J. Fuzzy logic with engineering application. United States of America: McGraw-Hill, 1995.
- Sakawa, M. and Mori, M. An efficient genetic algorithm for job-shop scheduling problems with fuzzy processing time and fuzzy due date. Computers and Industrial Engineering 36 (1999): 325-341.
- Schaffer, J. D. and Eshelman, L. J. On Crossover as an Evolutionarily Viable Strategy. Proc. third Int. Conf. On Genetic Algorithms. George Mason University. (n.d.).
- Shi, L.; Olafsson, S.; and Sun, N. New parallel randomized algorithms for the traveling salesman problem. Computers and Operations Research 26 (1999): 371-394.
- Starkweather, T., et al. A comparison of genetic Sequencing Operators. Fort Collins, (n.d.).
- Suresh, G.; Vinod, V. V.; and Sahu, S. A genetic algorithm for assembly line balancing. Production Planning and Control Vol.7 No.1 (1996): 38-46.
- Toki, A.; Somhon, S.; and Enkawa, T. A competitive neural network algorithm for solving vehicle routing problem. Computers and Industrial Engineering Vol.33 No.5 (1997): 473-476.
- Tsubakitani, S. and Evans, J. R. Optimization tabu list size for the traveling salesman problem. Computers and Operations Research Vol.25 No.2 (1998): 91-97
- Zhang, L. and Zheng, W. On some single-machine scheduling with sequences-dependent set-up times. IEEE (1996): 1162-1165.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก

### ปัญหา NP-hard

ปัญหา NP-hard คือปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนานและเวลาในการหาคำตอบจะเพิ่มมากขึ้นเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่เหมาะกับการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ และโดยทั่วไปแล้วจะใช้ฮิวริสติกในการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีถึงแม้ว่าจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม

ลักษณะของปัญหาแบบ NP-hard จะอยู่ในรูปของ  $f(v)$  (Time Complexity Function) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้แสดงถึงเวลาสูงสุดของปัญหาที่มีขนาด  $v$  ตัวอย่างของเวลาในการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ ก.1 เช่น เวลาที่ใช้ในการคำนวณของรูปแบบปัญหาที่มีฟังก์ชัน  $f(v)=v$  โดยกำหนดให้  $v$  ขนาดเท่ากับ 10 และกำหนดให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณในแต่ละขั้นตอนเท่ากับ 1 ไมโครวินาที ดังนั้นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดเท่ากับ 10 ไมโครวินาที ( $1 \times 10$ ) แต่ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น เวลาที่ใช้ก็จะเพิ่มมากขึ้นเป็นแบบเส้นตรง แต่ถ้าปัญหาที่มีค่าของ  $f(v)$  เป็น  $2^v$   $3^v$  และ  $v!$  เวลาที่ใช้จะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ตารางที่ ก.1 เวลาในการคำนวณที่อยู่ในรูป Time Complexity Function โดยมีสมมติฐานว่าการคำนวณในแต่ละครั้งใช้เวลา 1 ไมโครวินาที

Time Complexity Function $f(v)$	$v$					
	10	20	30	40	50	60
$v$	0.00001 sec	0.00002 sec	0.00003 sec	0.00004 sec	0.00005 sec	0.00006 sec
$v^2$	0.001 sec	0.0004 sec	0.0009 sec	0.0016 sec	0.0025 sec	0.0036 sec
$v^5$	0.1 sec	3.2 sec	24.3 sec	1.7 min	5.2 min	13 min
$v^{10}$	2.7 hr	118.5 days	18.7 yrs	3.3 centuries	30.9 centuries	192 centuries
$2^v$	0.001 sec	1.0 sec	17.9 min	12.7 days	35.7 yrs	366 centuries
$3^v$	0.59 sec	58 min	6.5 yrs	3855 centuries	$2 \cdot 10^8$ centuries	$1.3 \cdot 10^{13}$ centuries
$v!$	3.6 sec	770 centuries	$8.4 \cdot 10^{16}$ yrs	$2.5 \cdot 10^{32}$ centuries	$9.6 \cdot 10^{48}$ centuries	$2.6 \cdot 10^{66}$ centuries

สมมติให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จากตัวอย่างที่ผ่านมา 1,000 เท่า ถ้าปัญหาไม่มีความซับซ้อนมากนักและให้ระยะเวลาในการคำนวณเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์จากปัญหาที่ผ่านมา ถ้าปัญหาที่มีฟังก์ชัน  $v$  ก็สามารถทำให้เวลาในการคำนวณเร็วขึ้น 1,000 เท่า แต่ถ้าปัญหามีความซับซ้อนมากคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงก็สามารถช่วยในการคำนวณได้เร็วขึ้นในระดับหนึ่ง เช่นปัญหาที่มีฟังก์ชันเป็น  $v!$  เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการคำนวณเร็วกว่า 1,000 เท่า ช่วยให้การคำนวณได้เร็วขึ้นเล็กน้อย ดังตัวอย่างในตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ขนาดของปัญหาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1000 เท่า

Time Complexity Function	ขนาดของปัญหาที่ถูกแก้	
	คอมพิวเตอร์ธรรมดา	คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1000 เท่า
$V$	$V_1$	$1000V_1$
$V^2$	$V_2$	$31.62V_2$
$V^5$	$V_3$	$3.98V_3$
$V^{10}$	$V_4$	$1.99V_4$
$2^V$	$V_5$	$V_5+10$
$3^V$	$V_6$	$V_6+6$
$V!$	$V_7$	$\left\{ \begin{array}{l} V_7+3 \quad V_7 \leq 10 \\ V_7+2 \quad 10 < V_7 \leq 30 \\ V_7+1 \quad 30 < V_7 \leq 1000 \end{array} \right.$

ปัญหา NP-hard เป็นปัญหาที่ใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบยาวนาน ดังนั้นการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาจึงเป็นไปได้ลำบาก และถึงแม้จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงมาช่วยในการคำนวณก็สามารถช่วยได้ในระดับหนึ่ง วิธีการหาคำตอบของปัญหารูปแบบนี้ได้แก่การใช้ฮิวริสติก หรือ อัลกอริทึมต่างๆมาช่วยใช้ในการหาคำตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ภาคผนวก ข**  
**ตัวอย่างปัญหา**

**1. รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์**

**ตารางที่ ข.1** รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

To	1			2			3			4			5		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	-			54	60	66	69	76	84	115	128	140	111	123	135
2	91	101	111	-			67	75	82	56	63	69	69	76	84
3	116	129	142	91	102	112	-			103	115	126	113	125	138
4	88	98	108	72	80	89	41	45	50	-			52	58	64
5	116	129	141	106	118	130	36	40	44	78	86	95	-		
6	84	93	103	51	56	62	36	40	44	79	88	96	80	89	97
7	89	99	109	99	110	121	42	47	51	90	100	110	86	96	105
8	76	84	93	95	106	116	80	89	98	38	42	46	112	124	137
9	94	105	115	86	95	105	81	90	99	49	54	59	45	50	55
10	99	110	121	63	70	77	59	66	72	28	31	34	112	124	137

**หมายเหตุ** 1. From หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ก่อนหน้า

2. To หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตตามหลัง

3. เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีเวลาในการปรับตั้งสำหรับลำดับการผลิตดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ข.1 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 10 ผลลัพธ์ (ต่อ)

To	6			7			8			9			10		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	76	84	93	84	94	103	78	87	96	93	103	114	28	31	34
2	113	126	138	81	90	99	101	113	124	60	66	73	113	126	138
3	102	113	124	98	109	119	115	127	140	112	124	137	62	69	76
4	77	86	95	50	55	61	45	50	55	47	52	57	60	67	73
5	34	38	41	93	103	114	51	56	62	68	76	83	53	59	65
6	-			95	105	116	99	110	121	29	33	36	37	42	46
7	36	40	44	-			38	42	46	30	33	36	45	50	55
8	77	86	94	94	104	115	-			108	121	133	106	117	129
9	59	66	73	57	63	69	94	104	115	-			31	34	38
10	58	64	71	31	35	38	40	45	49	91	101	111	-		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2. รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตรักข์

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตรักข์

To	1			2			3			4			5		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	-			85	94	104	83	92	101	82	91	100	68	75	83
2	100	111	122	-			82	91	100	99	110	121	76	84	92
3	67	75	82	111	124	136	-			52	57	63	86	96	106
4	34	38	41	43	48	53	54	60	67	-			101	112	123
5	117	130	143	99	110	121	77	85	94	67	75	82	-		
6	93	103	114	95	105	116	79	88	96	58	64	71	111	123	135
7	94	104	115	46	51	56	55	61	67	56	62	68	87	97	106
8	66	74	81	90	100	110	49	54	59	41	46	50	69	76	84
9	85	95	104	58	64	71	32	36	39	37	41	45	109	121	133
10	54	60	66	99	110	121	109	121	133	34	38	42	71	79	87
11	50	56	62	103	114	126	94	105	115	33	37	40	103	115	126
12	53	59	65	83	93	102	109	121	133	40	44	48	113	126	139
13	97	107	118	45	50	56	39	44	48	82	92	101	64	72	79
14	81	90	99	67	74	82	62	68	75	92	103	113	30	33	36
15	61	68	74	85	94	104	77	85	94	81	90	99	41	46	50
16	113	126	139	32	36	39	71	78	86	106	118	130	92	103	113
17	101	112	123	72	80	88	101	113	124	114	127	140	30	33	36
18	29	33	36	79	88	96	69	77	85	52	58	64	43	47	52
19	69	76	84	115	128	140	33	36	40	36	40	44	67	74	81
20	85	94	104	78	86	95	87	97	106	31	35	38	81	90	99

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตรักข์ (ต่อ)

To	6			7			8			9			10		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	97	108	119	52	58	64	66	73	81	59	65	72	50	55	61
2	111	123	136	76	84	92	58	65	71	112	124	136	56	62	69
3	110	122	134	56	62	68	109	121	133	29	32	35	49	54	59
4	48	54	59	86	95	105	55	62	68	110	122	135	39	44	48
5	32	35	39	73	82	90	85	95	104	84	93	102	29	32	35
6	-			75	83	91	110	123	135	67	74	82	84	93	103
7	48	53	59	-			44	48	53	35	39	43	86	95	105
8	61	68	75	101	112	124	-			94	105	115	97	107	118
9	49	55	60	114	127	140	84	93	103	-			72	80	88
10	70	78	86	43	47	52	86	96	105	45	50	55	-		
11	89	99	108	110	123	135	29	33	36	113	125	138	67	74	82
12	113	126	138	103	115	126	46	52	57	110	122	135	62	69	76
13	42	47	52	101	112	123	54	60	66	95	105	116	37	41	45
14	51	57	63	86	96	105	57	63	70	110	122	134	88	97	107
15	75	84	92	80	89	98	51	57	63	103	114	126	64	72	79
16	92	102	113	78	87	96	52	58	64	95	106	117	38	43	47
17	85	95	104	45	50	55	29	32	35	80	89	97	52	58	63
18	51	57	63	43	48	53	33	37	40	83	93	102	105	116	128
19	72	79	87	104	116	127	37	41	45	83	92	102	110	122	134
20	43	47	52	90	100	110	116	128	141	105	116	128	114	127	140

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภักณ์ท์ (ต่อ)

To	11			12			13			14			15		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	68	75	83	48	54	59	66	73	81	77	85	94	47	52	57
2	71	79	87	76	84	93	95	105	116	33	37	40	35	38	42
3	72	80	88	69	77	84	98	109	120	98	109	120	99	110	121
4	29	33	36	44	49	54	36	40	44	87	97	107	99	110	121
5	78	87	96	91	101	111	53	58	64	106	118	130	64	71	78
6	29	32	35	96	107	118	53	59	64	36	40	44	103	114	126
7	101	112	123	84	93	102	81	90	99	55	62	68	113	126	139
8	78	87	95	31	35	38	45	50	55	40	44	49	80	89	97
9	67	74	82	55	61	68	67	74	81	95	106	116	97	108	119
10	56	63	69	90	101	111	80	89	98	29	33	36	63	70	77
11	-			44	48	53	107	118	130	53	59	64	70	78	86
12	46	51	57	-			103	115	126	107	118	130	106	118	130
13	93	103	113	85	94	104	-			78	87	95	112	124	137
14	44	49	54	44	49	54	64	72	79	-			36	40	43
15	67	75	82	31	34	38	87	96	106	34	38	42	-		
16	90	100	111	83	92	101	34	37	41	59	66	72	107	119	131
17	76	85	93	95	106	116	61	68	75	111	124	136	108	120	132
18	47	52	57	95	106	117	82	91	100	101	112	123	92	102	112
19	49	55	60	36	40	44	64	71	78	48	54	59	107	119	130
20	55	61	68	51	57	63	33	36	40	93	104	114	86	96	105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 20 ผลัดภัณฑ์ (ต่อ)

To	16			17			18			19			20		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	80	89	97	49	54	60	116	129	142	107	119	131	41	45	50
2	56	62	68	113	125	138	35	39	43	83	92	101	76	84	93
3	62	69	76	93	103	114	64	72	79	95	106	116	95	105	116
4	37	41	45	39	44	48	48	53	58	41	45	50	65	72	79
5	115	128	141	30	33	36	67	75	82	88	98	107	103	114	125
6	64	71	78	65	72	79	80	89	98	100	111	122	29	32	35
7	108	120	131	64	71	78	35	39	43	32	36	39	98	109	120
8	77	85	94	76	85	93	66	73	81	112	124	137	108	120	132
9	80	89	98	112	124	137	48	53	59	105	117	128	69	77	85
10	66	73	80	102	114	125	37	42	46	60	67	74	36	40	44
11	36	40	44	98	109	120	31	35	38	29	32	36	76	84	93
12	76	84	93	100	111	122	80	89	98	46	52	57	67	75	82
13	42	47	51	50	55	61	61	68	75	51	56	62	53	59	65
14	105	117	129	27	31	34	78	86	95	86	95	105	76	84	92
15	50	56	61	32	35	39	63	70	77	114	126	139	66	73	80
16	-			49	54	60	82	91	101	70	78	86	40	44	49
17	60	67	74	-			39	43	47	66	73	80	114	126	139
18	93	103	113	110	122	134	-			63	70	77	30	33	37
19	106	117	129	34	38	42	31	35	38	-			60	67	74
20	116	129	142	32	35	39	64	71	79	104	116	127	-		

### 3. รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลិតภัณฑ์

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

To	1			2			3			4			5		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	-			56	62	68	89	99	109	112	124	137	76	85	93
2	86	96	106	-			72	80	87	96	107	118	92	102	112
3	85	95	104	64	71	78	-			93	103	113	37	41	45
4	44	49	53	107	119	131	83	92	102	-			55	62	68
5	108	120	132	105	117	129	49	54	60	76	84	93	-		
6	104	115	127	78	86	95	29	32	35	63	70	78	88	98	108
7	29	32	36	76	84	93	108	120	132	90	100	109	84	93	103
8	41	46	51	36	39	43	80	89	98	102	114	125	42	46	51
9	44	49	54	90	100	110	71	78	86	65	72	79	102	113	124
10	55	62	68	61	68	74	39	43	47	111	123	136	91	101	111
11	81	90	100	52	58	64	98	109	120	73	81	89	70	78	86
12	76	85	93	79	88	96	67	75	82	82	91	100	30	34	37
13	92	102	112	75	83	91	45	50	55	67	74	81	51	57	62
14	29	32	35	111	123	135	80	89	97	28	31	34	90	100	110
15	99	111	122	94	105	115	85	94	104	106	118	129	46	51	56
16	97	108	118	106	117	129	87	97	106	98	109	120	48	54	59
17	41	45	50	37	41	45	61	68	74	73	81	89	68	76	84
18	83	92	101	57	63	69	93	104	114	32	36	39	90	100	110
19	39	43	47	61	68	75	100	111	122	46	51	56	36	40	44
20	61	68	75	89	99	109	100	112	123	62	69	76	40	45	49
21	110	122	135	45	50	55	29	33	36	112	124	137	78	86	95
22	91	101	112	76	84	92	35	39	43	38	42	46	28	31	34
23	88	97	107	90	100	110	88	97	107	48	54	59	92	102	112
24	52	57	63	66	74	81	84	94	103	67	75	82	85	94	103
25	63	70	76	102	114	125	43	48	52	73	81	89	110	123	135
26	70	78	86	39	43	47	91	102	112	60	66	73	36	40	44
27	95	106	117	47	52	57	37	41	46	39	44	48	109	121	133
28	108	120	132	99	110	121	110	122	134	114	126	139	76	85	93
29	66	73	80	91	101	111	35	39	43	91	101	111	45	50	55
30	62	69	75	96	106	117	73	82	90	80	88	97	69	77	85

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรภัณฑ์(ต่อ)

To	6			7			8			9			10		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	110	123	135	33	37	40	86	95	105	92	102	112	106	118	130
2	44	49	53	40	44	49	79	88	97	29	32	35	94	105	115
3	89	99	109	48	54	59	98	109	120	57	64	70	90	100	110
4	78	87	96	68	76	83	39	43	48	105	116	128	57	64	70
5	41	45	50	43	47	52	66	73	81	116	129	142	52	58	64
6	-			31	35	38	48	53	58	65	72	79	74	82	90
7	109	121	134	-			41	45	50	102	114	125	36	40	44
8	80	89	98	82	92	101	-			87	96	106	41	46	50
9	65	72	79	28	31	34	59	66	72	-			113	126	139
10	67	75	82	46	51	56	113	125	138	106	117	129	-		
11	44	49	54	104	116	128	116	128	141	60	67	73	111	123	135
12	48	53	58	106	118	130	81	90	99	56	62	68	33	36	40
13	113	126	138	45	50	56	31	35	38	57	63	69	82	92	101
14	59	66	72	58	65	71	65	72	79	99	110	121	53	59	65
15	28	31	34	98	109	120	110	122	134	107	119	130	107	119	131
16	109	121	133	107	118	130	43	48	53	101	112	123	98	109	120
17	114	126	139	101	112	123	63	70	77	27	30	34	41	46	50
18	38	42	46	88	97	107	70	78	86	94	105	115	36	40	44
19	114	127	139	59	66	72	105	116	128	68	76	83	80	89	98
20	32	36	39	46	52	57	66	74	81	62	69	76	105	116	128
21	61	68	75	106	118	130	73	81	89	46	51	56	89	98	108
22	85	95	104	87	97	107	55	61	67	71	79	87	95	106	116
23	106	118	130	87	96	106	66	74	81	48	54	59	111	123	135
24	98	108	119	60	67	74	83	92	101	47	52	57	35	39	43
25	85	94	104	68	76	84	91	102	112	111	123	136	34	38	42
26	116	128	141	34	38	42	31	35	38	99	110	121	66	73	81
27	42	47	52	58	65	71	104	115	127	62	69	76	78	87	96
28	40	45	49	84	94	103	114	126	139	89	99	109	65	73	80
29	68	76	83	68	76	83	56	62	68	97	108	119	116	129	142
30	79	88	97	108	120	132	109	121	133	90	100	110	102	113	124

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรักษณ์(ต่อ)

To	11			12			13			14			15		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	115	128	141	43	48	53	81	90	99	64	71	79	102	113	124
2	32	36	40	65	72	79	29	32	35	42	47	51	70	78	86
3	83	92	101	85	95	104	32	36	39	98	109	120	100	111	122
4	107	119	131	100	111	123	104	115	127	74	82	90	97	108	118
5	95	106	116	28	31	34	57	63	70	52	58	64	45	50	55
6	60	67	73	57	63	69	56	63	69	39	43	47	63	70	77
7	32	35	39	92	102	112	48	54	59	96	106	117	27	30	34
8	74	83	91	66	73	81	30	33	37	86	96	106	30	34	37
9	54	60	66	80	89	98	113	126	139	88	98	108	79	88	97
10	40	44	48	114	127	140	115	128	140	51	56	62	28	31	34
11	-			79	88	97	116	129	142	101	112	123	48	53	59
12	80	89	97	-			95	106	117	101	112	124	54	60	66
13	65	73	80	62	68	75	-			104	116	128	37	41	45
14	46	51	56	48	54	59	73	81	89	-			67	75	82
15	59	66	72	115	128	140	103	114	126	83	92	101	-		
16	42	47	51	65	72	80	66	73	80	110	123	135	105	117	128
17	117	130	143	89	98	108	86	96	106	62	69	76	42	47	52
18	47	53	58	88	98	108	116	129	141	97	108	119	47	53	58
19	109	121	133	68	76	83	46	51	56	103	114	125	101	112	123
20	102	113	124	53	59	65	96	107	118	72	80	88	61	68	75
21	73	81	90	38	42	46	53	59	65	43	48	53	115	128	141
22	99	110	121	106	118	130	51	57	62	104	116	128	104	116	127
23	75	83	91	99	110	121	106	118	129	38	43	47	64	71	79
24	103	115	126	60	66	73	85	95	104	55	61	67	47	52	57
25	42	47	52	53	59	65	89	99	109	95	106	116	45	50	56
26	37	41	45	48	54	59	72	81	89	40	44	48	97	108	119
27	65	72	79	54	60	66	79	88	96	28	31	35	47	52	57
28	112	124	136	63	70	77	65	72	79	101	112	124	103	114	126
29	63	70	77	114	127	140	115	127	140	87	97	107	27	30	33
30	88	98	108	93	103	113	92	102	112	98	109	119	96	107	118



ตารางที่ ๒.๓ รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรภัณฑ์(ต่อ)

To	16			17			18			19			20		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	61	67	74	28	31	34	65	72	79	52	58	63	75	84	92
2	36	40	44	86	96	105	33	37	40	109	121	133	98	109	120
3	90	100	110	75	83	91	84	93	102	109	121	134	32	35	39
4	54	60	66	36	40	44	115	128	140	68	75	83	86	96	105
5	60	67	73	106	118	129	68	75	83	110	122	135	66	73	81
6	71	79	87	39	43	48	98	108	119	76	84	93	48	53	58
7	35	39	43	34	38	41	53	59	65	72	80	88	100	111	122
8	78	87	96	109	121	133	72	80	88	50	56	62	63	70	77
9	47	52	57	38	42	46	67	74	81	117	130	143	107	119	131
10	85	95	104	85	94	103	42	46	51	87	97	106	94	104	115
11	97	108	118	101	112	123	58	65	71	78	87	95	70	78	85
12	106	118	129	82	91	100	66	73	81	114	127	139	80	89	97
13	62	69	76	68	75	83	65	73	80	46	51	56	93	103	113
14	98	109	119	36	40	44	105	117	128	107	119	130	77	86	94
15	83	92	101	55	61	68	63	70	78	29	32	36	108	121	133
16	-			113	126	139	52	58	64	28	31	34	70	78	86
17	80	89	98	-			54	60	66	74	83	91	88	97	107
18	50	55	61	111	123	136	-			32	35	39	33	37	40
19	83	92	101	89	99	109	83	92	101	-			39	44	48
20	114	127	140	99	110	121	45	50	55	30	33	36	-		
21	68	76	83	113	126	139	73	81	89	51	57	62	48	54	59
22	96	107	117	52	57	63	42	47	51	32	35	39	87	97	107
23	42	47	51	67	75	82	112	124	136	68	75	83	83	93	102
24	31	34	38	92	102	112	106	118	130	48	53	58	117	130	143
25	108	120	133	67	75	82	92	102	113	110	123	135	42	47	51
26	81	90	99	71	79	87	103	115	126	42	46	51	64	72	79
27	35	39	43	95	106	116	114	127	140	56	62	68	54	59	65
28	111	123	135	109	122	134	58	64	70	94	104	115	71	79	86
29	87	97	107	112	125	137	97	108	119	87	97	106	62	69	76
30	74	82	91	88	98	108	34	38	42	105	117	129	104	116	127

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรัณฑ์(ต่อ)

To	21			22			23			24			25		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	116	129	142	93	103	114	34	37	41	78	87	96	40	44	49
2	114	126	139	91	101	111	35	38	42	32	36	39	106	118	129
3	54	60	66	65	73	80	94	104	115	38	43	47	115	128	141
4	112	124	137	74	83	91	40	44	49	30	33	36	93	103	114
5	117	130	143	50	56	61	63	70	77	52	58	64	90	100	110
6	44	49	54	95	106	117	113	126	139	115	128	141	34	38	41
7	76	85	93	114	127	139	88	98	108	77	86	94	40	44	48
8	73	81	89	28	31	35	36	40	44	47	53	58	50	55	61
9	93	103	113	72	80	88	56	63	69	83	92	101	70	78	86
10	41	45	50	89	99	109	48	53	59	83	93	102	27	30	33
11	107	119	131	96	107	118	30	33	37	47	53	58	27	30	33
12	45	49	54	49	55	60	102	114	125	72	80	88	100	111	122
13	54	60	66	63	70	78	78	87	96	76	85	93	89	98	108
14	95	106	116	81	90	98	114	126	139	74	82	90	37	41	45
15	98	109	120	59	65	72	99	110	121	117	130	143	78	87	95
16	53	58	64	88	98	107	79	87	96	100	111	122	112	125	137
17	35	39	43	58	65	71	58	65	71	91	101	111	48	53	59
18	36	40	44	84	93	102	88	98	108	94	104	115	81	90	99
19	86	96	105	35	39	43	97	108	119	98	109	120	29	33	36
20	82	91	100	45	50	55	71	79	87	69	77	85	61	68	75
21	-			115	128	141	32	36	39	52	57	63	82	92	101
22	112	125	137	-			86	95	105	75	83	91	67	74	81
23	86	96	105	72	80	88	-			39	43	47	34	38	42
24	101	112	123	106	118	129	48	53	58	-			113	125	138
25	94	104	115	30	33	36	93	104	114	97	108	119	-		
26	98	109	120	49	54	60	56	63	69	106	118	130	50	56	62
27	106	118	129	49	54	59	71	79	87	95	106	116	42	46	51
28	112	125	137	48	53	58	89	99	109	116	129	142	28	31	34
29	65	72	79	117	130	143	58	64	70	100	112	123	35	38	42
30	87	97	107	97	108	118	77	86	94	112	124	137	94	105	115

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 30 ผลลัพธ์(ต่อ)

To	26			27			28			29			30		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	109	121	133	96	107	117	39	44	48	80	89	98	84	93	102
2	65	72	80	109	121	133	104	115	127	52	58	64	86	96	105
3	76	84	93	48	53	59	93	103	113	76	84	92	31	35	38
4	38	42	46	101	112	123	117	130	143	50	56	61	98	109	120
5	58	65	71	98	109	119	35	39	42	34	37	41	91	101	111
6	46	51	56	36	40	44	78	87	95	42	47	52	98	109	120
7	69	76	84	105	116	128	41	46	50	74	82	90	35	39	43
8	108	120	132	32	36	39	61	68	75	36	40	43	84	94	103
9	95	106	116	109	121	133	80	88	97	90	100	110	66	73	80
10	84	93	102	64	71	78	45	50	55	77	86	95	107	119	131
11	45	50	55	28	31	34	44	49	54	51	57	62	82	91	101
12	103	115	126	98	109	120	37	41	45	76	85	93	38	42	46
13	107	119	131	38	43	47	48	53	59	106	118	130	59	66	73
14	90	100	110	85	95	104	107	118	130	60	67	74	88	98	108
15	77	85	94	56	63	69	91	101	111	36	39	43	112	124	137
16	43	48	53	39	43	47	55	61	67	65	72	79	39	43	48
17	60	66	73	69	77	84	82	91	100	71	79	86	53	59	65
18	97	108	119	50	56	61	46	51	56	32	35	39	108	120	132
19	84	94	103	53	59	65	108	120	132	62	69	76	95	105	116
20	82	91	100	105	117	128	74	83	91	109	121	133	33	37	41
21	65	72	79	78	86	95	81	89	98	104	116	128	46	51	56
22	92	102	113	54	60	66	76	84	93	50	55	61	102	113	125
23	105	117	128	71	79	86	71	79	87	35	39	43	99	111	122
24	117	130	143	56	62	68	46	52	57	87	97	106	105	117	129
25	75	83	91	35	39	43	109	121	133	82	91	100	92	102	112
26	-			99	110	121	41	45	50	58	64	70	52	58	63
27	89	99	109	-			69	76	84	78	87	96	31	35	38
28	29	32	35	49	54	59	-			50	56	61	74	82	90
29	93	104	114	77	85	94	115	128	140	-			102	113	124
30	82	91	100	99	110	121	97	107	118	34	37	41	-		

## ภาคผนวก ค

### การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

วิธีการของเงินเนติกอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอ เพื่อไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาการปรับตั้งเครื่องแบบพีซีซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าสำหรับงานวิจัยนี้ จะถูกนำไปเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ MATLAB 5.3.1 ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่สร้างขึ้นว่าให้ผลที่ถูกต้องตามวิธีการที่เสนอไว้หรือไม่โดยการนำเอาปัญหาที่สมมติขึ้นมาทดลองรันโปรแกรมเพื่อหาคำตอบ การทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

- 1) การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน การทดลองในส่วนนี้ จะทำโดยการรันโปรแกรมที่ละขั้นตอนตามวิธีการของ GAs ผลที่ได้จากแต่ละขั้นตอนจะต้องถูกพิจารณา และมีการทดลองคำนวณหาค่าด้วยมือ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการถัดไป
- 2) การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ทำโดยการรันโปรแกรมจนกว่าจะครบจำนวนเงินเนอเรชั่นสูงสุด แล้วนำค่าที่ดีที่สุดที่ได้ในทุกเงินเนอเรชั่นมาเขียนกราฟเพื่อดูแนวโน้มของคำตอบ มีการหาคำตอบที่ดีที่สุดค่าหนึ่งตามหลักการของ GAs หรือไม่

#### 1. ปัญหาตัวอย่างในการทดสอบโปรแกรม

ปัญหาตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของวิธี GAs ซึ่งเขียนขึ้นโดยโปรแกรมประยุกต์ MATLAB 5.3.1 จะเป็นปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาการปรับตั้งแบบพีซีซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 5 ผลิตภัณฑ์ เวลาในการปรับตั้งของเครื่องจักรจะมีลักษณะแบบพีซี ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับปัญหาตัวอย่างที่เสนอในงานวิจัย โดยประกอบด้วยค่าของเวลาต่างๆคือ เวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่มากที่สุดในการปรับตั้ง ดังตารางที่ ค.1

ตาราง ค.1 แสดงปัญหาตัวอย่างสำหรับการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

To	1			2			3			4			5		
From	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง	ต่ำ	เฉลี่ย	สูง
1	-			33	49	47	40	46	53	32	42	51	37	45	53
2	40	49	57	-			35	45	54	43	49	55	40	43	46
3	43	48	52	41	42	47	-			39	48	57	38	45	53
4	33	41	50	37	44	48	42	46	51	-			41	49	57
5	40	49	57	38	48	52	40	49	58	39	46	54	-		

จากตารางที่ ค.1 จะกำหนดพารามิเตอร์ของ GAs สำหรับทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม คือ

จำนวนประชากร	5 ประชากร
ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	0.9
ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน	0.4
วิธีการคัดเลือกสตริง	Roulette Wheel Selection
วิธีการครอสโอเวอร์	OX
วิธีการมิวเตชัน	Inversion
จำนวนเจนเนอเรชันสูงสุด	300

## 2. การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน

ในการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม จะทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมตามขั้นตอนต่างๆในกระบวนการ GAs ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้

- 2.1 การสร้างประชากรเบื้องต้น (Initial Population Creating)
- 2.2 การถอดรหัสคำตอบ (Decoding)
- 2.3 การประเมินค่า (Evaluation)
- 2.4 การเก็บค่าที่ดีที่สุดเบื้องต้น (Initial Elite Preserve Strategy)
- 2.5 การคัดเลือกสตริงคำตอบ (Selection)

2.6 การครอสโอเวอร์ (Crossover)

2.7 การเก็บค่าที่ดีที่สุดหลังการครอสโอเวอร์ (Post-crossover Elite Preserve Strategy)

2.8 การมิวเตชัน (Mutation)

2.9 การเก็บค่าที่ดีที่สุดหลังการมิวเตชัน (Elite Preserve Strategy of Generation)

## 2.1 การสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้น

ในการสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้น จำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลต่างๆจากปัญหาเพื่อเข้าไปสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วย

- จำนวนชนิดผลิตภัณฑ์ 5 ชนิด
- เวลาในการปรับตั้ง (น้อยที่สุด,เฉลี่ย,มากที่สุด) แสดงในตาราง ค.1
- จำนวนประชากรเริ่มต้น 5 ประชากร

จากข้อมูลที่รับเข้า สามารถสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้น ได้ดังตัวอย่างดังนี้

String 1 = [5 1 3 2 4]

String 2 = [4 3 1 5 2]

String 3 = [2 4 5 3 1]

String 4 = [1 5 4 2 3]

String 5 = [1 4 2 5 3]

ในการสร้างสตริงคำตอบเริ่มต้นนั้น ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในวิธีการ GAs ซึ่งการสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้นนี้จะส่วนหนึ่งในการกำหนดคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีหรือไม่ โดยการได้มาซึ่งคำตอบที่ต้นนั้นสตริงคำตอบเริ่มต้นควรมีลักษณะตามข้อกำหนดของปัญหา และมีความแตกต่างกันเพื่อความหลากหลายในการพัฒนาคำตอบตามวิธีการ GAs ซึ่งลักษณะของปัญหาการจัดการตารางการผลิตแบบนี้จะมีข้อกำหนดคือภายในตารางการผลิตจะต้องไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตซ้ำซ้อน (มีตัวเลขในสตริงคำตอบที่ซ้ำกัน) โดยจากสตริงคำตอบทั้ง 5 ตัว จะเห็นได้ว่าภายในสตริงคำตอบเหล่านี้ ไม่มีตัวเลขใดเลยที่ซ้ำกัน และสตริงคำตอบทั้ง 5 ตัว ก็จะมีลำดับในการผลิตที่ไม่เหมือนกันเลย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอนการรับข้อมูลเข้าและทำการสร้างประชากรเบื้องต้นมีความถูกต้อง

## 2.2 การถอดรหัสคำตอบ (Decoding)

สตริงคำตอบที่ได้ จะแสดงถึงลำดับผลิตภัณท์ในการจัดตารางการผลิต ซึ่งลำดับในการจัดตารางการผลิตจะเป็นลำดับของผลิตภัณท์ที่จะถูกผลิตโดยเครื่องจักรเครื่องนั้นๆ ดังนั้นในขั้นตอนของการถอดรหัสคำตอบจากสตริงคำตอบ จะต้องคำนวณเวลาในการปรับตั้งระหว่างผลิตภัณท์ได้อย่างถูกต้อง ตามลำดับของการจัดตารางการผลิต โดยจะแสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมและช่วงเวลาในการปรับตั้งที่ได้จากโปรแกรม และการคำนวณดังตารางที่ ค.2 ซึ่งจากโปรแกรมและการคำนวณ ได้ค่าที่ออกมาเท่ากัน จึงทำให้สรุปว่าขั้นตอนนี้มีความถูกต้อง และสามารถตรวจสอบในขั้นตอนถัดไปได้

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมและช่วงเวลาในการปรับตั้ง

No.	String	By computer program		By manual	
		Average time	Range	Average time	Range
1	[5 1 3 2 4]	235	64	235	64
2	[4 3 1 5 2]	236	60	236	60
3	[2 4 5 3 1]	244	69	244	69
4	[1 5 4 2 3]	228	70	228	70
5	[1 4 2 5 3]	226	63	226	63

## 2.3 การประเมินค่า (Evaluation)

ในขั้นตอนของการประเมินค่าของสตริงคำตอบ เป็นขั้นตอนการคำนวณเพื่อประเมินความเหมาะสมของสตริงคำตอบแต่ละตัวว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยวัดจากค่า Fitness Value ซึ่งค่า Fitness Value ได้มาจากการแปลงค่าเฉลี่ยของเวลาในการปรับตั้งรวมให้อยู่ในรูปของค่าที่เหมาะสม ซึ่งจะมีค่าระหว่าง 0.00 – 1.00 หากค่าเฉลี่ยของเวลาในการปรับตั้งรวมมีค่าน้อยกว่า ก็จะมีค่าความเหมาะสมในการอยู่รอดมากกว่า โดยค่า Fitness Value จะมีค่าใกล้เคียง 1 มากกว่าดังตารางที่ ค.3

ตารางที่ ค.3 แสดงค่า Fitness Value ที่ได้จากโปรแกรม และการคำนวณ

No.	String	Fitness Value	
		By computer program	By manual
1	[5 1 3 2 4]	934	934
2	[4 3 1 5 2]	933	933
3	[2 4 5 3 1]	925	925
4	[1 5 4 2 3]	941	941
5	[1 4 2 5 3]	943	943
รวม		4676	4676

ค่า Fitness Value ที่ได้จากรายการที่ ค.3 จะได้ค่าที่เท่ากันจากโปรแกรมและการคำนวณ นอกจากนี้ในสตริงคำตอบที่ 5 ซึ่งจะมีค่าของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวม น้อยที่สุด ก็จะมีค่า Fitness Value ที่มากที่สุดด้วย เมื่อเทียบกับสตริงคำตอบทั้ง 5 ตัว ดังนั้นจึงถือได้ว่า โปรแกรมในขั้นตอนี้มีความถูกต้อง และสามารถนำไปตรวจสอบได้ในขั้นตอนถัดไป

#### 2.4 การเก็บค่าที่ดีที่สุดเบื้องต้น (Initial Elite Preserve Strategy)

ผลการเก็บค่าที่ดีที่สุดเบื้องต้นหลังจากการประเมินค่าของสตริงคำตอบเริ่มต้น เพื่อกันคำตอบที่ดีที่สุดระหว่างการคัดเลือกสตริงคำตอบ โดยจะทำการเก็บค่าที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากสตริงคำตอบที่ให้ค่า Fitness Value ที่มากที่สุด หากมีหลายคำตอบที่มีค่า Fitness Value เท่ากัน จะพิจารณาจากช่วงเวลาในการปรับตั้ง ซึ่งโปรแกรมจะทำการเก็บสตริงคำตอบตัวที่ 5 โดยมีรายละเอียดของสตริงคำตอบดังนี้

สตริงคำตอบ คือ [1 4 2 5 3]

เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งรวม (น้อยที่สุด,เฉลี่ย,มากที่สุด) เท่ากับ (192,226 ,255)

ค่า Fitness Value เท่ากับ 0.20167

ช่วงเวลาในการปรับตั้ง เท่ากับ 63

ซึ่งหากพิจารณาจากรายการที่ ค.3 ปรากฏว่าค่าที่ควรเก็บคือ สตริงคำตอบที่ 5 เนื่องจากสตริงคำตอบที่ 5 มีค่า Fitness Value เท่ากับ 0.20167 ซึ่งมากกว่าสตริงคำตอบตัวอื่นๆ และรายละเอียดต่างๆเช่น เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งรวม ค่า Fitness Value และช่วงเวลาในการปรับตั้ง ที่โปรแกรมทำการเก็บค่าไว้จะมีค่าเท่ากับค่าจากการ



คำนวณ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมทำงานถูกต้องในขั้นตอนของการเก็บค่าที่ดีที่สุดเบื้องต้น

## 2.5 การคัดเลือกสตริงคำตอบ (Selection)

ในการคัดเลือกสตริงคำตอบของวิธี GAs ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการคัดเลือกสตริงคำตอบ 2 วิธี คือ วิธี Roulette Wheel Selection และ วิธี Tournament Selection ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้มีวิธีการเริ่มต้นที่เหมือนกันคือ การสร้างวงล้อรูเล็ต

การสร้างวงล้อรูเล็ตจะเริ่มต้นจากการนำค่า Fitness Value ของสตริงคำตอบแต่ละตัว จากตารางที่ ค.3 มาทำการสร้างเป็นวงล้อรูเล็ต ตามขั้นตอนของการสร้างวงล้อรูเล็ต (ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อ 6.2.5.1) นำผลการสร้างวงล้อรูเล็ตโดยโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ ค.4

ตารางที่ ค.4 เปรียบเทียบผลการสร้างวงล้อรูเล็ตโดยโปรแกรมและการคำนวณ

String No.	Fitness		Selection Probability ( $p_i$ )		Cumulative Probability ( $q_i$ )	
	Program	Manual	Program	Manual	Program	Manual
1	934	934	0.19974	0.19974	0.19974	0.19974
2	933	933	0.19953	0.19953	0.39927	0.39927
3	925	925	0.19782	0.19782	0.59709	0.59709
4	941	941	0.20124	0.20124	0.79833	0.79833
5	943	943	0.20167	0.20167	1.00000	1.00000
Total	4676	4676	1.00000	1.00000		

จากตารางที่ ค.4 จะเห็นได้ว่าการสร้างวงล้อรูเล็ตโดยโปรแกรมและการคำนวณ ได้ผลการสร้างที่เหมือนกัน ดังนั้นสรุปได้ว่าโปรแกรมสามารถสร้างวงล้อรูเล็ตสำหรับนำไปใช้งานต่อการคัดเลือกสตริงโดยวิธี Roulette Wheel Selection และ วิธี Tournament Selection ได้ถูกต้อง

เนื่องจากวิธีการคัดเลือกสตริงในงานวิจัยนี้มี 2 วิธี ดังนั้นการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 วิธีเช่นกัน คือ

### 2.5.1 การทดสอบความถูกต้องของวิธี Roulette Wheel Selection

การทดสอบความถูกต้องของวิธี Roulette Wheel Selection จะพิจารณาจากขั้นตอนของวิธีการ Roulette Wheel Selection และเลือกสตริงคำตอบให้อยู่รอด ซึ่งทำการคัดเลือกสตริงคำตอบโดยโปรแกรมและวิธีการคำนวณ ในตารางที่ ค.5

ตารางที่ ค.5 การเปรียบเทียบการคัดเลือกสตริงคำตอบโดยวิธี Roulette Wheel Selection ด้วยโปรแกรมและวิธีการคำนวณ

No.	$r_1$	By computer program		By manual	
		$q_i > r_1$	String No.	$q_i > r_1$	String No.
1	0.19875	0.19974	1	0.19974	1
2	0.86521	1.00000	5	1.00000	5
3	0.38496	0.39927	2	0.39927	2
4	0.67992	0.79833	4	0.79833	4
5	0.52846	0.59709	3	0.59709	3

จากตารางที่ ค.5 จะเห็นได้ว่าตัวเลขที่เกิดจากการสุ่มตัวเลขจะมีอยู่ 5 ค่า ซึ่งจะเท่ากับจำนวนประชากรเบื้องต้น และหากมีการสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่าแล้ว มีค่าน้อยกว่าค่า Cumulative Probability ของระดับที่ใกล้เคียงที่สุด ก็จะทำให้ทำการคัดเลือกสตริงคำตอบตัวที่อยู่ในระดับให้อยู่รอดต่อไป ซึ่งจากการสุ่มตัวเลขทั้ง 5 ค่า จะได้สตริงคำตอบจากโปรแกรมการคัดเลือกสตริงคำตอบโดยวิธี Roulette Wheel Selection ที่เลือกเข้าไปสู่ Mating Pool คือ สตริงคำตอบที่ 1 5 2 4 3 ซึ่งจะตรงกับการใช้วิธีคำนวณหาการคัดเลือกสตริงคำตอบโดยวิธี Roulette Wheel Selection จึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการคัดเลือกสตริงคำตอบโดยวิธี Roulette Wheel Selection มีความถูกต้อง

### 2.5.2 การทดสอบความถูกต้องของวิธี Tournament Selection

สำหรับในวิธี Tournament Selection หลังจากทำการสร้างวงล้อรูเล็ต โปรแกรมจะทำการสุ่มเลือกสตริงคำตอบ 2 ตัวจากวงล้อรูเล็ต จากนั้นเปรียบเทียบค่า Fitness แล้วเลือกสตริงคำตอบที่มีค่า

Fitness มากกว่าเข้าสู่ Mating Pool แต่หากกรณีที่มีสตริงทั้ง 2 ตัวมีค่า Fitness ที่เท่ากันจะทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมา 1 ตัวคือ 0 หรือ 1 ถ้าสุ่มได้เลข 0 จะเลือกสตริงคำตอบตัวที่ 1 ถ้าสุ่มได้เลข 1 จะเลือกสตริงคำตอบตัวที่ 2 โดยจำนวนสตริงที่คัดเลือกเข้าสู่ Mating Pool จะเท่ากับจำนวนประชากรเบื้องต้น

ตารางที่ ค.6 การคัดเลือกสตริงคำตอบโดยวิธี Tournament Selection ด้วย โปรแกรม

No.	String 1				String 2				X (random)	Selected
	$r_1$	$q_i > r_1$	String No.	Fitness	$r_2$	$q_i > r_2$	String No.	Fitness		
1	0.80101	1.00000	5	0.20167	0.35037	0.39927	2	0.19953	-	5
2	0.38163	0.39927	2	0.19953	0.21470	0.39927	2	0.19953	0	2
3	0.17889	0.19974	1	0.19974	0.19846	0.19974	1	0.19974	1	1
4	0.12812	0.19974	1	0.19974	0.31899	0.39927	2	0.19953	-	1
5	0.46341	0.59709	3	0.19782	0.97497	1.0000	5	0.20167	-	5

การทดสอบความถูกต้องในการคัดเลือกสตริงคำตอบทำได้โดยพิจารณาตรวจสอบค่า Fitness ของสตริง 2 ตัวที่สุ่มเลือกขึ้นมาว่าตัวใดมีค่ามากกว่า จากตารางที่ ค.6 จะเห็นได้ว่าสตริงคู่แรกที่สุ่มมา คือ สตริงหมายเลข 5 และ 2 ซึ่งมีค่า Fitness เท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกสตริงหมายเลข 5 เนื่องจากมีค่า Fitness มากกว่า สำหรับคู่อื่นๆ จะได้สตริงคำตอบที่ได้รับการเลือกคือ สตริงหมายเลข 2 1 1 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งจะตรงกับสตริงคำตอบที่ได้จากโปรแกรม จึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องตามวิธีการคัดเลือกสตริงคำตอบแบบวิธี Tournament Selection

จากการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในขั้นตอนของการคัดเลือกสตริงคำตอบ ซึ่งได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน เนื่องจากในการทดลองจะมีการใช้วิธีการคัดเลือกสตริงคำตอบ 2 แบบ ซึ่งจากการทดสอบปรากฏว่า โปรแกรมการคัดเลือกสตริงคำตอบของทั้ง 2 วิธี มีความถูกต้องตามหลักการของวิธีการคัดเลือกสตริงคำตอบทั้ง 2 แบบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในขั้นตอนของการคัดเลือกสตริงคำตอบและสามารถทดสอบในขั้นตอนต่อไปได้

## 2.6 การครอสโอเวอร์ (Crossover)

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการครอสโอเวอร์ คือ ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และ วิธีการครอสโอเวอร์ ในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะทำการสุ่มสตริงคำตอบมาจับคู่เป็นสตริงพ่อแม่เพื่อทำการครอสโอเวอร์ โดยเลือกสตริงที่มีค่าสุ่ม  $r$  น้อยกว่า  $P_c$  ซึ่งจะต้องสุ่มให้มีจำนวนสตริงเป็นเลขคู่ หากทำการสุ่มได้เป็นเลขคี่ต้องลดหรือเพิ่มสตริงคำตอบที่สุ่มได้ โดยสุ่มเลข 0 หรือ 1 ขึ้นมา ถ้าสุ่มได้เลข 0 คือ ลดจำนวนสตริง แต่ถ้าสุ่มได้เลข 1 คือ เพิ่มจำนวนสตริง โดยเลือกจากสตริงคำตอบที่เหลือ โดยสมมติให้ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์มีค่าเท่ากับ 0.8 ผลการสุ่มค่าและคัดเลือกจะแสดงได้ดังตารางที่ ค.7

ตารางที่ ค.7 การเลือกสตริงคำตอบเพื่อนำไปครอสโอเวอร์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

String No.	String Sequence	$r_i$	$r_i < 0.8$ ( $P_c$ )
1	[5 1 3 2 4]	0.92730	
2	[4 3 1 5 2]	0.29224	●
3	[2 4 5 3 1]	0.31065	●
4	[1 5 4 2 3]	0.07796	●
5	[1 4 2 5 3]	0.86564	

หมายเหตุ ● หมายถึงสตริงตัวนั้นถูกเลือกไปทำการครอสโอเวอร์

จากตารางที่ ค.7 จะเห็นได้ว่า สตริงที่ถูกเลือกไปครอสโอเวอร์มีเพียง 3 ตัวคือ สตริงหมายเลข 2 3 4 เนื่องจากสตริงที่ถูกเลือกไปมีจำนวนเป็นเลขคี่ จึงไม่สามารถจับคู่ได้ทำให้ต้องทำการลดหรือเพิ่มสตริงคำตอบโดยการสุ่มเลข 0 หรือ 1 ซึ่งโปรแกรมสุ่มได้เลข 1 นั้นหมายความว่าต้องเพิ่มสตริงคำตอบเข้าไปอีก 1 ตัวโดยเลือกจากสตริงคำตอบที่เหลือ ซึ่งในที่นี้เลือกได้สตริงคำตอบตัวที่ 1 ก็จะได้ว่าสตริงคำตอบที่จะนำไปทำการครอสโอเวอร์คือ สตริงคำตอบหมายเลข 1 2 3 และ 4 ซึ่งสามารถจับคู่ได้เป็น 1-2 และ 3-4

จากการพิจารณาผลที่ได้เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม พบว่าการครอสโอเวอร์ด้วย  $P_c=0.8$  ทำให้สามารถคาดเดาได้ว่าน่าจะมีสตริงคำตอบที่ถูกนำไปครอสโอเวอร์ 80 % หรือ  $0.8 \times 5 = 4$  ตัว ซึ่งจำนวนนี้ตรงกับจำนวนสตริงที่โปรแกรมสุ่มมาครอสโอเวอร์ และสตริงคำตอบทุกตัวที่มีค่าของตัวเลขสุ่มน้อยกว่าค่า  $P_c$  จะรับได้การนำไปครอสโอเวอร์ ยกเว้นแต่สตริงคำตอบตัวที่ 1 ที่มีค่าของตัวเลขสุ่มมากกว่าค่า

$P_c$  จะได้รับการนำไปครอสโอเวอร์ เนื่องจากสตริงคำตอบพ่อแม่ไม่ครบคู่ ซึ่งจากการทดสอบปรากฏว่าขั้นตอนของการคัดเลือกสตริงเพื่อนำไปทำการครอสโอเวอร์มีความถูกต้อง

หลังจากทำการสุ่มตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์ของคู่สตริงพ่อแม่แต่ละคู่ ขั้นตอนต่อไปคือการทำการครอสโอเวอร์ แต่การครอสโอเวอร์ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการครอสโอเวอร์ 5 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็จะมี ความแตกต่างกันไป ซึ่งทำให้การตรวจสอบความถูกต้องแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนย่อยสำหรับการครอสโอเวอร์แต่ละวิธี

โดยในขั้นตอนของการทดสอบความถูกต้องของวิธีการครอสโอเวอร์จำเป็นที่จะต้องทดสอบทั้งขั้นตอนในการครอสโอเวอร์และสตริงคำตอบที่ได้หลังจากการครอสโอเวอร์ว่าเป็นไปตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบนั้นๆหรือไม่

### 2.6.1 การทดสอบความถูกต้องของวิธี MOX

ในขั้นตอนของการครอสโอเวอร์แบบ MOX จะเริ่มจากโปรแกรมจะทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมาเพื่อเป็นจุดที่จะทำการครอสโอเวอร์ของสตริงพ่อแม่ และจุดที่จะทำการสุ่มนี้จะต้องน้อยกว่าความยาวของสตริงพ่อแม่ ซึ่งโปรแกรมได้ทำการสุ่มตัวเลขมาค่าหนึ่ง โดยตัวเลขนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นตำแหน่งที่ทำการครอสโอเวอร์ของสตริงพ่อแม่ ได้ตำแหน่งในการครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่งที่ 2 (ทำการครอสโอเวอร์ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 3 ถึง 5) สตริงพ่อแม่ที่ได้จากการคัดเลือกสตริงคือสตริง 1-2 และจะมีช่วงการครอสโอเวอร์ดังนี้

$$p_1 = [5 \ 1 \ | \ 3 \ 2 \ 4]$$

$$p_2 = [4 \ 3 \ | \ 1 \ 5 \ 2]$$

เมื่อโปรแกรมทำการสลับสตริงที่อยู่ในตำแหน่งที่ 3 ถึง 5 (หรือที่อยู่หลังเครื่องหมาย |) จะได้สตริงรุ่นลูกเป็น

$$o_1 = [5 \ 1 \ 4 \ 3 \ 2]$$

$$o_2 = [4 \ 3 \ 5 \ 1 \ 2]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน

สตริงพ่อแม่ 3-4 จะถูกนำไปโครอสโอเวอร์เช่นเดียวกัน โปรแกรมจะทำให้ถูกสับตัวเลขขึ้นมาค่าหนึ่งและแปลงตัวเลขนี้เป็นตำแหน่งในการโครอสโอเวอร์ ได้ตำแหน่งในการโครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่งที่ 3 ซึ่งสตริงพ่อแม่ที่ได้จากการคัดเลือกจะมีช่วงการโครอสโอเวอร์ดังนี้

$$p_3 = [2 \ 4 \ 5 \ | \ 3 \ 1]$$

$$p_4 = [1 \ 5 \ 4 \ | \ 2 \ 3]$$

เมื่อโปรแกรมทำการสับสตริงที่อยู่ในตำแหน่งที่ 4 ถึง 5 จะได้สตริงรุ่นลูกเป็น

$$o_3 = [2 \ 4 \ 5 \ 1 \ 3]$$

$$o_4 = [1 \ 5 \ 4 \ 2 \ 3]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ในการโครอสโอเวอร์ทั้ง 2 ครั้ง ยังเป็นไปตามวิธีการโครอสโอเวอร์แบบ MOX ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในวิธีการโครอสโอเวอร์แบบ MOX

#### 2.6.2 การทดสอบความถูกต้องของวิธี PMX

สตริงพ่อแม่ที่ได้จากการคัดเลือกจะถูกนำไปทำการโครอสโอเวอร์แบบต่างๆ ซึ่งในวิธีการโครอสโอเวอร์แบบ PMX โปรแกรมจะทำการสับตัวเลขขึ้นมา 2 ตำแหน่ง เพื่อหาช่วงในการโครอสโอเวอร์ ซึ่งในที่นี้สตริงพ่อแม่ 1-2 ได้ช่วงในการโครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่ง 2-4 (หรือที่อยู่ระหว่างเครื่องหมาย | )

$$p_1 = [5 \mid 1 \ 3 \ 2 \mid 4]$$

$$p_2 = [4 \mid 3 \ 1 \ 5 \mid 2]$$

เมื่อได้ตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์แล้ว โปรแกรมจะทำการครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าว และจะได้สตริงลูก คือ

$$o_1 = [2 \ 3 \ 1 \ 5 \ 4]$$

$$o_2 = [4 \ 1 \ 3 \ 2 \ 5]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าในสตริงลูกดังกล่าวไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน

เมื่อนำสตริงพ่อแม่ 3-4 มาทำการครอสโอเวอร์ โปรแกรมจะทำการสุ่มตำแหน่งของช่วงการครอสโอเวอร์ ซึ่งจะได้ตำแหน่งที่ 3 ถึง 4 ดังนี้

$$p_3 = [2 \ 4 \mid 5 \ 3 \mid 1]$$

$$p_4 = [1 \ 5 \mid 4 \ 2 \mid 3]$$

โปรแกรมทำการสลับสตริงที่อยู่ในตำแหน่งที่ 3 ถึง 4 จะได้สตริงรุ่นลูกเป็น

$$o_3 = [3 \ 5 \ 4 \ 2 \ 1]$$

$$o_4 = [1 \ 4 \ 5 \ 3 \ 2]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ในการครอสโอเวอร์ทั้ง 2 ครั้ง ยังเป็นไปตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX

### 2.6.3 การทดสอบความถูกต้องของวิธี CX

ในวิธีการครอสโอเวอร์แบบ CX โปรแกรมจะหาสตริงลูกตามวิธี CX โดยการสลับสตริงบางตำแหน่ง จากสตริงพ่อแม่ 1-2 จะได้สตริงลูกดังนี้

$$p_1 = [5 \ 1 \ 3 \ 2 \ 4]$$

$$p_2 = [4 \ 3 \ 1 \ 5 \ 2]$$



$$o_1 = [5 \ 3 \ 1 \ 2 \ 4]$$

$$o_2 = [4 \ 1 \ 3 \ 5 \ 2]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าในสตริงลูกดังกล่าวไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน

เมื่อนำสตริงพ่อแม่ 3-4 มาทำการครอสโอเวอร์ด้วยวิธีการครอสโอเวอร์แบบ CX จะได้สตริงลูกดังนี้

$$p_3 = [2 \ 4 \ 5 \ 3 \ 1]$$

$$p_4 = [1 \ 5 \ 4 \ 2 \ 3]$$



$$o_3 = [2 \ 5 \ 4 \ 3 \ 1]$$

$$o_4 = [1 \ 4 \ 5 \ 2 \ 3]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ในการครอสโอเวอร์ทั้ง 2 ครั้ง ยังเป็นไปตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบ CX ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในวิธีการครอสโอเวอร์แบบ CX



#### 2.6.4 การทดสอบความถูกต้องของวิธี OX

ในวิธีการครอสโอเวอร์แบบ OX โปรแกรมจะทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมา 2 ตำแหน่ง เพื่อหาช่วงในการครอสโอเวอร์เช่นเดียวกับการสุ่มตัวเลขเพื่อหาตำแหน่งในการครอสโอเวอร์แบบ PMX แต่วิธีการในการครอสโอเวอร์จะแตกต่างกัน ซึ่งในที่นี้สตริงพ่อแม่ 1-2 ได้ช่วงในการครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่ง 3-4

$$p_1 = [5 \ 1 \ | \ 3 \ 2 \ | \ 4]$$

$$p_2 = [4 \ 3 \ | \ 1 \ 5 \ | \ 2]$$

เมื่อได้ตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์แล้ว โปรแกรมจะทำการครอสโอเวอร์ตามวิธีการ OX ที่ตำแหน่งดังกล่าว และจะได้สตริงลูกคือ

$$o_1 = [3 \ 2 \ 1 \ 5 \ 4]$$

$$o_2 = [1 \ 5 \ 3 \ 2 \ 4]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าในสตริงลูกดังกล่าวไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน

เมื่อนำสตริงพ่อแม่ 3-4 มาทำการครอสโอเวอร์ โปรแกรมจะทำการสุ่มตำแหน่งของช่วงการครอสโอเวอร์ ซึ่งจะได้ตำแหน่งที่ 2 ถึง 3 ดังนี้

$$p_3 = [2 \ | \ 4 \ 5 \ | \ 3 \ 1]$$

$$p_4 = [1 \ | \ 5 \ 4 \ | \ 2 \ 3]$$

โปรแกรมทำการครอสโอเวอร์ตามวิธีการ OX ที่อยู่ในตำแหน่งที่ 2 ถึง 3 จะได้สตริงรุ่นลูกเป็น

$$o_3 = [2 \ 5 \ 4 \ 3 \ 1]$$

$$o_4 = [1 \ 4 \ 5 \ 2 \ 3]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ในการตรวจสอบโอเวอร์ทั้ง 2 ครั้ง ยังเป็นไปตามวิธีการตรวจสอบโอเวอร์แบบ OX ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในวิธีการตรวจสอบโอเวอร์แบบ OX

#### 2.6.5 การทดสอบความถูกต้องของวิธี PBX

ในวิธีการตรวจสอบโอเวอร์แบบ PBX โปรแกรมจะทำการสลับตำแหน่งในการตรวจสอบโอเวอร์ขึ้นมาโดยมีจำนวนไม่เกินความยาวของสตริงพ่อแม่ ซึ่งในที่นี้สตริงพ่อแม่ 1 จะได้ตำแหน่งในการตรวจสอบโอเวอร์ 2 ตำแหน่งคือ 2 และ 4 (หรือตำแหน่งที่ขีดเส้นใต้)

$$p_1 = [5 \underline{1} 3 \underline{2} 4]$$

$$p_2 = [4 3 1 5 \underline{2}]$$

เมื่อได้ตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบโอเวอร์แล้ว โปรแกรมจะทำการตรวจสอบโอเวอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าว ตามวิธีการตรวจสอบโอเวอร์แบบ PBX และจะได้สตริงลูก คือ

$$o_1 = [4 1 3 2 5]$$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการตรวจสอบโอเวอร์สตริงพ่อแม่ 2 ก็จะทำให้การสลับตำแหน่งการตรวจสอบโอเวอร์ขึ้นมา จะได้ 3 ตำแหน่งคือตำแหน่งที่ 1 2 และ 5

$$p_1 = [5 1 3 2 4]$$

$$p_2 = [4 \underline{3} 1 5 \underline{2}]$$

เมื่อได้ตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบโอเวอร์แล้ว โปรแกรมจะทำการตรวจสอบโอเวอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าว ตามวิธีการตรวจสอบโอเวอร์แบบ PBX และจะได้สตริงลูก คือ

$$o_2 = [4 \ 3 \ 5 \ 1 \ 2]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าในสตริงลูกดังกล่าวไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน

เมื่อนำสตริงพ่อแม่ 3 มาทำการครอสโอเวอร์ โปรแกรมจะทำการสุ่มตำแหน่งของการครอสโอเวอร์ ซึ่งจะได้ตำแหน่งที่ 3 และ 4 ดังนี้

$$p_3 = [2 \ 4 \ 5 \ 3 \ 1]$$

$$p_4 = [1 \ 5 \ 4 \ 2 \ 3]$$

โปรแกรมจะทำการครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าว ตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PBX จะได้สตริงรุ่นลูกเป็น

$$o_3 = [1 \ 4 \ 5 \ 3 \ 2]$$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการครอสโอเวอร์สตริงพ่อแม่ 4 ก็จะทำ การสุ่มตำแหน่งการครอสโอเวอร์ขึ้นมา จะได้ 3 ตำแหน่งคือ ตำแหน่งที่ 3 4 และ 5

$$p_3 = [5 \ 1 \ 3 \ 2 \ 4]$$

$$p_4 = [4 \ 3 \ 1 \ 5 \ 2]$$

และเมื่อได้ตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์แล้ว โปรแกรมจะทำการครอสโอเวอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าว ตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PBX และจะได้สตริงลูก คือ

$$o_4 = [3 \ 4 \ 1 \ 5 \ 2]$$

จากนั้นตรวจสอบสตริงรุ่นลูกที่ได้ว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ซึ่งในสตริงลูกดังกล่าวจะพบว่า ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ในการครอสโอเวอร์ทั้ง 2 ครั้ง ยังเป็นไปตามวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PBX

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PBX

สมมติว่าเลือกที่จะใช้วิธีการครอสโอเวอร์แบบ OX โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวม (ค่าวัตถุประสงค์) ได้ 4 ค่า ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมที่ได้จากวิธีคำนวณ จะได้ค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมจากโปรแกรมและวิธีการคำนวณดังตารางที่ ค.8

ตารางที่ ค.8 ค่า Fitness ที่ได้จากวิธีการ OX โดยโปรแกรมและวิธีการคำนวณ

No.	String	Fitness	By computer program		By manual	
			Average time	Range	Average time	Range
1	[3 2 1 5 4]	916	228	63	228	63
2	[1 5 3 2 4]	918	226	69	226	69
3	[2 5 4 3 1]	912	232	53	232	53
4	[1 4 5 2 3]	912	232	77	232	77
5	[1 4 2 5 3]	918	226	63	226	63

หมายเหตุ สตริงหมายเลข 5 ไม่ได้ผ่านการครอสโอเวอร์แต่นำมาคิด Fitness ด้วย

จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนของวิธีการครอสโอเวอร์ โปรแกรมสามารถทำขั้นตอนต่างๆได้อย่างถูกต้องตั้งแต่การคัดเลือกสตริงเพื่อมาทำการครอสโอเวอร์ วิธีการครอสโอเวอร์ในแบบต่างๆ จนกระทั่งการหาค่าวัตถุประสงค์ของสตริงคำตอบที่ได้หลังจากการครอสโอเวอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมมีขั้นตอนและวิธีในการทำงานที่ถูกต้องในขั้นตอนทั้งหมดของการครอสโอเวอร์

## 2.7 การเก็บค่าที่ดีที่สุดหลังการครอสโอเวอร์ (Post-crossover Elite Preserve Strategy)

การเก็บค่าที่ดีที่สุดหลังการครอสโอเวอร์เป็นการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้หลังจากการครอสโอเวอร์ เทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดที่เก็บไว้ โดยจะคัดเลือกสตริงตัวที่มีค่า Fitness มากที่สุดจากการครอสโอเวอร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ดีที่สุดที่ได้หลังจากการครอสโอเวอร์มาเปรียบเทียบกับค่า Elite Preserve Solution หากมีค่าวัตถุประสงค์มากกว่าเก็บไว้เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งค่าวัตถุประสงค์ในนี้จะสามารถหาได้จากค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง ดังตารางที่ ค.8 จะเห็นได้ว่าสตริงคำตอบรุ่นลูกที่ผ่านขั้นตอนการ

โครสโอเวอร์ที่มีค่า Fitness สูงที่สุด คือ [1 5 3 2 4] และ [1 4 2 5 3] ซึ่งมีค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับเท่ากันคือ 226 เมื่อดูจากช่วงเวลาในการปรับตั้งพบว่า สตริง [1 4 2 5 3] มีช่วงเวลาในการปรับตั้งที่น้อยกว่า จึงนำไปเปรียบเทียบกับ Elite Preserve Solution ผลจากการเปรียบเทียบจะพบว่าสตริงดังกล่าวเป็นสตริงตัวเดิม เนื่องจากไม่ได้ถูกนำไปโครสโอเวอร์ ดังนั้นจึงควรเก็บค่า Elite Preserve Solution เดิมไว้ ซึ่งมีรายละเอียด คือ

สตริงคำตอบ คือ [1 4 2 5 3]

เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งรวม (น้อยที่สุด,เฉลี่ย,มากที่สุด) เท่ากับ (192,226 ,255)

ค่า Fitness Value เท่ากับ 0.20167

ช่วงเวลาในการปรับตั้ง เท่ากับ 63

เมื่อพิจารณาจากโปรแกรม จะเห็นว่าสตริงคำตอบที่โปรแกรมเลือกเก็บไว้คือ สตริงคำตอบตัวเดิมเช่นกัน แสดงว่าขั้นตอนี้มีความถูกต้อง

## 2.8 การมิวเตชัน (Mutation)

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการมิวเตชัน คือ ความน่าจะเป็นในการมิวเตชันและวิธีการมิวเตชัน ซึ่งจะคล้ายกับพารามิเตอร์ในขั้นตอนของการโครสโอเวอร์ แต่ในขั้นตอนนี้โปรแกรมไม่จำเป็นที่จะต้องทำการสุ่มสตริงคำตอบมาเป็นคู่ เนื่องจากการมิวเตชันนั้นสามารถทำได้ภายในสตริงคำตอบเดียวกัน โดยจะนำสตริงคำตอบที่ได้จากขั้นตอนการโครสโอเวอร์สุ่มสตริงที่จะไปทำการมิวเตชัน สมมติให้ความน่าจะเป็นในการมิวเตชันมีค่าเท่ากับ 0.2 ผลการสุ่มค่าและคัดเลือกสตริงที่จะได้รับการมิวเตชันจะแสดงได้ดังตารางที่ ค.9

ตารางที่ ค.9 การเลือกสตริงคำตอบเพื่อนำไปมิวเตชันโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

String No.	String Sequence	$r_i$	$r_i < 0.2 (P_m)$
1	[3 2 1 5 4]	0.63152	
2	[1 5 3 2 4]	0.16925	●
3	[2 5 4 3 1]	0.44266	
4	[1 4 5 2 3]	0.58651	
5	[1 4 2 5 3]	0.35724	

หมายเหตุ ● หมายถึงสตริงตัวนั้นถูกเลือกไปทำการมิวเตชัน

มีการพิจารณาผลที่ได้เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม พบว่าการมิวเตชัน ด้วย  $Pm=0.2$  ทำให้สามารถคาดเดาได้ว่าน่าจะมีสตริงคำตอบที่ถูกนำไปมิวเตชัน 20 % หรือ  $0.2*5 = 1$  ตัว ซึ่งจำนวนนี้ตรงกับจำนวนสตริงที่โปรแกรมสุ่มมามิวเตชัน ในตารางที่ ค.9 และสตริงคำตอบที่มีค่าของตัวเลขสุ่มน้อยกว่าค่า  $Pm$  จะรับได้การนำไปมิวเตชัน ซึ่งจากการทดสอบปรากฏว่าขั้นตอนของการคัดเลือกสตริงเพื่อนำไปทำการมิวเตชันมีความถูกต้อง

หลังจากทำการสุ่มตำแหน่งที่จะทำการมิวเตชัน ขั้นตอนต่อไปคือการทำมิวเตชัน แต่การมิวเตชันในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการมิวเตชัน 4 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีความแตกต่างกันไป ซึ่งทำให้การตรวจสอบความถูกต้องแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย สำหรับการมิวเตชันแต่ละวิธี

โดยในขั้นตอนของการทดสอบความถูกต้องของวิธีการมิวเตชันจำเป็นที่จะต้องทดสอบทั้งขั้นตอนในการมิวเตชัน และสตริงคำตอบที่ได้หลังจากการมิวเตชันว่าเป็นไปตามวิธีการมิวเตชันแบบนั้นๆหรือไม่

### 2.8.1 Inversion Mutation

ในขั้นตอนของการมิวเตชันแบบ Inversion เริ่มจากโปรแกรมจะทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมาเพื่อเป็นช่วงในการทำมิวเตชัน และช่วงที่จะทำการสุ่มนี้จะต้องน้อยกว่าความยาวของสตริงที่ได้รับการมิวเตชัน ซึ่งโปรแกรมได้ทำการสุ่มตำแหน่งในการมิวเตชันที่ตำแหน่ง 2-4 (หรือตำแหน่งที่อยู่ระหว่างเครื่องหมาย | |) สตริงที่ได้จากการคัดเลือกสตริงคือสตริงหมายเลข 2 โดยจะมีช่วงการมิวเตชันดังนี้

$$p_1 = [1 | 5 3 2 | 4]$$

จากนั้นโปรแกรมจะทำการสลับตำแหน่งของช่วงในการมิวเตชัน ซึ่งจะได้สตริงที่ผ่านการมิวเตชันดังนี้

$$p_1 = [1 2 3 5 4]$$

เมื่อตรวจสอบสตริงที่ผ่านการมิวเตชันว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าสตริงที่ผ่านการ

มิวเตชันดังกล่าว ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน และยังเป็นไปตามวิธีการมิวเตชันแบบ Inversion จึงสรุปว่าโปรแกรมวิธีการมิวเตชันแบบ Inversion มีความถูกต้อง

### 2.8.2 Insertion Mutation

โปรแกรมจะทำการสลับตัวเลข แทนตำแหน่งในการมิวเตชัน เพื่อใช้ย้ายตำแหน่งตามวิธีการมิวเตชันแบบ Insertion ซึ่งโปรแกรมทำการสลับได้ตำแหน่งที่ 3 เป็นตำแหน่งในการมิวเตชัน (ตำแหน่งที่ขีดเส้นใต้)

$$p_1 = [1 \ 5 \ \underline{3} \ 2 \ 4]$$

จากนั้นโปรแกรมจะทำการสลับตำแหน่งอีก 1 ตำแหน่ง เพื่อที่จะนำตัวเลขที่ขีดเส้นใต้ ไปแทรกในตำแหน่งดังกล่าว ซึ่งโปรแกรมได้ทำการสลับตำแหน่งที่แทรกคือ ตำแหน่งที่ 2 จะได้สตริงที่ได้รับการมิวเตชันแบบ Insertion ดังนี้

$$p_1 = [1 \ 3 \ 5 \ 2 \ 4]$$

เมื่อตรวจสอบสตริงที่ผ่านการมิวเตชันว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าสตริงที่ผ่านการมิวเตชันดังกล่าว ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน และยังเป็นไปตามวิธีการมิวเตชันแบบ Insertion จึงสรุปว่าโปรแกรมวิธีการมิวเตชันแบบ Insertion มีความถูกต้อง

### 2.8.3 Reciprocal Exchange Mutation

Reciprocal Exchange Mutation เป็นการสลับตำแหน่งของผลิตภัณฑ์คู่หนึ่งในสตริงเดียวกัน ตำแหน่งที่ทำการสลับนั้นได้มาจากการสลับ ซึ่งโปรแกรมได้ทำการสลับปรากฏว่าได้ตำแหน่งที่จะทำการสลับคือ ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 4 (ตำแหน่งที่ขีดเส้นใต้) ดังนี้

$$p_1 = [\underline{1} \ 5 \ 3 \ 2 \ \underline{4}]$$

เมื่อทำการสลับตำแหน่งตามวิธีการมิวเตชันแบบ Reciprocal Exchange จะได้สตริงดังนี้

$$p_1 = [2 \ 5 \ 3 \ 1 \ 4]$$

และเมื่อทำการตรวจสอบสตริงที่ผ่านการมิวเตชันว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าสตริงที่ผ่านการมิวเตชันดังกล่าว ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน และยังเป็นไปตามวิธีการมิวเตชันแบบ Reciprocal Exchange จึงสรุปว่าโปรแกรมวิธีการมิวเตชันแบบ Reciprocal Exchange มีความถูกต้อง

#### 2.8.4 Displacement Mutation

Displacement Mutation เป็นวิธีการมิวเตชันอีกรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกับ Insertion Mutation เพียงแต่จะทำการแทรกช่วงของการมิวเตชันที่เรียกว่า สตริงย่อย (Sub string) โดยโปรแกรมจะทำการสลับช่วงของตำแหน่งที่จะนำไปแทรก จะได้ตำแหน่งดังกล่าวคือ ตำแหน่งที่ 3 ถึง 5 (ตำแหน่งที่ขีดเส้นใต้) ดังนี้

$$[1 \ 5 \ \underline{3} \ \underline{2} \ \underline{4}]$$

ต่อจากนั้นโปรแกรมจะทำการสลับตำแหน่งที่จะนำไปแทรก ซึ่งจะได้ตำแหน่งที่ 2 ดังนั้นสตริงที่ผ่านการมิวเตชันแบบนี้ คือ

$$p_1 = [1 \ 3 \ 2 \ 4 \ 5]$$

เมื่อทำการตรวจสอบสตริงที่ผ่านการมิวเตชันว่ามีการซ้ำซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการจัดตารางการผลิตหรือไม่ ปรากฏว่าสตริงที่ผ่านการมิวเตชันดังกล่าว ไม่เกิดการจัดตารางผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ซ้ำซ้อน นอกจากนี้ยังเป็นไปตามวิธีการมิวเตชันแบบ Displacement จึงสรุปว่าโปรแกรมวิธีการมิวเตชันแบบ Displacement มีความถูกต้อง



สมมติว่าเราเลือกที่จะใช้วิธีการมิวเตชันแบบ Inversion โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวม (ค่าวัตถุประสงค์) ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมที่ได้จากวิธีคำนวณ จะได้ค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมจากโปรแกรมและวิธีการคำนวณดังตารางที่ ค.10

ตารางที่ ค.10 ค่า Fitness ที่ได้จากวิธีการ OX โดยโปรแกรมและวิธีการคำนวณ

No.	String	Fitness	By computer program		By manual	
			Average time	Range	Average time	Range
1	[3 2 1 5 4]	916	228	63	228	63
2	[1 2 3 5 4]	918	226	80	226	80
3	[2 5 4 3 1]	912	232	53	232	53
4	[1 4 5 2 3]	912	232	77	232	77
5	[1 4 2 5 3]	918	226	63	226	63

หมายเหตุ สตริงหมายเลข 1 3 4 และ 5 ไม่ได้ผ่านการมิวเตชันแต่จะนำมาคิด Fitness ด้วย

จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนของวิธีการมิวเตชัน โปรแกรมสามารถทำขั้นตอนต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตั้งแต่การคัดเลือกสตริงเพื่อมาทำการมิวเตชัน วิธีการมิวเตชันในแบบต่างๆ จนกระทั่งการหาค่าวัตถุประสงค์ของสตริงคำตอบที่ได้หลังจากการมิวเตชัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมมีขั้นตอนและวิธีในการทำงานที่ถูกต้องในขั้นตอนทั้งหมดของการมิวเตชัน

### 2.9 การเก็บค่าที่ดีที่สุดหลังการมิวเตชัน (Elite Preserve Strategy of Generation)

เทคนิคการเก็บค่าที่ดีที่สุดภายหลังการมิวเตชัน จะเป็นการเก็บค่าที่ดีที่สุดของเจเนอเรชันนั้น เพื่อช่วยให้คำตอบที่ดีที่สุดเท่าที่เคยปรากฏขึ้นมายังคงมีอยู่ในเจเนอเรชันต่อไป การเก็บค่าในขั้นตอนนี้จะทำหลังจากที่มีการมิวเตชันเรียบร้อยแล้ว สตริงคำตอบที่ได้ภายหลังการมิวเตชันจำนวน 5 ตัว จะถูกถอดรหัสและประเมินค่า จากนั้นก็ให้เอาสตริงคำตอบหลังที่ดีที่สุดจากการมิวเตชัน มาเปรียบเทียบกับ Elite Preserve Solution ซึ่งหากสตริงที่ดีที่สุดที่ได้จากการมิวเตชันดีกว่าก็จะแทนที่ Elite Preserve Solution ด้วยสตริงที่ดีที่สุดที่ได้จากการมิวเตชัน แต่หากสตริงคำตอบที่ดีที่สุดหลังการมิวเตชันมีค่าแย่กว่า ก็จะเก็บ Elite Preserve Solution ตัวเดิมนั้นไว้ โดยนำมาแทนที่สตริงที่แย่ที่สุดหลังจากการมิวเตชัน ก่อนที่สตริงคำตอบชุดนั้นจะเข้าสู่เจเนอเรชันถัดไป ซึ่งในที่

นี่สตริงที่มีค่า Fitness สูงสุดจากการมิวเตชันคือ [1 2 3 5 4] และ [1 4 2 5 3] แต่จากการพิจารณาพบว่า สตริง [1 4 2 5 3] มีช่วงเวลาในการปรับตั้งที่น้อยกว่า จึงนำไปเปรียบเทียบกับ Elite Preserve Solution พบว่าเป็นสตริงตัวเดิม เนื่องจากไม่ได้นำถูกไปมิวเตชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สตริงคำตอบ คือ [1 4 2 5 3]

เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งรวม (น้อยที่สุด,เฉลี่ย,มากที่สุด) เท่ากับ (192,226 ,255)

ค่า Fitness Value เท่ากับ 0.20167

ช่วงเวลาในการปรับตั้ง เท่ากับ 63

และจากการที่สตริงที่ดีที่สุดจากการผ่านขั้นตอนของการมิวเตชันเป็นสตริงตัวเดิม ทำให้สตริงตัวแยหลังจากผ่านขั้นตอนการมิวเตชันต้องถูกแทนที่ด้วย Elite Preserve Solution ซึ่งสตริงตัวที่ถูกแทนที่นี้คือ [1 4 5 2 3] เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของเวลาในการปรับตั้งและค่าพิสัยของเวลาการปรับตั้งที่มากกว่าสตริงตัวอื่นๆ ดังนั้นสตริงคำตอบชุดใหม่ที่จะนำไปใช้เป็นสตริงพ่อแม่ในเจนเนอเรชันต่อไปคือ

[3 2 1 5 4]

[1 2 3 5 4]

[2 5 4 3 1]

[1 4 2 5 3]

[1 4 2 5 3]

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากโปรแกรม จะเห็นได้ว่าสตริงคำตอบชุดใหม่ที่โปรแกรมเลือกเก็บไว้คือสตริงคำตอบตัวข้างต้นนี้เช่นเดียวกัน แสดงว่าขั้นตอนนี้มีความถูกต้อง

ผลจากการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในเรื่องของการทำงานในแต่ละขั้นตอนของเจนเนติกอัลกอริทึมโดยทำการรันโปรแกรมที่ละขั้นตอน สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งแบบฟัชชีซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า สามารถทำงานได้ตามขั้นตอนของวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง

### 3 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุด

ในข้อข้อที่ 2 จะเป็นการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในแต่ละขั้นตอนการทำงานว่าตรงตามวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึมหรือไม่ ซึ่งจากผลการทดลองสรุปได้ว่าโปรแกรมที่ทำ

การพัฒนาขึ้นมานั้น มีความถูกต้องตามวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึม แต่การทดสอบความถูกต้องของขั้นตอนการทำงานตามวิธีการของเงินเนติกอัลกอริทึม ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าโปรแกรมที่ทำการพัฒนานั้นสามารถประยุกต์ใช้ตามหลักการของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมได้จริง เนื่องจากยังมีการคุณสมบัติอีกประการหนึ่งของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมที่ยังไม่ได้ทดสอบ ซึ่งก็คือการพัฒนาคำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึม

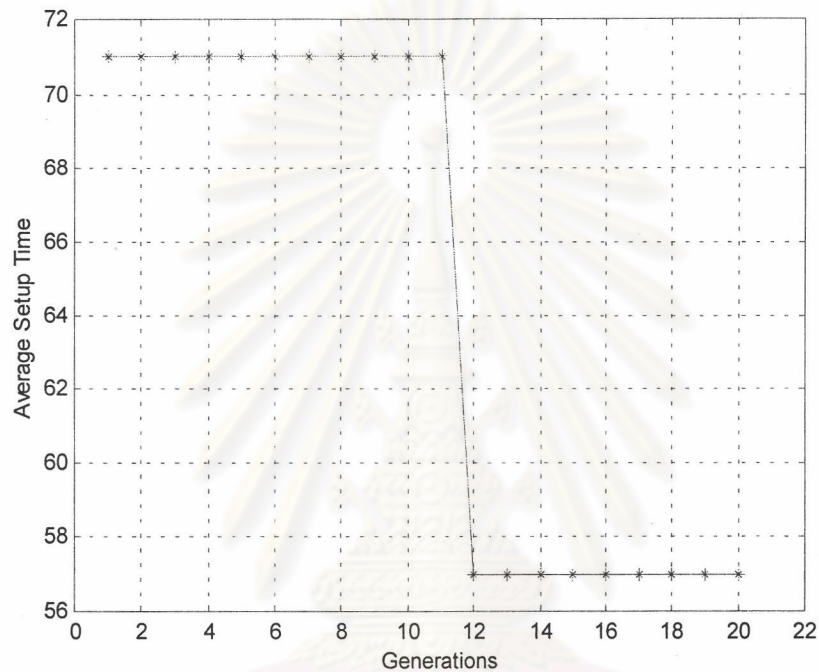
โดยในการทดสอบการพัฒนาคำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึม จะทำการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะการพัฒนาของคำตอบของเงินเนติกอัลกอริทึม เมื่อจำนวนเงินเนอเรชันเพิ่มขึ้น คำตอบที่ได้จะมีแนวโน้มที่ดีขึ้น ดังนั้นในการหาคำตอบตามวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม จึงมีการกำหนดจำนวนเงินเนอเรชันสูงสุดในการรันเมื่อโปรแกรมทำงานตามวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมจนจบเงินเนอเรชันที่หนึ่งแล้ว สตรีงคำตอบทั้ง 5 ตัว ที่ได้จะเป็นสตรีงคำตอบเบื้องต้นหรือประชากรเบื้องต้นในเงินเนอเรชันต่อไป และจะเป็นเช่นนี้จนครบจำนวนเงินเนอเรชันสูงสุดที่กำหนดไว้ ซึ่งในการทดสอบโปรแกรมนี้กำหนดไว้ 20 เงินเนอเรชัน ผลการทดสอบการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด จะแสดงได้ดังตารางที่ ค.11

ตารางที่ ค.11 แสดงสตรีงคำตอบที่ดีที่สุดของเงินเนอเรชันที่ 1 ถึง 20

Generation	String Order	Average time	Range
1	[1 3 5 2 4]	229	71
2	[1 3 5 2 4]	229	71
3	[1 3 5 2 4]	229	71
4	[1 3 5 2 4]	229	71
5	[1 3 5 2 4]	229	71
6	[1 3 5 2 4]	229	71
7	[1 3 5 2 4]	229	71
8	[1 3 5 2 4]	229	71
9	[1 3 5 2 4]	229	71
10	[1 3 5 2 4]	229	71
11	[1 3 5 2 4]	229	71
12	[1 3 2 5 4]	218	57
13	[1 3 2 5 4]	218	57
14	[1 3 2 5 4]	218	57
15	[1 3 2 5 4]	218	57
16	[1 3 2 5 4]	218	57

ตารางที่ ค.11 แสดงสตริงคำตอบที่ดีที่สุดของเจนเนอเรชันที่ 1 ถึง 20 (ต่อ)

Generation	String Order	Average time	Range
17	[1 3 2 5 4]	218	57
18	[1 3 2 5 4]	218	57
19	[1 3 2 5 4]	218	57
20	[1 3 2 5 4]	218	57



รูปที่ ค.1 แสดงการลู่เข้าสู่คำตอบของผลการทดสอบ

จากตารางที่ ค.11 และรูปที่ ค.1 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมของสตริงคำตอบที่ดีที่สุดในเจนเนอเรชันที่ 1 จะมีค่าคงที่เรื่อยๆจนกระทั่งถึงเจนเนอเรชันที่ 12 ค่าเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งรวมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก 229 เป็น 218 ซึ่งเป็นการลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีกว่า และเนื่องจากลักษณะของปัญหานี้เป็นปัญหาขนาดเล็กทำให้สามารถลู่เข้าสู่คำตอบได้อย่างรวดเร็ว

จากผลการทดสอบโปรแกรมทั้ง 2 ขั้นตอน คือการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการทำงานแต่ละขั้นตอนของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุด สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมมีการทำงานที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ในการหาคำตอบสำหรับกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ได้

## ภาคผนวก ง

### ผลการทดลอง One Factor at a Time

การทดลอง One-Factor-at-a-Time จะหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของปัจจัยที่ไม่คงที่ โดยการสุ่มระดับปัจจัยต่างๆที่ไม่ได้ทำการพิจารณา และปรับระดับปัจจัยต่างๆที่พิจารณา เพื่อแยกระดับปัจจัยที่มีความแตกต่างกัน นำไปทำการทดลอง Full Factorial Design ซึ่งจะสามารถแบ่งการทดลองต่างๆได้ตามปัญหาตัวอย่างดังต่อไปนี้

#### 1. ผลการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่างๆ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์

ในการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่างๆ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์ จะทำการเก็บข้อมูลของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยที่พิจารณาคือ จำนวนประชากร ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ดังตารางที่ ง.1 ง.2 และ ง.3 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.1 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของจำนวนประชากร สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์

No.	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Pop size	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	Roulette	OX	Ex	0.2	0.9	10	545	540	550	548
2						15	537	533	539	544
3						20	529	532	534	526
4						25	530	536	530	526
5						30	535	528	532	526

หมายเหตุ Rep หมายถึง จำนวนซ้ำ เช่น Rep I คือ จำนวนซ้ำที่ 1

ตารางที่ ง.2 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	10	Roulette	PBX	Inv	0.1	0.1	538	554	556	542
2						0.2	552	545	558	562
3						0.3	562	550	558	553
4						0.4	558	550	543	546
5						0.5	556	548	561	549
6						0.6	539	552	543	549
7						0.7	556	559	542	551
8						0.8	546	550	538	536
9						0.9	535	537	533	526
10						1	543	548	551	546

ตารางที่ ง.3 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pc	Pm	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	20	Tournament	PMX	Ins	0.8	0.1	568	563	557	562
2						0.2	549	547	554	558
3						0.3	534	548	552	536
4						0.4	526	536	527	540
5						0.5	553	536	554	536
6						0.6	537	533	542	538
7						0.7	546	535	548	541
8						0.8	535	536	543	536
9						0.9	533	537	533	533
10						1	532	534	536	528

## 2. ผลการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์

ในการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่าง ๆ สำหรับปัญหาตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์ จะทำการเก็บข้อมูลของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยที่พิจารณา คือ จำนวนประชากร ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ดังตารางที่ ง.4 ง.5 และ ง.6 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.4 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของจำนวนประชากร สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์

No.	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Pop size	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	Roulette	OX	Ins	0.1	0.8	10	990	1000	987	1016
2						20	982	934	966	958
3						30	942	941	900	934
4						40	937	929	957	915
5						50	955	928	921	926

ตารางที่ ง.5 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	10	Roulette	CX	Dis	0.2	0.1	946	922	938	918
2						0.2	919	887	915	903
3						0.3	962	984	943	931
4						0.4	934	912	958	916
5						0.5	885	925	916	890
6						0.6	899	906	892	889
7						0.7	964	930	948	952
8						0.8	916	933	928	924
9						0.9	898	889	902	881
10						1	884	918	892	902

ตารางที่ ง.6 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pc	Pm	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	20	Tournament	OX	Inv	0.7	0.1	962	982	976	951
2						0.2	936	942	938	946
3						0.3	918	925	922	926
4						0.4	899	905	914	908
5						0.5	905	922	915	910
6						0.6	892	924	906	916
7						0.7	936	918	926	920
8						0.8	988	975	962	966
9						0.9	956	958	936	938
10						1	932	928	916	918

### 3. ผลการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์

ในการทดลอง One-Factor-at-a-Time ของปัจจัยต่างๆ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์ จะทำการเก็บข้อมูลของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยที่พิจารณาคือ จำนวนประชากร ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ดังตารางที่ ง.7 ง.8 และ ง.9 ตามลำดับ



ตารางที่ ง.7 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของจำนวนประชากร สำหรับ  
ปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์

No.	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Pop size	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	Roulette	Cx	Dis	0.4	0.8	10	1411	1393	1384	1408
2						20	1364	1361	1385	1342
3						30	1307	1327	1346	1343
4						40	1298	1354	1335	1340
5						50	1292	1346	1348	1342

ตารางที่ ง.8 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นใน  
การครอสโอเวอร์ สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pm	Pc	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	20	Roulette	PBX	Ex	0.3	0.1	1330	1324	1296	1320
2						0.2	1320	1318	1297	1315
3						0.3	1304	1298	1280	1282
4						0.4	1302	1294	1282	1278
5						0.5	1326	1310	1302	1318
6						0.6	1274	1264	1272	1254
7						0.7	1310	1304	1314	1326
8						0.8	1288	1298	1277	1290
9						0.9	1266	1282	1255	1250
10						1	1283	1292	1248	1242

ตารางที่ ง.9 การทดลอง One-Factor-at-a-Time ของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน สำหรับปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Stype	Ctype	Mtype	Pc	Pm	Mean Setup Time			
							Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV
1	30	Tournament	PMX	Dis	0.9	0.1	1486	1453	1491	1478
2						0.2	1426	1455	1448	1454
3						0.3	1440	1408	1418	1435
4						0.4	1369	1382	1394	1366
5						0.5	1418	1425	1436	1422
6						0.6	1441	1426	1436	1430
7						0.7	1398	1373	1384	1378
8						0.8	1451	1468	1456	1477
9						0.9	1487	1476	1470	1484
10						1	1398	1373	1382	1378

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ

### วิเคราะห์ One Factor at a Time

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง One-Factor-at-a-Time เพื่อหากลุ่มของระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน และนำระดับปัจจัยที่แตกต่างกันไปทำการทดลอง Full Factorial Design จะใช้วิธีการของ Fisher's Least Significant Difference (LSD) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยวัดจากค่าของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง ซึ่งรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

#### 1. ปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์

ในปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 10 ผลิตภัณฑ์ จะนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ ง.1 ง.2 และ ง.3 ในภาคผนวก ง มาทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยคือระดับปัจจัยของจำนวนประชากร ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ตามลำดับ

##### 1.1 ระดับปัจจัยของจำนวนประชากร

จากตารางที่ ง.1 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของจำนวนประชากรได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus Pop size

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pop size	4	766.0	191.5	11.22	0.000
Error	15	256.0	17.1		
Total	19	1022.0			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
10	4	545.75	4.35	(-----*-----)
15	4	538.25	4.57	(-----*-----)
20	4	530.25	3.50	(-----*-----)
25	4	530.50	4.12	(-----*-----)
30	4	530.25	4.03	(-----*-----)

Pooled StDev = 4.13

532.0 539.0 546.0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.258

Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.131

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	10	15	20	25
15	1.275 13.725			
20	9.275 21.725	1.775 14.225		
25	9.025 21.475	1.525 13.975	-6.475 5.975	
30	9.275 21.725	1.775 14.225	-6.225 6.225	-5.975 6.475

### 1.2 ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์

จากตารางที่ ง.2 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus Pc

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pc	9	1664.2	184.9	4.52	0.001
Error	30	1226.8	40.9		
Total	39	2891.0			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.1	4	547.50	8.85	(-----*-----)
0.2	4	554.25	7.41	(-----*-----)
0.3	4	555.75	5.32	(-----*-----)
0.4	4	549.25	6.50	(-----*-----)
0.5	4	553.50	6.14	(-----*-----)
0.6	4	545.75	5.85	(-----*-----)
0.7	4	552.00	7.44	(-----*-----)
0.8	4	542.50	6.61	(-----*-----)
0.9	4	532.75	4.79	(-----*-----)
1.0	4	547.00	3.37	(-----*-----)

Pooled StDev = 6.39

530      540      550      560

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	-15.983 2.483					
0.3	-17.483 0.983	-10.733 7.733				
0.4	-10.983 7.483	-4.233 14.233	-2.733 15.733			
0.5	-15.233 3.233	-8.483 9.983	-6.983 11.483	-13.483 4.983		
0.6	-7.483 10.983	-0.733 17.733	0.767 19.233	-5.733 12.733	-1.483 16.983	
0.7	-13.733 4.733	-6.983 11.483	-5.483 12.983	-11.983 6.483	-7.733 10.733	-15.483 2.983
0.8	-4.233 14.233	2.517 20.983	4.017 22.483	-2.483 15.983	1.767 20.233	-5.983 12.483
0.9	5.517 23.983	12.267 30.733	13.767 32.233	7.267 25.733	11.517 29.983	3.767 22.233
1.0	-8.733 9.733	-1.983 16.483	-0.483 17.983	-6.983 11.483	-2.733 15.733	-10.483 7.983
	0.7	0.8	0.9			
0.8	0.267 18.733					
0.9	10.017 28.483	0.517 18.983				
1.0	-4.233 14.233	-13.733 4.733	-23.483 -5.017			

### 1.3 ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชัน

จากตารางที่ ง.3 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชันได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus Pm

Analysis of Variance for Time					
Source	DF	SS	MS	F	P
Pm	9	3270.9	363.4	10.41	0.000
Error	30	1047.5	34.9		
Total	39	4318.4			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
0.1	4	562.50	4.51
0.2	4	552.00	4.97
0.3	4	542.50	8.85
0.4	4	532.25	6.85
0.5	4	544.75	10.11
0.6	4	537.50	3.70
0.7	4	542.50	5.80
0.8	4	537.50	3.70
0.9	4	534.00	2.00
1.0	4	532.50	3.42

Pooled StDev = 5.91

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	1.968 19.032					
0.3	11.468 28.532	0.968 18.032				
0.4	21.718 38.782	11.218 28.282	1.718 18.782			
0.5	9.218 26.282	-1.282 15.782	-10.782 6.282	-21.032 -3.968		
0.6	16.468 33.532	5.968 23.032	-3.532 13.532	-13.782 3.282	-1.282 15.782	
0.7	11.468 28.532	0.968 18.032	-8.532 8.532	-18.782 -1.718	-6.282 10.782	-13.532 3.532
0.8	16.468 33.532	5.968 23.032	-3.532 13.532	-13.782 3.282	-1.282 15.782	-8.532 8.532
0.9	19.968 37.032	9.468 26.532	0.032 17.032	-10.282 6.782	2.218 19.282	-5.032 12.032
1.0	21.468 38.532	10.968 28.032	1.468 18.532	-8.782 8.282	3.718 20.782	-3.532 13.532
	0.7	0.8	0.9			
0.8	-3.532 13.532					
0.9	-0.032 17.032	-5.032 12.032				
1.0	1.468 18.532	-3.532 13.532	-7.032 10.032			

## 2. ปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์

ในปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 20 ผลิตภัณฑ์ จะนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ ง.4 ง.5 และ ง.6 ในภาคผนวก ง มาทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยคือระดับปัจจัยของจำนวนประชากร ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ตามลำดับ

### 2.1 ระดับปัจจัยของจำนวนประชากร

จากตารางที่ ง.4 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของจำนวนประชากรได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus Pop size

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pop size	4	13604	3401	11.30	0.000
Error	15	4516	301		
Total	19	18120			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
10	4	998.3	13.1	(-----+-----+-----+-----)
20	4	960.0	20.0	(-----*-----)
30	4	929.3	19.8	(-----*-----)
40	4	934.5	17.5	(-----*-----)
50	4	932.5	15.3	(-----*-----)

Pooled StDev = 17.4

930      960      990

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.258  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.131

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	10	20	30	40
20	12.11 64.39			
30	42.86 95.14	4.61 56.89		
40	37.61 89.89	-0.64 51.64	-31.39 20.89	
50	39.61 91.89	1.36 53.64	-29.39 22.89	-24.14 28.14

## 2.2 ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์

จากตารางที่ ง.5 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ได้ดังนี้

### One-way ANOVA: Time versus Pc

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pc	9	17889	1988	8.46	0.000
Error	30	7048	235		
Total	39	24937			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
0.1	4	931.00	13.22	904.56	957.44
0.2	4	906.00	14.38	877.16	934.84
0.3	4	955.00	23.17	908.56	1001.44
0.4	4	930.00	20.98	888.04	971.96
0.5	4	904.00	19.51	864.98	943.02
0.6	4	896.50	7.59	881.32	911.68
0.7	4	948.50	14.08	910.36	986.64
0.8	4	925.25	7.18	911.39	939.11
0.9	4	892.50	9.40	873.70	911.30
1.0	4	899.00	14.65	869.60	928.40

Pooled StDev = 15.33

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	2.87 47.13					
0.3	-46.13 -1.87	-71.13 -26.87				
0.4	-21.13 23.13	-46.13 -1.87	2.87 47.13			
0.5	4.87 49.13	-20.13 24.13	28.87 73.13	3.87 48.13		
0.6	12.37 56.63	-12.63 31.63	36.37 80.63	11.37 55.63	-14.63 29.63	
0.7	-39.63 4.63	-64.63 -20.37	-15.63 28.63	-40.63 3.63	-66.63 -22.37	-74.13 -29.87
0.8	-16.38 27.88	-41.38 2.88	7.62 51.88	-17.38 26.88	-43.38 -0.88	-50.88 -6.62
0.9	16.37 60.63	-8.63 35.63	40.37 84.63	15.37 59.63	-10.63 33.63	-18.13 26.13
1.0	9.87 54.13	-15.13 29.13	33.87 78.13	8.87 53.13	-17.13 27.13	-24.63 19.63



	0.7	0.8	0.9
0.8	1.12 45.38		
0.9	33.87 78.13	10.62 54.88	
1.0	27.37 71.63	4.12 48.38	-28.63 15.63

### 2.3 ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชัน

จากตารางที่ ง.6 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชันได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus Pm

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pm	9	19813.5	2201.5	24.40	0.000
Error	30	2706.2	90.2		
Total	39	22519.8			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.1	4	967.75	13.96	(---*---)
0.2	4	940.50	4.43	(---*---)
0.3	4	922.75	3.59	(---*---)
0.4	4	906.50	6.24	(---*---)
0.5	4	913.00	7.26	(---*---)
0.6	4	909.50	13.80	(---*---)
0.7	4	925.00	8.08	(---*---)
0.8	4	972.75	11.53	(---*---)
0.9	4	947.00	11.60	(---*---)
1.0	4	923.50	7.72	(---*---)

Pooled StDev = 9.50

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	13.54 40.96					
0.3	31.29 58.71	4.04 31.46				
0.4	47.54 74.96	20.29 47.71	2.54 29.96			
0.5	41.04 68.46	13.79 41.21	-3.96 23.46	-20.21 7.21		
0.6	44.54 71.96	17.29 44.71	0.46 26.96	-16.71 10.71	-10.21 17.21	
0.7	29.04 56.46	1.79 29.21	-15.96 11.46	-32.21 -4.79	-25.71 1.71	-29.21 -1.79
0.8	-18.71 8.71	-45.96 -18.54	-63.71 -36.29	-79.96 -52.54	-73.46 -46.04	-76.96 -49.54
0.9	7.04 34.46	-20.21 7.21	-37.96 -10.54	-54.21 -26.79	-47.71 -20.29	-51.21 -23.79
1.0	30.54 57.96	3.29 30.71	-14.46 12.96	-30.71 -3.29	-24.21 3.21	-27.71 -0.29
	0.7	0.8	0.9			
0.8	-61.46 -34.04					
0.9	-35.71 -8.29	12.04 39.46				
1.0	-12.21 15.21	35.54 62.96	9.79 37.21			

### 3. ปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์

ในปัญหาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 30 ผลิตภัณฑ์ จะนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ ง.7 ง.8 และ ง.9 ในภาคผนวก ง มาทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัย 3 ปัจจัยคือระดับปัจจัยของจำนวนประชากร ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน ตามลำดับ



### One-way ANOVA: Time versus Pc

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pc	9	16825	1869	10.58	0.000
Error	30	5303	177		
Total	39	22128			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.1	4	1317.5	14.9	(-----*-----)
0.2	4	1312.5	10.5	(-----*-----)
0.3	4	1291.0	11.8	(-----*-----)
0.4	4	1289.0	11.0	(-----*-----)
0.5	4	1314.0	10.3	(-----*-----)
0.6	4	1266.0	9.1	(-----*-----)
0.7	4	1313.5	9.3	(-----*-----)
0.8	4	1288.3	8.7	(-----*-----)
0.9	4	1263.3	14.2	(-----*-----)
1.0	4	1266.3	24.9	(-----*-----)

Pooled StDev = 13.3

1250      1275      1300      1325

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	-14.20 24.20					
0.3	7.30 45.70	2.30 40.70				
0.4	9.30 47.70	4.30 42.70	-17.20 21.20			
0.5	-15.70 22.70	-20.70 17.70	-42.20 -3.80	-44.20 -5.80		
0.6	32.30 70.70	27.30 65.70	5.80 44.20	3.80 42.20	28.80 67.20	
0.7	-15.20 23.20	-20.20 18.20	-41.70 -3.30	-43.70 -5.30	-18.70 19.70	-66.70 -28.30
0.8	10.05 48.45	5.05 43.45	-16.45 21.95	-18.45 19.95	6.55 44.95	-41.45 -3.05
0.9	35.05 73.45	30.05 68.45	8.55 46.95	6.55 44.95	31.55 69.95	-16.45 21.95
1.0	32.05 70.45	27.05 65.45	5.55 43.95	3.55 41.95	28.55 66.95	-19.45 18.95

	0.7	0.8	0.9
0.8	6.05 44.45		
0.9	31.05 69.45	5.80 44.20	
1.0	28.05 66.45	2.80 41.20	-22.20 16.20

### 3.3 ระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชัน

จากตารางที่ ง.8 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับปัจจัยของค่าความน่าจะเป็นในการมีวเตชันได้ดังนี้

#### One-way ANOVA: Time versus *Pm*

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
<i>Pm</i>	9	52680	5853	42.15	0.000
Error	30	4166	139		
Total	39	56846			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
0.1	4	1477.0	16.9	(---*---)
0.2	4	1445.8	13.5	(---*---)
0.3	4	1425.3	14.9	(---*---)
0.4	4	1377.8	12.9	(---*---)
0.5	4	1425.3	7.7	(---*---)
0.6	4	1433.3	6.6	(---*---)
0.7	4	1383.3	10.8	(---*---)
0.8	4	1463.0	11.7	(---*---)
0.9	4	1479.3	7.7	(---*---)
1.0	4	1382.8	10.8	(---*---)

Pooled StDev = 11.8      1400      1435      1470

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.578  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.042

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	14.23 48.27					
0.3	34.73 68.77	3.48 37.52				
0.4	82.23 116.27	50.98 85.02	30.48 64.52			
0.5	34.73 68.77	3.48 37.52	-17.02 17.02	-64.52 -30.48		
0.6	26.73 60.77	4.52 29.52	-25.02 9.02	-72.52 -38.48	-25.02 9.02	
0.7	76.73 110.77	45.48 79.52	24.98 59.02	-22.52 11.52	24.98 59.02	32.98 67.02
0.8	-3.02 31.02	-34.27 -0.23	-54.77 -20.73	-102.27 -68.23	-54.77 -20.73	-46.77 -12.73
0.9	-19.27 14.77	-50.52 -16.48	-71.02 -36.98	-118.52 -84.48	-71.02 -36.98	-63.02 -28.98
1.0	77.23 111.27	45.98 80.02	25.48 59.52	-22.02 12.02	25.48 59.52	33.48 67.52
	0.7	0.8	0.9			
0.8	-96.77 -62.73					
0.9	-113.02 -78.98	-33.27 0.77				
1.0	-16.52 17.52	63.23 97.27	79.48 113.52			

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ

### ผลการทดลอง Full Factorial Design

#### 1. ผลการทดลอง Full Factorial Design เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1	10	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	610	120	64	586	117	106
2						Ins	647	129	183	566	111	65
3						Ex	573	115	264	596	120	73
4						Dis	580	116	86	606	120	89
5					PMX	Inv	606	120	23	590	117	166
6						Ins	593	119	3	598	121	296
7						Ex	556	110	97	590	117	94
8						Dis	575	113	182	535	107	296
9					CX	Inv	610	121	159	614	122	222
10						Ins	623	124	165	619	124	151
11						Ex	596	118	78	599	120	149
12						Dis	622	122	9	641	128	128
13					OX	Inv	590	117	74	587	116	183
14						Ins	572	114	182	591	116	198
15						Ex	606	120	191	566	111	104
16						Dis	588	117	179	556	111	225
17					PBX	Inv	593	118	159	586	116	85
18						Ins	587	117	30	597	118	281
19						Ex	600	253	119	572	113	213
20						Dis	590	116	1	592	119	30
21				Tournament	MOX	Inv	646	128	243	660	132	205
22						Ins	600	118	1	731	146	1
23						Ex	718	144	1	716	142	1
24						Dis	732	144	0	732	144	0
25					PMX	Inv	650	129	165	637	128	206
26						Ins	660	132	1	699	139	1
27						Ex	644	134	1	732	144	0
28						Dis	713	141	2	688	139	2
29					CX	Inv	672	134	1	672	134	1
30						Ins	672	134	1	711	142	5
31						Ex	672	134	1	727	146	3
32						Dis	720	144	1	672	134	1
33				OX	Inv	626	124	47	644	129	138	
34					Ins	653	130	170	680	136	193	
35					Ex	677	136	138	647	129	152	
36					Dis	598	120	200	613	120	216	
37				PBX	Inv	666	132	11	693	138	3	
38					Ins	721	144	2	673	135	8	
39					Ex	732	144	0	723	144	2	
40					Dis	676	135	84	636	126	6	

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
41	10	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	572	115	232	575	115	276			
42						Ins	601	120	184	602	120	255			
43						Ex	591	116	141	571	115	282			
44						Dis	592	119	12	588	116	255			
45					PMX	Inv	550	107	266	567	112	16			
46						Ins	533	106	237	583	117	257			
47						Ex	596	118	204	540	107	73			
48						Dis	578	114	84	579	116	4			
49					CX	Inv	589	116	216	580	117	267			
50						Ins	582	116	177	550	108	63			
51						Ex	584	116	198	637	127	132			
52						Dis	550	108	268	588	118	195			
53					OX	Inv	575	113	145	535	108	94			
54						Ins	584	117	106	572	114	266			
55						Ex	556	111	82	569	113	125			
56						Dis	569	113	75	536	106	284			
57					PBX	Inv	591	118	24	585	117	291			
58						Ins	584	117	172	594	118	213			
59						Ex	613	121	188	569	113	174			
60						Dis	597	118	259	556	110	206			
61					Tournament	0.7	0.2	MOX	Inv	643	129	21	666	132	2
62									Ins	732	144	0	686	137	4
63									Ex	684	135	1	669	135	241
64									Dis	691	138	87	717	143	5
65				PMX				Inv	675	135	241	732	144	0	
66								Ins	667	133	2	626	124	1	
67								Ex	720	143	4	712	142	1	
68								Dis	707	140	156	639	126	4	
69				CX				Inv	663	133	1	668	132	28	
70								Ins	714	141	4	664	131	3	
71								Ex	615	122	3	732	144	0	
72								Dis	698	140	210	640	128	133	
73	OX	Inv	631	126				136	592	116	151				
74		Ins	631	127				165	619	123	1				
75		Ex	567	112				264	592	118	219				
76		Dis	663	133				297	627	125	185				
77	PBX	Inv	588	117				1	647	128	280				
78		Ins	661	131				1	732	144	0				
79		Ex	725	145				26	703	140	4				
80		Dis	703	140				161	690	137	274				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
81	10	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	596	108	120	585	117	5	
82						Ins	593	120	155	555	111	260	
83						Ex	561	112	54	573	114	52	
84						Dis	584	116	67	593	118	133	
85					PMX	Inv	533	106	92	563	111	2	
86						Ins	569	113	46	584	115	152	
87						Ex	557	111	280	576	114	194	
88					CX	Dis	557	111	294	584	115	175	
89						Inv	587	117	68	533	106	276	
90						Ins	621	124	124	539	108	135	
91					OX	Ex	587	116	183	550	109	135	
92						Dis	569	113	193	597	118	143	
93						Inv	549	109	129	577	115	138	
94					PBX	Ins	604	120	205	554	110	296	
95						Ex	593	119	48	591	118	75	
96						Dis	585	116	69	568	118	21	
97					MOX	Inv	578	115	138	587	117	99	
98						Ins	553	110	288	566	111	32	
99						Ex	578	115	104	571	113	104	
100					10	0.7	0.3	Tournament	PBX	Dis	587	119	68
101	MOX	Inv	604	120						66	634	126	33
102		Ins	639	127						1	727	146	164
103		Ex	601	119					167	639	127	1	
104		Dis	696	139					1	691	138	2	
105	PMX	Inv	662	132					19	614	123	9	
106		Ins	726	147					2	718	143	31	
107		Ex	643	128					3	629	125	2	
108	CX	Dis	665	134					26	663	131	284	
109		Inv	649	128					298	655	131	11	
110		Ins	715	145					3	720	144	1	
111	OX	Ex	653	131					1	713	142	2	
112		Dis	691	139					161	658	132	267	
113		Inv	592	116					123	635	125	179	
114	PBX	Ins	674	134					8	594	119	259	
115		Ex	642	129					37	639	127	1	
116		Dis	659	130					272	686	137	150	
117	MOX	Inv	622	124					157	591	118	212	
118		Ins	686	136					2	622	124	13	
119		Ex	643	128					114	671	133	235	
120	PBX	Dis	591	118	296	603	120	61					

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
121	10	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	555	111	299	595	117	10
122						Ins	569	113	131	550	109	133
123						Ex	589	116	199	559	111	251
124						Dis	562	111	119	589	117	112
125					PMX	Inv	566	114	245	596	118	131
126						Ins	562	110	168	550	109	210
127						Ex	580	115	241	551	109	275
128						Dis	571	114	194	590	119	71
129					CX	Inv	577	115	199	533	106	90
130						Ins	589	118	74	606	122	11
131						Ex	555	111	37	579	114	232
132						Dis	595	119	5	554	110	47
133					OX	Inv	577	116	85	556	110	19
134						Ins	589	118	185	581	115	20
135						Ex	574	114	273	593	119	191
136						Dis	560	112	55	554	109	288
137					PBX	Inv	562	111	257	586	116	44
138						Ins	586	117	25	557	111	238
139				Ex		550	107	139	587	116	107	
140				Dis		574	114	111	537	107	193	
141				Tournament	MOX	Inv	652	130	51	628	124	6
142						Ins	679	134	103	717	143	297
143						Ex	662	133	75	622	124	12
144						Dis	672	134	1	716	143	3
145					PMX	Inv	618	124	96	641	128	258
146						Ins	620	123	50	689	136	220
147						Ex	677	135	178	633	126	42
148						Dis	638	127	207	623	122	3
149					CX	Inv	692	138	122	660	130	98
150						Ins	693	138	10	633	126	2
151	Ex	706	141			125	653	131	1			
152	Dis	703	141			111	671	134	9			
153	OX	Inv	560	111	99	595	119	3				
154		Ins	636	128	126	637	128	219				
155		Ex	604	120	15	628	126	222				
156		Dis	618	125	5	615	122	88				
157	PBX	Inv	618	122	5	588	117	1				
158		Ins	619	122	2	654	131	267				
159		Ex	602	120	292	632	126	108				
160		Dis	630	125	113	648	129	127				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
201	10	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	593	118	197	561	112	108			
202						Ins	555	109	299	597	121	59			
203						Ex	578	114	153	599	120	151			
204						Dis	556	111	21	586	118	139			
205					PMX	Inv	550	109	117	598	119	45			
206						Ins	584	117	168	602	120	289			
207						Ex	584	115	187	556	110	75			
208						Dis	555	109	142	550	109	129			
209					CX	Inv	607	121	231	622	124	213			
210						Ins	548	120	216	612	122	111			
211						Ex	579	116	17	583	114	59			
212						Dis	586	117	117	585	115	95			
213				OX	Inv	565	114	195	560	112	460				
214					Ins	594	117	8	567	114	281				
215					Ex	550	109	105	594	118	298				
216					Dis	550	109	191	583	117	184				
217				PBX	Inv	553	110	265	584	117	231				
218					Ins	569	112	233	562	110	261				
219					Ex	591	117	31	544	108	196				
220					Dis	585	117	17	559	112	18				
221				10	0.8	0.2	Tournament	MOX	Inv	670	136	38	700	140	23
222									Ins	732	144	0	704	139	1
223									Ex	660	130	59	732	144	0
224									Dis	707	142	7	732	144	0
225	PMX	Inv	675					134	1	630	125	82			
226		Ins	678					138	2	660	132	1			
227		Ex	648					129	3	658	131	3			
228		Dis	654					129	1	669	134	3			
229	CX	Inv	711					142	7	681	135	251			
230		Ins	714					142	3	697	140	6			
231		Ex	672					134	1	713	143	2			
232		Dis	601					120	83	601	120	84			
233	OX	Inv	545				108	163	613	123	181				
234		Ins	636				127	123	656	131	177				
235		Ex	650				129	28	635	129	115				
236		Dis	664				132	73	643	129	192				
237	PBX	Inv	597				118	25	644	129	1				
238		Ins	640				127	1	652	129	65				
239		Ex	676				136	36	638	127	5				
240		Dis	666				132	37	609	121	271				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
241	10	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	599	118	78	550	109	87				
242						Ins	572	114	57	564	112	164				
243						Ex	580	115	237	569	113	277				
244						Dis	616	123	214	577	115	258				
245					PMX	Inv	535	106	17	590	119	184				
246						Ins	565	112	24	550	108	59				
247						Ex	546	108	9	582	116	55				
248						Dis	549	109	258	567	113	173				
249					CX	Inv	566	111	264	603	121	43				
250						Ins	607	120	187	555	109	17				
251						Ex	626	124	150	585	116	245				
252						Dis	587	117	186	576	115	266				
253					OX	Inv	571	113	155	591	118	94				
254						Ins	571	115	148	562	111	269				
255						Ex	601	120	113	577	114	48				
256					PBX	Dis	545	108	122	597	118	114				
257						Inv	533	106	117	581	117	152				
258						Ins	555	110	167	549	109	133				
259						Ex	555	110	288	540	107	135				
260					10	0.8	0.3	Tournament	MOX	Dis	565	112	58	581	116	42
261										Inv	669	134	157	611	122	170
262										Ins	692	137	20	676	134	6
263										Ex	673	137	15	728	144	38
264									PMX	Dis	732	144	0	639	127	1
265										Inv	626	125	294	628	125	3
266										Ins	689	138	3	720	145	79
267										Ex	674	136	14	665	132	268
268									CX	Dis	594	120	14	619	124	246
269	Inv	661	131	270						625	123	12				
270	Ins	645	129	218						636	127	9				
271	Ex	638	126	3						672	134	1				
272	OX	Dis	648	131					226	668	134	90				
273		Inv	613	122					198	559	111	255				
274		Ins	643	128					263	628	125	108				
275		Ex	605	122					100	600	119	20				
276	PBX	Dis	653	131					110	598	118	158				
277		Inv	620	123					211	633	125	272				
278		Ins	621	124					13	720	144	146				
279		Ex	658	131					34	652	130	45				
280	10	0.8	0.3	Tournament					MOX	Dis	627	126	265	576	116	227

ตารางที่ ฉ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
281	10	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	558	112	136	580	115	126	
282						Ins	591	118	127	580	114	293	
283						Ex	591	118	167	560	111	190	
284						Dis	575	113	188	613	123	139	
285					PMX	Inv	556	110	142	567	113	295	
286						Ins	536	106	245	564	112	187	
287						Ex	585	117	182	569	113	132	
288						Dis	583	118	245	577	115	62	
289					CX	Inv	576	116	23	564	114	51	
290						Ins	544	108	291	606	120	12	
291						Ex	560	112	143	578	115	50	
292						Dis	535	108	128	572	114	175	
293					OX	Inv	571	113	87	559	110	16	
294						Ins	537	107	117	586	118	278	
295						Ex	539	106	242	569	113	24	
296						Dis	588	117	22	539	108	31	
297					PBX	Inv	564	113	239	555	109	114	
298						Ins	575	113	107	555	110	220	
299						Ex	564	112	146	550	109	19	
300						Dis	591	118	99	588	117	95	
301					Tournament	MOX	Inv	659	129	234	606	123	79
302							Ins	671	134	4	732	144	0
303							Ex	647	128	95	643	129	269
304							Dis	655	130	231	711	142	38
305				PMX		Inv	616	124	155	640	126	190	
306						Ins	616	124	263	672	134	215	
307						Ex	642	128	244	621	124	4	
308						Dis	626	124	1	646	128	45	
309				CX		Inv	634	127	41	639	127	275	
310						Ins	677	136	1	672	134	1	
311						Ex	666	130	52	664	132	4	
312						Dis	641	127	124	637	127	48	
313	OX	Inv	556	110		79	597	119	62				
314		Ins	618	123		106	607	120	165				
315		Ex	592	118		88	616	122	211				
316		Dis	597	119		61	621	123	125				
317	PBX	Inv	615	124		172	622	123	110				
318		Ins	598	117		23	605	121	65				
319		Ex	612	122		6	588	118	34				
320		Dis	654	131		145	666	134	117				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
321	10	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	574	115	59	603	121	253	
322						Ins	582	117	165	588	117	192	
323						Ex	590	116	124	534	106	96	
324						Dis	576	116	88	565	111	200	
325					PMX	Inv	597	119	27	573	115	157	
326						Ins	601	121	269	547	110	138	
327						Ex	602	119	2	620	124	4	
328						Dis	544	108	89	603	120	34	
329					CX	Inv	601	121	237	598	118	66	
330						Ins	640	128	33	602	119	6	
331						Ex	617	123	39	620	123	238	
332						Dis	598	120	98	572	113	93	
333					OX	Inv	562	114	24	535	108	235	
334						Ins	539	108	137	564	112	196	
335						Ex	541	108	275	592	116	96	
336						Dis	575	115	126	537	107	184	
337					PBX	Inv	572	113	98	554	110	285	
338						Ins	610	123	150	581	115	250	
339						Ex	550	107	11	576	115	160	
340						Dis	553	111	225	596	118	205	
341					Tournament	MOX	Inv	657	132	147	674	134	47
342							Ins	696	139	4	732	144	0
343							Ex	695	138	1	700	141	7
344							Dis	732	144	0	716	143	1
345				PMX		Inv	664	131	2	617	124	1	
346						Ins	706	141	2	732	144	0	
347						Ex	678	136	3	690	139	4	
348						Dis	691	137	3	692	139	1	
349				CX		Inv	682	136	70	682	137	3	
350						Ins	653	131	1	694	139	2	
351						Ex	732	144	0	672	134	1	
352						Dis	717	144	128	715	142	1	
353				OX		Inv	572	114	24	599	117	204	
354						Ins	663	132	42	652	131	293	
355						Ex	647	128	225	587	116	114	
356						Dis	650	131	167	645	128	2	
357	PBX	Inv	681	137		133	641	126	4				
358		Ins	732	144		0	725	146	1				
359		Ex	702	140		175	702	139	3				
360		Dis	664	133		2	696	140	3				

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
361	10	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	599	120	134	584	116	249
362						Ins	614	123	274	550	107	84
363						Ex	559	112	233	592	116	100
364						Dis	589	118	126	616	122	51
365					PMX	Inv	593	119	189	564	112	113
366						Ins	545	108	194	588	117	4
367						Ex	593	119	2	537	107	29
368						Dis	582	116	14	560	112	232
369					CX	Inv	611	122	117	560	112	82
370						Ins	590	117	174	580	115	12
371						Ex	597	118	94	545	108	23
372						Dis	591	117	81	588	117	180
373					OX	Inv	576	115	23	556	110	24
374						Ins	587	118	267	574	114	170
375						Ex	552	109	108	564	112	147
376						Dis	575	116	228	584	115	266
377					PBX	Inv	574	114	178	528	107	180
378						Ins	540	107	80	587	117	21
379						Ex	611	122	182	593	120	230
380						Dis	555	111	15	617	121	175
381				Tournament	MOX	Inv	708	142	235	687	137	288
382						Ins	727	145	1	732	144	0
383						Ex	712	142	248	732	144	0
384						Dis	732	144	0	716	143	2
385					PMX	Inv	690	138	77	663	132	1
386						Ins	651	129	1	663	135	2
387						Ex	732	144	0	697	138	2
388						Dis	669	133	2	630	125	1
389					CX	Inv	672	134	1	599	118	1
390						Ins	721	144	3	653	131	1
391						Ex	705	140	9	691	138	18
392						Dis	672	134	201	618	124	103
393					OX	Inv	629	128	162	618	123	242
394						Ins	634	126	106	608	122	109
395						Ex	610	122	1	591	117	206
396						Dis	616	121	262	648	129	300
397					PBX	Inv	628	125	4	675	134	8
398						Ins	685	135	2	675	134	1
399						Ex	630	125	9	639	127	90
400						Dis	693	138	69	672	134	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
401	10	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	526	105	63	588	117	78
402						Ins	571	114	245	551	109	257
403						Ex	583	116	248	588	116	6
404						Dis	608	122	211	553	111	105
405					PMX	Inv	559	111	28	560	111	65
406						Ins	567	113	107	580	114	217
407						Ex	575	116	86	539	106	188
408						Dis	553	110	126	571	114	41
409					CX	Inv	575	113	158	574	115	159
410						Ins	608	122	214	593	119	32
411						Ex	586	118	48	602	119	170
412						Dis	588	116	180	582	116	263
413					OX	Inv	568	113	164	540	107	299
414						Ins	573	114	103	533	106	261
415						Ex	572	114	204	553	110	131
416						Dis	564	112	102	557	111	165
417					PBX	Inv	556	111	192	562	111	220
418						Ins	580	117	268	594	118	50
419						Ex	547	110	104	575	115	113
420						Dis	580	117	201	592	118	54
421	Tournament	MOX	Inv	666	133	69	631	126	296			
422			Ins	720	143	2	668	134	2			
423			Ex	671	133	8	699	138	10			
424			Dis	727	145	2	685	136	5			
425		PMX	Inv	632	126	269	594	118	237			
426			Ins	648	129	31	640	128	93			
427			Ex	652	128	1	655	131	281			
428			Dis	643	129	229	649	128	239			
429		CX	Inv	628	125	222	647	130	294			
430			Ins	662	132	3	672	134	1			
431			Ex	695	138	2	672	134	2			
432			Dis	677	137	157	698	138	7			
433	OX	Inv	580	115	112	586	116	95				
434		Ins	608	120	93	639	127	134				
435		Ex	633	125	87	607	121	69				
436		Dis	616	122	161	620	122	101				
437	PBX	Inv	631	125	2	658	130	132				
438		Ins	664	131	2	667	134	135				
439		Ex	673	135	88	643	127	1				
440		Dis	661	130	1	621	124	4				

ตารางที่ ฉ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
441	10	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	569	113	280	603	121	174
442						Ins	575	115	79	593	119	295
443						Ex	555	110	43	551	109	281
444						Dis	571	113	253	533	106	112
445					PMX	Inv	546	108	273	597	118	246
446						Ins	591	117	3	559	110	104
447						Ex	577	115	233	582	117	172
448						Dis	535	108	259	581	116	143
449					CX	Inv	595	119	256	557	111	227
450						Ins	555	109	228	561	112	220
451						Ex	534	106	193	544	108	203
452						Dis	566	111	162	540	107	28
453					OX	Inv	581	115	101	562	111	211
454						Ins	572	114	225	580	116	297
455						Ex	566	113	149	593	119	256
456						Dis	547	110	251	546	108	52
457				PBX	Inv	539	108	96	608	120	80	
458					Ins	588	117	52	550	108	198	
459					Ex	564	112	26	528	107	76	
460					Dis	589	118	240	537	106	174	
461				Tournament	MOX	Inv	619	122	5	600	118	1
462						Ins	639	127	1	668	134	4
463						Ex	635	127	219	610	121	291
464						Dis	687	137	163	664	132	287
465					PMX	Inv	604	120	35	598	120	174
466						Ins	644	130	25	622	125	203
467						Ex	616	123	2	617	121	2
468						Dis	628	125	254	639	127	1
469	CX	Inv	628		126	297	655	131	214			
470		Ins	677		134	1	653	131	1			
471		Ex	672		134	1	685	138	198			
472		Dis	605		120	278	636	137	126			
473	OX	Inv	567	113	195	561	110	42				
474		Ins	609	123	200	555	110	53				
475		Ex	621	122	163	639	127	160				
476		Dis	600	120	156	577	115	156				
477	PBX	Inv	602	119	161	545	108	182				
478		Ins	640	129	2	642	128	142				
479		Ex	651	129	289	616	124	141				
480		Dis	640	127	261	611	122	257				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ น.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
481	15	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	559	111	250	559	111	250
482						Ins	600	119	27	600	119	27
483						Ex	586	117	73	586	117	73
484						Dis	596	118	282	596	118	282
485					PMX	Inv	568	111	223	568	111	223
486						Ins	593	119	242	573	119	242
487						Ex	573	114	73	573	114	73
488						Dis	569	113	201	569	113	201
489					CX	Inv	589	119	200	589	119	200
490						Ins	606	120	7	606	120	7
491						Ex	578	115	35	578	115	35
492						Dis	594	118	7	594	118	7
493					OX	Inv	562	113	66	562	113	66
494						Ins	535	106	241	535	106	241
495						Ex	583	117	142	585	117	142
496						Dis	574	114	193	574	114	193
497					PBX	Inv	574	114	59	574	114	59
498						Ins	580	114	128	580	114	128
499						Ex	609	122	40	609	122	40
500						Dis	585	116	6	585	116	6
501	15	0.7	0.1	Tournament	MOX	Inv	666	132	1	666	132	1
502						Ins	671	134	0	671	134	0
503						Ex	671	134	0	671	134	0
504						Dis	671	134	0	671	134	0
505					PMX	Inv	671	134	0	671	134	0
506						Ins	665	132	1	665	132	1
507						Ex	671	134	0	671	134	0
508						Dis	671	134	0	671	134	0
509					CX	Inv	671	134	0	671	134	0
510						Ins	671	134	0	671	134	0
511						Ex	671	134	0	671	134	0
512						Dis	656	132	6	656	132	6
513					OX	Inv	634	126	149	634	126	149
514						Ins	646	127	166	646	127	166
515						Ex	671	133	0	671	134	0
516						Dis	641	127	241	641	127	241
517					PBX	Inv	671	134	0	671	134	0
518						Ins	671	134	0	671	134	0
519						Ex	649	131	1	649	131	1
520						Dis	671	134	0	671	134	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
521	15	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	533	106	133	533	106	133			
522						Ins	528	115	107	528	107	115			
523						Ex	598	117	38	598	117	38			
524						Dis	584	117	266	598	117	266			
525					PMX	Inv	579	113	194	579	113	194			
526						Ins	555	111	102	555	111	102			
527						Ex	591	117	202	591	117	202			
528						Dis	594	117	11	594	117	11			
529					CX	Inv	583	114	152	583	114	152			
530						Ins	603	119	229	603	119	229			
531						Ex	550	109	228	550	109	228			
532						Dis	596	118	255	596	118	255			
533					OX	Inv	544	108	147	544	108	147			
534						Ins	552	109	248	552	109	248			
535						Ex	535	106	21	535	106	21			
536						Dis	567	112	223	567	112	223			
537					PBX	Inv	557	111	284	557	111	284			
538						Ins	588	117	268	588	117	268			
539						Ex	588	118	173	588	118	173			
540						Dis	589	119	96	589	119	96			
541					Tournament	0.7	0.2	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
542									Ins	671	134	0	671	134	0
543									Ex	671	134	0	671	134	0
544									Dis	671	134	0	671	134	0
545				PMX				Inv	643	127	6	643	127	6	
546								Ins	671	134	0	671	134	0	
547								Ex	610	121	3	610	121	3	
548								Dis	655	130	45	655	130	45	
549				CX				Inv	671	134	0	671	134	0	
550								Ins	671	134	0	671	134	0	
551								Ex	671	134	0	671	134	0	
552								Dis	671	134	0	671	134	0	
553	OX	Inv	584	116				157	584	116	157				
554		Ins	663	134				143	663	134	143				
555		Ex	629	126				164	629	126	164				
556		Dis	671	134				0	671	134	0				
557	PBX	Inv	597	120				1	597	120	1				
558		Ins	636	125				58	636	125	58				
559		Ex	671	134				0	671	134	0				
560		Dis	671	134				0	671	134	0				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
561	15	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	565	111	230	565	111	230
562						Ins	580	115	158	580	115	158
563						Ex	576	116	165	576	116	165
564						Dis	577	115	214	577	115	241
565					PMX	Inv	583	116	47	583	116	47
566						Ins	586	117	137	586	117	137
567						Ex	556	111	98	556	111	98
568						Dis	561	110	197	561	110	197
569					CX	Inv	592	118	193	592	118	193
570						Ins	595	119	285	595	119	285
571						Ex	564	113	246	564	113	246
572						Dis	559	111	232	559	111	232
573				OX	Inv	559	110	155	559	110	155	
574					Ins	572	114	226	572	114	226	
575					Ex	565	113	119	565	113	119	
576					Dis	550	108	13	550	108	13	
577				PBX	Inv	546	108	241	546	108	241	
578					Ins	587	116	9	587	116	9	
579					Ex	597	119	63	597	119	63	
580					Dis	554	110	125	554	110	125	
581				Tournament	MOX	Inv	660	130	181	660	130	181
582						Ins	647	128	1	647	128	1
583						Ex	671	134	0	671	134	0
584						Dis	671	134	0	671	134	0
585	PMX	Inv	649		130	43	649	130	43			
586		Ins	648		130	4	648	130	4			
587		Ex	671		134	0	671	134	0			
588		Dis	647		129	201	647	129	201			
589	CX	Inv	639		127	4	639	127	4			
590		Ins	649		128	1	649	128	1			
591		Ex	610		120	2	610	120	2			
592		Dis	658		131	34	658	131	34			
593	OX	Inv	599	118	121	599	118	121				
594		Ins	592	118	195	592	118	195				
595		Ex	576	114	257	576	114	257				
596		Dis	602	120	272	602	120	272				
597	PBX	Inv	625	125	108	625	125	108				
598		Ins	653	131	52	653	131	52				
599		Ex	598	119	167	598	119	167				
600		Dis	648	128	156	648	128	156				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
601	15	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	546	108	21	558	112	169
602						Ins	544	108	63	580	114	176
603						Ex	555	109	72	568	113	233
604						Dis	592	116	17	560	112	289
605					PMX	Inv	547	110	265	560	111	292
606						Ins	580	115	173	562	113	281
607						Ex	580	117	169	526	105	33
608						Dis	553	110	166	550	109	223
609					CX	Inv	562	113	298	585	116	153
610						Ins	589	119	122	577	115	259
611						Ex	540	189	107	572	113	145
612						Dis	578	115	31	583	116	127
613					OX	Inv	568	112	39	566	111	88
614						Ins	537	106	194	567	112	246
615						Ex	557	111	287	562	113	165
616						Dis	565	111	247	569	113	180
617				PBX	Inv	555	109	82	541	108	121	
618					Ins	579	116	5	536	106	115	
619					Ex	584	115	28	555	111	1	
620					Dis	582	117	149	537	107	189	
621				Tournament	MOX	Inv	632	125	64	664	132	115
622						Ins	671	134	0	671	134	0
623						Ex	659	131	284	660	131	272
624						Dis	671	134	0	671	134	0
625					PMX	Inv	617	123	94	620	124	38
626						Ins	595	119	1	671	134	0
627						Ex	671	134	0	607	121	181
628						Dis	655	130	183	622	123	107
629					CX	Inv	598	120	288	648	130	8
630						Ins	671	134	0	671	134	0
631						Ex	668	133	12	653	131	1
632						Dis	655	130	213	611	122	199
633	OX	Inv	591		119	101	595	118	21			
634		Ins	642		127	54	608	120	20			
635		Ex	597		118	164	612	120	202			
636		Dis	633		124	128	620	124	37			
637	PBX	Inv	622	124	152	580	115	248				
638		Ins	622	123	31	652	130	118				
639		Ex	661	130	233	571	115	42				
640		Dis	622	125	245	613	121	5				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
641	15	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	569	113	210	569	113	210	
642						Ins	560	112	179	560	112	179	
643						Ex	577	115	269	577	115	269	
644						Dis	635	127	117	635	127	117	
645					PMX	Inv	574	114	203	574	114	203	
646						Ins	526	105	261	526	105	261	
647						Ex	556	111	19	556	111	19	
648						Dis	565	112	57	565	112	57	
649					CX	Inv	591	117	250	591	117	250	
650						Ins	647	127	169	647	127	169	
651						Ex	591	117	185	591	119	185	
652						Dis	598	126	35	598	120	35	
653					OX	Inv	546	108	102	546	108	102	
654						Ins	560	112	65	560	112	65	
655						Ex	578	115	273	578	115	273	
656						Dis	550	109	171	550	109	171	
657					PBX	Inv	550	108	106	550	108	156	
658						Ins	587	116	46	587	116	46	
659						Ex	575	115	11	575	115	11	
660						Dis	578	115	200	578	115	200	
661					Tournament	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
662							Ins	671	134	0	671	134	0
663							Ex	671	134	0	671	134	0
664							Dis	671	134	0	671	134	0
665				PMX		Inv	671	134	0	671	134	0	
666						Ins	671	134	0	671	134	0	
667						Ex	661	131	1	661	131	1	
668						Dis	671	134	0	671	134	0	
669				CX		Inv	671	134	0	671	134	0	
670						Ins	671	134	0	671	134	0	
671						Ex	671	134	0	671	134	0	
672						Dis	671	134	0	671	134	0	
673	OX	Inv	576	115		43	576	115	43				
674		Ins	658	131		81	658	131	81				
675		Ex	612	122		226	612	122	226				
676		Dis	621	124		47	621	124	47				
677	PBX	Inv	652	131		13	652	131	13				
678		Ins	654	131		15	654	131	15				
679		Ex	671	134		0	671	134	0				
680		Dis	671	134		0	671	134	0				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
681	15	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	588	115	117	555	111	22	
682						Ins	577	115	130	618	124	185	
683						Ex	569	113	143	533	106	134	
684						Dis	528	107	104	559	111	268	
685						PMX	Inv	535	107	169	580	114	192
686							Ins	553	110	72	553	110	165
687							Ex	559	111	229	572	113	33
688						Dis	554	109	130	546	108	155	
689						CX	Inv	576	115	152	535	107	43
690							Ins	604	122	36	560	111	85
691							Ex	572	114	298	571	114	66
692							Dis	554	109	260	591	117	69
693					OX	Inv	553	110	39	587	116	148	
694						Ins	558	112	234	556	110	36	
695						Ex	560	112	113	555	110	17	
696						Dis	539	109	47	574	114	42	
697					PBX	Inv	587	116	117	580	115	64	
698						Ins	555	111	1	578	115	10	
699						Ex	584	116	195	575	114	233	
700						Dis	545	108	113	556	110	209	
701					Tournament	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
702							Ins	671	134	0	671	134	0
703							Ex	671	134	0	671	134	0
704							Dis	671	134	0	671	134	0
705	PMX	Inv	671	134		0	643	127	6				
706		Ins	671	134		0	668	135	3				
707		Ex	644	126		14	671	134	0				
708		Dis	671	134		0	671	134	0				
709	CX	Inv	670	134		48	671	134	0				
710		Ins	652	128		1	634	129	2				
711		Ex	671	134		0	671	134	0				
712		Dis	671	134		0	652	128	1				
713	OX	Inv	620	124	38	622	125	153					
714		Ins	643	128	188	617	122	280					
715		Ex	587	119	2	594	118	292					
716		Dis	634	126	14	622	124	189					
717	PBX	Inv	621	123	13	655	131	1					
718		Ins	671	134	0	671	134	0					
719		Ex	671	134	0	671	134	0					
720		Dis	662	132	61	646	128	10					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
721	15	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	536	106	190	556	111	277
722						Ins	582	116	91	586	116	27
723						Ex	575	116	133	560	112	159
724						Dis	578	115	165	569	113	197
725					PMX	Inv	596	119	24	582	117	167
726						Ins	574	114	263	550	109	9
727						Ex	561	110	117	535	107	132
728					CX	Dis	577	115	85	556	111	8
729						Inv	537	106	91	559	111	30
730						Ins	583	115	110	556	111	226
731					OX	Ex	583	116	104	588	115	29
732						Dis	547	110	58	575	115	137
733						Inv	537	106	268	575	113	241
734					PBX	Ins	526	105	258	545	108	29
735						Ex	550	107	247	562	110	97
736						Dis	556	111	107	584	117	196
737					MOX	Inv	553	110	246	528	107	199
738						Ins	575	113	292	549	109	75
739						Ex	578	115	221	594	117	45
740					PMX	Dis	581	114	65	554	110	232
741	Inv	588	116	7		666	132	137				
742	Ins	671	134	0		671	134	0				
743	CX	Ex	652	129	77	671	134	0				
744		Dis	671	134	0	671	134	0				
745		Inv	662	131	154	645	128	173				
746	OX	Ins	671	134	0	671	134	0				
747		Ex	655	130	3	654	131	2				
748		Dis	595	118	296	651	129	1				
749	PBX	Inv	671	134	0	671	134	0				
750		Ins	671	134	0	671	134	0				
751		Ex	671	134	0	666	132	2				
752	MOX	Dis	647	130	247	667	133	209				
753		Inv	590	117	109	584	116	3				
754		Ins	633	126	142	633	126	39				
755	OX	Ex	568	111	57	610	122	185				
756		Dis	613	123	240	650	130	43				
757		Inv	633	127	108	658	131	221				
758	PBX	Ins	620	124	5	641	127	229				
759		Ex	671	134	0	660	130	81				
760		Dis	642	128	167	608	121	200				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
761	15	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	585	117	178	569	113	291
762						Ins	539	106	176	564	114	113
763						Ex	544	108	96	556	111	126
764						Dis	582	116	164	555	109	28
765					PMX	Inv	565	112	58	584	117	12
766						Ins	575	113	153	559	112	283
767						Ex	554	110	54	533	105	258
768						Dis	591	119	265	535	107	187
769					CX	Inv	533	105	144	576	115	281
770						Ins	550	109	103	569	113	288
771						Ex	555	110	160	557	111	25
772						Dis	576	116	231	565	114	53
773				OX	Inv	537	106	270	535	107	99	
774					Ins	571	113	32	544	108	206	
775					Ex	550	109	219	561	112	40	
776					Dis	579	114	162	537	106	65	
777				PBX	Inv	569	113	117	556	111	298	
778					Ins	537	106	176	552	109	48	
779					Ex	564	111	41	559	111	245	
780					Dis	576	115	36	588	117	190	
781	Tournament	0.8	0.4	MOX	Inv	613	122	4	619	123	177	
782					Ins	671	134	0	671	134	0	
783					Ex	658	130	186	641	126	296	
784					Dis	671	134	0	644	127	170	
785					PMX	Inv	634	126	203	600	120	45
786						Ins	654	131	1	662	133	276
787				Ex		664	133	23	647	129	71	
788				Dis		598	120	127	620	123	28	
789				CX	Inv	584	115	87	632	126	299	
790					Ins	625	126	7	652	128	1	
791					Ex	671	134	0	646	129	244	
792					Dis	659	133	114	628	125	230	
793					OX	Inv	612	123	34	556	111	177
794						Ins	615	121	33	569	113	197
795				Ex		588	118	130	616	124	247	
796				Dis		610	121	213	651	129	1	
797				PBX	Inv	633	124	80	612	123	175	
798					Ins	580	116	269	620	123	31	
799	Ex	594	119		194	600	119	97				
800	Dis	632	126		266	598	120	6				

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตรักษณ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
801	15	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	592	118	130	580	114	11
802						Ins	609	121	100	588	116	36
803						Ex	536	106	34	579	115	54
804						Dis	562	111	164	586	117	293
805					PMX	Inv	547	110	178	534	106	101
806						Ins	572	114	199	549	109	209
807						Ex	565	114	202	572	114	37
808						Dis	539	106	105	595	119	27
809					CX	Inv	572	114	159	576	115	292
810						Ins	597	118	91	555	110	152
811						Ex	569	113	273	616	124	185
812						Dis	615	124	94	606	120	28
813					OX	Inv	536	106	33	539	108	142
814						Ins	528	107	99	549	109	206
815						Ex	578	115	133	610	121	190
816						Dis	568	113	213	583	118	236
817					PBX	Inv	555	110	120	594	119	27
818						Ins	539	108	144	526	105	210
819						Ex	592	116	38	590	116	176
820						Dis	544	108	22	559	111	236
821					MOX	Inv	671	134	0	668	134	22
822						Ins	671	134	0	671	134	0
823						Ex	671	134	0	669	133	3
824						Dis	671	134	0	671	134	0
825				PMX	Inv	665	132	1	668	135	2	
826					Ins	671	134	0	671	134	0	
827					Ex	671	134	0	661	131	1	
828					Dis	671	134	0	671	134	0	
829				CX	Inv	652	128	1	671	134	0	
830					Ins	671	134	0	671	134	0	
831					Ex	671	134	0	671	134	0	
832					Dis	671	134	0	671	134	0	
833	OX	Inv	634	125	273	597	119	165				
834		Ins	640	127	42	596	118	145				
835		Ex	639	128	2	643	130	151				
836		Dis	671	134	0	631	124	91				
837	PBX	Inv	671	134	0	668	134	8				
838		Ins	671	134	0	671	134	0				
839		Ex	671	134	0	671	134	0				
840		Dis	657	131	2	662	130	275				
				Tournament								

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
841	15	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	563	111	19	580	116	269	
842						Ins	560	111	273	585	117	21	
843						Ex	562	113	284	535	107	233	
844						Dis	604	119	235	626	125	157	
845					PMX	Inv	562	111	120	544	108	269	
846						Ins	590	118	224	559	111	234	
847						Ex	567	113	144	563	111	60	
848						Dis	564	111	191	564	113	272	
849					CX	Inv	574	115	261	568	111	51	
850						Ins	582	117	166	571	115	281	
851						Ex	599	118	226	600	120	226	
852						Dis	603	118	234	584	116	244	
853					OX	Inv	589	116	239	572	114	36	
854						Ins	564	114	5	574	115	161	
855						Ex	561	110	98	562	110	128	
856						Dis	580	115	55	584	116	245	
857					PBX	Inv	553	111	237	556	110	290	
858						Ins	584	115	135	533	106	220	
859						Ex	576	116	113	541	108	155	
860						Dis	528	107	113	597	120	180	
861					Tournament	MOX	Inv	652	130	98	671	134	0
862							Ins	671	134	0	671	134	0
863							Ex	633	126	8	671	134	0
864							Dis	671	134	0	639	127	1
865				PMX		Inv	671	134	0	642	129	127	
866						Ins	671	134	0	630	125	2	
867						Ex	655	131	3	637	127	1	
868						Dis	637	126	2	662	131	191	
869				CX		Inv	652	128	2	671	134	0	
870						Ins	671	134	0	653	131	2	
871						Ex	671	134	0	652	128	1	
872						Dis	671	134	0	671	134	0	
873	OX	Inv	597	118		109	592	117	197				
874		Ins	641	127		173	642	128	217				
875		Ex	588	116		265	590	118	84				
876		Dis	618	124		46	615	121	230				
877	PBX	Inv	663	132		20	592	116	5				
878		Ins	671	134		0	655	130	1				
879		Ex	671	134		0	620	122	1				
880		Dis	671	134		0	666	134	233				

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
881	15	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	567	112	153	552	109	40
882						Ins	555	109	273	562	110	132
883						Ex	582	116	178	566	114	249
884						Dis	584	115	223	580	116	136
885					PMX	Inv	579	116	257	553	110	10
886						Ins	539	109	295	539	108	175
887						Ex	533	106	120	553	110	212
888						Dis	544	108	118	547	110	119
889					CX	Inv	561	110	145	571	114	267
890						Ins	579	115	92	604	121	81
891						Ex	556	110	294	536	106	260
892						Dis	580	114	184	587	116	259
893					OX	Inv	580	117	21	574	115	176
894						Ins	566	114	176	564	114	287
895						Ex	559	111	37	572	113	270
896						Dis	535	108	51	539	106	160
897					PBX	Inv	576	115	157	566	111	209
898						Ins	572	115	238	550	107	84
899						Ex	555	111	298	550	109	16
900						Dis	588	116	89	572	114	224
901	Tournament	0.9	0.3	MOX	Inv	671	134	0	655	131	115	
902					Ins	671	134	0	671	134	0	
903					Ex	671	134	0	668	133	47	
904					Dis	671	134	0	639	127	1	
905				PMX	Inv	634	126	119	640	128	203	
906					Ins	653	129	4	638	127	149	
907					Ex	668	132	2	597	118	3	
908					Dis	657	129	5	662	131	45	
909				CX	Inv	640	128	135	652	128	1	
910					Ins	671	134	0	646	128	5	
911					Ex	649	129	79	671	134	0	
912					Dis	671	134	0	671	134	0	
913				OX	Inv	586	116	94	557	111	92	
914					Ins	595	119	196	661	132	243	
915					Ex	604	120	247	589	116	11	
916					Dis	619	124	13	611	121	105	
917				PBX	Inv	646	128	208	641	128	46	
918					Ins	671	134	0	647	130	42	
919					Ex	602	119	256	626	125	4	
920					Dis	597	118	163	644	128	53	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
921	15	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	571	115	230	558	112	72	
922						Ins	575	114	9	587	116	115	
923						Ex	571	114	43	579	113	81	
924						Dis	537	107	281	555	110	89	
925					PMX	Inv	533	105	7	577	115	223	
926						Ins	561	110	56	560	112	41	
927						Ex	555	109	300	546	108	274	
928						Dis	562	114	14	566	111	265	
929					CX	Inv	541	108	266	566	111	128	
930						Ins	568	111	143	560	112	233	
931						Ex	581	116	256	556	111	254	
932						Dis	580	115	269	556	111	9	
933					OX	Inv	559	111	240	559	110	242	
934						Ins	556	110	228	550	107	3	
935						Ex	544	108	107	528	107	110	
936						Dis	560	111	297	560	112	231	
937					PBX	Inv	556	111	72	583	116	234	
938						Ins	587	117	61	526	105	242	
939						Ex	572	114	203	591	116	228	
940						Dis	545	108	262	564	112	93	
941					Tournament	MOX	Inv	612	123	197	633	126	93
942							Ins	671	134	0	670	134	1
943							Ex	644	129	12	660	131	217
944							Dis	671	134	0	671	134	0
945						PMX	Inv	587	116	246	592	119	163
946							Ins	612	121	1	648	129	16
947							Ex	654	131	198	632	127	272
948							Dis	608	122	151	607	122	111
949						CX	Inv	620	124	95	602	120	206
950							Ins	655	129	8	661	131	2
951							Ex	653	131	1	652	128	1
952							Dis	640	129	3	631	127	38
953					OX	Inv	583	117	284	575	115	197	
954						Ins	603	121	28	571	113	139	
955						Ex	614	123	279	586	115	133	
956						Dis	617	123	208	599	120	274	
957	PBX	Inv	591	118	252	612	121	57					
958		Ins	661	131	135	633	125	279					
959		Ex	591	118	104	616	121	297					
960		Dis	607	120	133	584	116	193					

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
961	20	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	589	116	236	601	119	264	
962						Ins	592	118	33	563	111	126	
963						Ex	562	113	92	574	114	96	
964						Dis	598	120	299	591	118	69	
965					PMX	Inv	550	109	8	555	110	198	
966						Ins	577	116	103	574	115	52	
967						Ex	562	114	47	535	108	180	
968						Dis	562	110	53	537	107	205	
969					CX	Inv	577	115	59	546	108	214	
970						Ins	584	116	80	539	109	113	
971						Ex	581	116	256	585	114	55	
972						Dis	608	121	193	534	106	278	
973					OX	Inv	535	106	21	567	112	177	
974						Ins	544	108	29	547	110	127	
975						Ex	547	110	171	569	113	121	
976						Dis	578	115	293	583	116	258	
977					PBX	Inv	572	113	101	544	108	83	
978						Ins	566	114	288	535	106	146	
979						Ex	577	115	118	544	108	232	
980						Dis	598	117	54	589	117	31	
981					Tournament	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
982							Ins	671	134	0	671	134	0
983							Ex	671	134	0	635	128	4
984							Dis	671	134	0	671	134	0
985				PMX		Inv	671	134	0	658	131	1	
986						Ins	668	133	2	641	127	2	
987						Ex	671	134	0	650	130	4	
988						Dis	671	134	0	671	134	0	
989				CX		Inv	625	124	1	633	125	9	
990						Ins	625	124	1	671	134	0	
991						Ex	671	134	0	671	134	0	
992						Dis	660	131	109	649	130	227	
993	OX	Inv	618	124		258	634	126	116				
994		Ins	643	127		1	587	117	163				
995		Ex	671	134		0	623	125	10				
996		Dis	603	119		168	657	131	292				
997	PBX	Inv	671	134		0	624	124	1				
998		Ins	671	134		0	671	134	0				
999		Ex	671	134		0	670	135	2				
1000		Dis	670	134		7	671	134	0				

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1001	20	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	582	116	108	556	110	215
1002						Ins	528	107	17	541	108	129
1003						Ex	539	106	193	535	107	19
1004						Dis	580	116	60	572	115	128
1005					PMX	Inv	560	111	130	539	106	252
1006						Ins	546	108	172	562	113	194
1007						Ex	528	107	155	559	111	28
1008					CX	Dis	585	115	37	560	111	23
1009						Inv	572	115	61	590	116	103
1010						Ins	579	114	293	569	112	125
1011					OX	Ex	599	120	40	578	115	198
1012						Dis	536	106	50	555	110	43
1013						Inv	535	108	264	557	111	210
1014					PBX	Ins	555	110	194	566	113	8
1015						Ex	579	116	258	565	113	172
1016						Dis	548	107	259	555	109	289
1017					MOX	Inv	594	117	215	569	112	117
1018						Ins	551	109	104	567	113	3
1019						Ex	568	115	10	546	108	6
1020					PMX	Dis	556	110	202	571	115	32
1021	Inv	631	126	24		671	134	0				
1022	Ins	671	134	0		671	134	0				
1023	CX	Ex	671	134	0	671	134	0				
1024		Dis	671	134	0	671	134	0				
1025		Inv	640	126	1	644	129	16				
1026	OX	Ins	671	134	0	671	134	0				
1027		Ex	639	127	1	671	134	0				
1028		Dis	642	128	20	639	127	1				
1029	PBX	Inv	669	131	99	578	116	4				
1030		Ins	671	134	0	671	134	0				
1031		Ex	653	131	1	671	134	0				
1032	MOX	Dis	671	134	0	619	123	1				
1033		Inv	623	124	4	587	116	10				
1034		Ins	649	129	226	671	134	0				
1035	CX	Ex	656	131	64	646	129	47				
1036		Dis	639	128	249	667	133	166				
1037		Inv	671	134	0	637	128	2				
1038	OX	Ins	626	124	7	671	134	0				
1039		Ex	671	134	0	650	130	3				
1040		Dis	653	132	1	671	134	0				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1041	20	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	528	107	166	556	110	268	
1042						Ins	534	106	203	576	115	71	
1043						Ex	567	112	214	535	106	34	
1044						Dis	556	111	134	560	111	46	
1045					PMX	Inv	560	111	281	555	110	124	
1046						Ins	559	112	187	560	111	142	
1047						Ex	559	111	48	541	108	48	
1048						Dis	566	113	45	581	115	200	
1049					CX	Inv	589	118	29	574	114	150	
1050						Ins	562	113	57	587	117	290	
1051						Ex	572	113	265	556	110	149	
1052						Dis	555	109	182	592	116	77	
1053					OX	Inv	559	112	12	549	109	166	
1054						Ins	546	108	64	585	118	149	
1055						Ex	539	109	139	562	111	130	
1056						Dis	528	107	238	541	108	182	
1057					PBX	Inv	537	106	142	544	108	258	
1058						Ins	577	114	190	557	111	181	
1059						Ex	541	108	186	562	113	239	
1060						Dis	581	117	16	541	108	75	
1061					Tournament	MOX	Inv	597	120	192	664	133	95
1062							Ins	671	134	0	671	134	0
1063							Ex	624	123	82	656	131	8
1064							Dis	671	134	0	671	134	0
1065				PMX		Inv	666	134	10	671	134	0	
1066						Ins	652	130	19	640	128	145	
1067						Ex	671	134	0	671	134	0	
1068						Dis	671	134	0	609	123	143	
1069				CX		Inv	668	133	18	644	129	115	
1070						Ins	619	123	1	671	134	0	
1071						Ex	611	122	2	624	123	2	
1072						Dis	671	134	0	655	131	1	
1073	OX	Inv	612	122	231	587	117	151					
1074		Ins	650	129	28	601	118	214					
1075		Ex	630	123	129	610	128	176					
1076		Dis	620	125	113	647	130	185					
1077	PBX	Inv	607	120	12	670	133	10					
1078		Ins	641	128	1	671	134	0					
1079		Ex	642	128	175	620	124	2					
1080		Dis	601	119	12	620	123	171					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
1081	20	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	585	118	64	537	106	214				
1082						Ins	539	109	66	554	109	136				
1083						Ex	575	115	219	587	116	262				
1084						Dis	560	112	227	546	108	75				
1085					PMX	Inv	559	111	78	560	112	222				
1086						Ins	551	109	171	578	115	89				
1087						Ex	537	106	37	554	109	225				
1088						Dis	528	107	212	560	111	24				
1089					CX	Inv	539	106	159	535	107	279				
1090						Ins	560	111	298	571	113	35				
1091						Ex	577	115	172	545	108	42				
1092						Dis	554	109	166	550	107	25				
1093					OX	Inv	566	113	48	555	110	34				
1094						Ins	550	107	63	533	105	7				
1095						Ex	554	110	202	541	108	217				
1096						Dis	561	111	103	552	109	195				
1097					PBX	Inv	560	111	190	535	107	128				
1098						Ins	526	105	142	550	107	249				
1099						Ex	555	111	229	559	111	99				
1100						Dis	575	115	61	593	119	187				
1101					20	0.7	0.4	Tournament	MOX	Inv	591	119	140	639	128	2
1102										Ins	665	134	1	671	134	0
1103										Ex	642	129	288	664	132	69
1104										Dis	651	130	260	671	134	0
1105	PMX	Inv	633	124					270	617	122	46				
1106		Ins	630	125					93	656	130	140				
1107		Ex	641	128					1	660	132	22				
1108		Dis	602	120					58	635	126	28				
1109	CX	Inv	614	121					232	625	124	1				
1110		Ins	671	134					0	619	123	1				
1111		Ex	671	134					0	625	124	1				
1112		Dis	592	116					131	602	119	196				
1113	OX	Inv	620	125					296	595	119	216				
1114		Ins	653	130					100	581	117	54				
1115		Ex	604	119					61	588	117	60				
1116		Dis	641	129					4	617	123	242				
1117	PBX	Inv	599	118					199	612	123	148				
1118		Ins	625	125					4	661	132	264				
1119		Ex	582	117					113	613	120	275				
1120		Dis	577	115					297	628	124	144				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1121	20	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	592	118	290	555	110	23
1122						Ins	535	108	197	610	123	96
1123						Ex	555	110	56	562	113	105
1124						Dis	576	116	71	611	121	256
1125					PMX	Inv	595	120	35	554	110	60
1126						Ins	582	116	262	581	116	8
1127						Ex	583	117	82	571	113	185
1128						Dis	581	117	236	590	118	289
1129					CX	Inv	552	109	289	546	108	134
1130						Ins	564	111	215	600	119	173
1131						Ex	592	116	247	550	108	111
1132					OX	Dis	581	116	150	597	120	3
1133						Inv	562	113	194	562	111	273
1134						Ins	535	106	243	582	117	190
1135						Ex	573	115	285	539	108	112
1136					PBX	Dis	550	107	198	550	108	220
1137				Inv		569	113	195	591	117	216	
1138				Ins		533	106	205	586	115	274	
1139				Ex		578	116	243	534	106	183	
1140				Tournament	MOX	Dis	567	112	261	573	114	248
1141						Inv	671	134	0	671	134	0
1142						Ins	671	134	0	671	134	0
1143						Ex	671	134	0	671	134	0
1144					PMX	Dis	671	134	0	671	134	0
1145						Inv	671	134	0	625	125	6
1146						Ins	671	134	0	622	122	2
1147						Ex	670	133	3	669	132	2
1148					CX	Dis	663	133	6	630	126	1
1149	Inv	671	134			0	628	124	1			
1150	Ins	671	134			0	671	134	0			
1151	Ex	671	134			0	625	124	1			
1152	OX	Dis	671		134	0	671	134	0			
1153		Inv	643		127	122	616	123	119			
1154		Ins	631		126	89	620	124	244			
1155		Ex	653		131	121	628	125	62			
1156	PBX	Dis	622	122	40	643	129	260				
1157		Inv	671	134	0	671	134	0				
1158		Ins	671	134	0	655	132	5				
1159		Ex	647	129	245	671	134	0				
1160	Dis	636	128	1	671	134	0					

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1161	20	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	571	113	176	554	110	159	
1162						Ins	603	120	290	577	115	77	
1163						Ex	541	108	72	526	105	232	
1164						Dis	588	117	6	536	106	223	
1165						PMX	Inv	568	113	121	569	113	296
1166							Ins	582	116	161	536	106	191
1167							Ex	572	114	71	537	107	87
1168						Dis	569	113	228	553	111	145	
1169						CX	Inv	597	119	237	577	115	128
1170							Ins	561	110	264	577	115	120
1171							Ex	603	120	85	604	120	51
1172							Dis	539	109	99	583	116	178
1173					OX	Inv	569	113	299	559	111	107	
1174						Ins	578	114	260	549	109	21	
1175						Ex	535	107	193	574	113	230	
1176					Dis	578	116	92	577	115	171		
1177					PBX	Inv	551	109	174	550	109	33	
1178						Ins	567	112	72	584	117	239	
1179						Ex	533	106	175	550	109	108	
1180						Dis	580	114	117	559	110	131	
1181					Tournament	MOX	Inv	671	134	0	646	130	13
1182							Ins	671	134	0	670	134	5
1183							Ex	671	134	0	671	134	0
1184							Dis	667	134	1	671	134	0
1185	PMX	Inv	626	126		7	630	126	3				
1186		Ins	661	132		2	609	122	1				
1187		Ex	671	134		0	671	134	0				
1188		Dis	667	134		4	671	134	0				
1189	CX	Inv	655	131		141	619	128	1				
1190		Ins	659	130		1	671	134	0				
1191		Ex	639	128		1	671	134	0				
1192		Dis	629	124		14	671	134	0				
1193	OX	Inv	592	118	28	609	120	263					
1194		Ins	610	123	192	574	113	34					
1195		Ex	604	121	88	638	126	150					
1196		Dis	580	115	1	613	122	88					
1197	PBX	Inv	605	121	7	671	134	0					
1198		Ins	648	130	2	671	134	0					
1199		Ex	648	129	19	595	119	173					
1200		Dis	645	127	273	616	121	137					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1201	20	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	582	117	237	572	113	264	
1202						Ins	552	109	234	569	113	231	
1203						Ex	556	110	105	562	110	47	
1204						Dis	600	121	122	569	113	191	
1205					PMX	Inv	540	107	5	571	115	105	
1206						Ins	555	111	135	550	107	140	
1207						Ex	550	109	239	577	115	17	
1208						Dis	545	108	109	556	111	253	
1209					CX	Inv	562	113	279	545	108	2	
1210						Ins	554	110	299	545	108	209	
1211						Ex	606	118	274	556	111	61	
1212						Dis	568	111	22	582	114	116	
1213					OX	Inv	550	107	251	564	112	250	
1214						Ins	551	109	205	552	109	21	
1215						Ex	564	112	286	573	114	17	
1216						Dis	571	114	112	556	110	49	
1217					PBX	Inv	575	107	113	580	115	284	
1218						Ins	558	112	25	580	114	269	
1219						Ex	555	110	299	539	108	52	
1220						Dis	533	105	198	550	109	222	
1221					Tournament	MOX	Inv	669	133	96	671	134	0
1222							Ins	671	134	0	671	134	0
1223							Ex	638	126	258	635	127	4
1224							Dis	671	134	0	671	134	0
1225	PMX	Inv	638	127		10	644	128	10				
1226		Ins	658	133		167	586	116	1				
1227		Ex	632	125		2	671	134	0				
1228		Dis	603	120		49	615	123	40				
1229	CX	Inv	671	134		0	623	122	10				
1230		Ins	652	128		1	671	134	0				
1231		Ex	639	128		1	671	134	0				
1232		Dis	601	120		126	671	134	0				
1233	OX	Inv	607	120	281	593	119	95					
1234		Ins	619	122	1	621	123	94					
1235		Ex	606	121	286	628	126	171					
1236		Dis	591	117	22	602	120	196					
1237	PBX	Inv	651	130	230	648	130	51					
1238		Ins	664	133	10	584	117	2					
1239		Ex	619	123	8	641	127	289					
1240		Dis	650	130	4	562	110	76					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1241	20	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	574	115	50	556	111	105
1242						Ins	558	112	199	592	117	296
1243						Ex	591	118	196	560	111	24
1244						Dis	541	108	249	545	108	236
1245					PMX	Inv	558	112	155	539	109	148
1246						Ins	545	108	56	545	108	288
1247						Ex	534	106	104	550	108	95
1248						Dis	545	108	151	533	106	158
1249					CX	Inv	567	113	4	562	111	127
1250						Ins	578	115	84	576	115	185
1251						Ex	565	112	85	576	115	110
1252						Dis	564	112	181	546	108	121
1253					OX	Inv	564	112	216	561	112	94
1254						Ins	559	110	258	553	110	88
1255						Ex	559	111	192	541	108	6
1256						Dis	568	112	145	565	111	146
1257				PBX	Inv	550	109	138	540	107	171	
1258					Ins	544	108	237	549	109	154	
1259					Ex	572	115	270	539	109	288	
1260					Dis	580	115	124	562	111	267	
1261				Tournament	MOX	Inv	634	126	91	645	129	234
1262						Ins	671	134	0	671	134	0
1263						Ex	639	127	1	592	117	1
1264						Dis	592	116	17	671	134	0
1265					PMX	Inv	639	127	1	606	121	162
1266						Ins	642	127	6	617	123	13
1267						Ex	619	122	3	616	122	4
1268						Dis	597	120	10	616	124	41
1269	CX	Inv	623		125	254	642	128	175			
1270		Ins	671		134	0	652	128	1			
1271		Ex	671		134	0	637	127	1			
1272		Dis	671		134	0	671	134	0			
1273	OX	Inv	597		120	234	537	106	185			
1274		Ins	609		121	41	606	121	124			
1275		Ex	603		121	188	592	116	242			
1276		Dis	609		122	1	642	128	286			
1277	PBX	Inv	584	115	216	567	112	137				
1278		Ins	627	126	2	636	125	98				
1279		Ex	600	119	93	599	118	94				
1280		Dis	605	119	2	630	125	255				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1281	20	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	561	110	130	561	110	139	
1282						Ins	575	113	225	591	117	163	
1283						Ex	577	115	143	586	117	31	
1284						Dis	536	106	98	573	114	160	
1285					PMX	Inv	579	117	30	553	111	108	
1286						Ins	566	111	163	586	117	123	
1287						Ex	563	111	116	586	117	195	
1288						Dis	565	111	42	571	113	212	
1289					CX	Inv	572	114	163	539	108	122	
1290						Ins	590	117	180	565	112	36	
1291						Ex	564	112	83	611	122	46	
1292						Dis	603	119	11	556	111	257	
1293					OX	Inv	555	109	227	569	113	234	
1294						Ins	559	111	267	550	109	187	
1295						Ex	557	111	205	568	113	41	
1296						Dis	564	112	8	566	113	228	
1297					PBX	Inv	557	111	200	540	107	3	
1298						Ins	569	113	105	567	112	6	
1299						Ex	535	106	280	571	113	288	
1300						Dis	575	114	159	553	111	276	
1301					Tournament	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
1302							Ins	671	134	0	671	134	0
1303							Ex	671	134	0	671	134	0
1304							Dis	671	134	0	671	134	0
1305						PMX	Inv	671	134	0	671	134	0
1306							Ins	666	132	1	670	135	4
1307							Ex	671	134	0	651	129	1
1308							Dis	671	134	0	645	128	1
1309						CX	Inv	584	116	2	671	134	0
1310							Ins	652	128	2	619	123	1
1311	Ex	671	134	0			671	134	0				
1312	Dis	671	134	0			671	134	0				
1313	OX	Inv	609	122		107	610	121	85				
1314		Ins	590	118		171	643	127	203				
1315		Ex	637	125		267	590	118	144				
1316		Dis	638	126		59	654	132	98				
1317	PBX	Inv	649	130		7	650	129	5				
1318		Ins	671	134		0	671	134	0				
1319		Ex	644	127		1	626	124	5				
1320		Dis	639	127		3	671	134	0				

ตารางที่ ๑.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1321	20	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	544	108	295	571	114	208
1322						Ins	575	115	184	557	111	246
1323						Ex	568	111	221	593	118	174
1324						Dis	584	117	175	587	117	177
1325					PMX	Inv	554	110	262	566	111	133
1326						Ins	571	115	5	544	108	176
1327						Ex	568	115	293	562	111	253
1328						Dis	545	108	59	550	107	178
1329					CX	Inv	587	117	75	588	117	170
1330						Ins	588	117	125	540	107	100
1331						Ex	554	110	24	577	115	268
1332					OX	Dis	572	114	198	589	118	36
1333						Inv	575	115	105	564	113	21
1334						Ins	533	106	266	535	107	121
1335					PBX	Ex	545	108	269	545	108	208
1336						Dis	576	115	35	584	117	244
1337						Inv	559	112	265	571	115	124
1338					PBX	Ins	593	118	17	533	105	275
1339				Ex		578	115	170	559	111	82	
1340				Dis		554	109	33	533	106	220	
1341				Tournament	MOX	Inv	671	134	0	671	134	0
1342						Ins	648	127	2	671	134	0
1343						Ex	671	134	0	671	134	0
1344						Dis	671	134	0	671	134	0
1345					PMX	Inv	648	129	3	671	134	0
1346						Ins	645	128	1	634	126	2
1347						Ex	589	116	7	605	120	1
1348						Dis	669	135	202	648	129	4
1349					CX	Inv	671	134	0	625	124	1
1350						Ins	662	132	4	671	134	0
1351						Ex	609	122	3	671	134	0
1352						Dis	671	134	0	650	129	65
1353					OX	Inv	584	115	79	599	120	39
1354						Ins	605	120	145	630	126	201
1355						Ex	615	121	290	597	119	75
1356					PBX	Dis	592	117	2	618	124	298
1357	Inv	647	131			3	624	124	3			
1358	Ins	661	131			1	649	128	3			
1359	Ex	671	134	0		650	129	9				
1360	Dis	621	123	13	617	123	2					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1361	20	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	562	110	48	541	108	135
1362						Ins	553	110	206	549	109	10
1363						Ex	561	112	242	574	115	135
1364						Dis	571	114	125	562	113	241
1365					PMX	Inv	584	117	202	556	111	265
1366						Ins	540	107	237	579	115	95
1367						Ex	571	113	171	545	108	101
1368						Dis	574	114	130	577	115	223
1369					CX	Inv	598	119	130	541	108	51
1370						Ins	535	107	117	555	111	32
1371						Ex	539	108	177	554	110	226
1372					OX	Dis	594	117	263	553	288	110
1373						Inv	561	111	8	553	111	63
1374						Ins	571	114	207	549	109	215
1375					PBX	Ex	555	109	57	550	108	96
1376						Dis	578	114	197	562	111	126
1377				Inv		568	113	5	572	113	72	
1378				PBX	Ins	550	108	87	556	110	95	
1379					Ex	559	110	101	576	114	256	
1380					Dis	572	114	36	559	110	42	
1381				Tournament	MOX	Inv	644	130	2	584	118	1
1382						Ins	662	130	84	660	133	3
1383						Ex	658	131	1	658	131	2
1384						Dis	671	134	0	639	127	1
1385					PMX	Inv	640	128	286	662	133	215
1386						Ins	614	122	13	659	129	31
1387						Ex	659	130	10	642	129	9
1388						Dis	576	115	163	631	127	168
1389					CX	Inv	665	134	2	628	125	19
1390						Ins	671	134	0	671	134	0
1391						Ex	667	134	2	671	134	0
1392					OX	Dis	671	134	0	613	122	91
1393	Inv	578	116	180		598	119	51				
1394	Ins	593	119	200		630	126	127				
1395	Ex	585	117	51		588	117	216				
1396	PBX	Dis	586	117	140	608	121	216				
1397		Inv	634	127	288	615	123	239				
1398		Ins	627	124	3	659	133	1				
1399		Ex	626	126	24	645	128	1				
1400	Dis	658	131	213	608	122	251					

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1401	20	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	539	109	207	574	113	139
1402						Ins	579	119	69	589	116	68
1403						Ex	537	107	183	537	107	121
1404						Dis	562	113	128	551	109	278
1405					PMX	Inv	533	105	91	533	106	235
1406						Ins	579	113	54	535	107	85
1407						Ex	555	109	167	555	110	58
1408						Dis	553	111	274	549	109	47
1409					CX	Inv	565	113	181	553	110	247
1410						Ins	544	108	189	550	109	266
1411						Ex	555	111	175	550	109	283
1412						Dis	584	117	143	552	109	54
1413					OX	Inv	565	114	30	577	115	283
1414						Ins	562	113	27	535	106	154
1415						Ex	576	116	284	565	113	95
1416						Dis	560	111	70	557	111	20
1417				PBX	Inv	533	106	18	537	107	131	
1418					Ins	557	111	250	571	115	52	
1419					Ex	535	108	50	571	114	150	
1420					Dis	581	116	274	575	113	68	
1421				Tournament	MOX	Inv	584	116	214	633	127	119
1422						Ins	597	118	1	671	134	0
1423						Ex	649	130	36	660	131	211
1424						Dis	639	127	2	655	129	14
1425					PMX	Inv	610	121	177	582	114	9
1426						Ins	630	124	176	652	128	30
1427						Ex	640	127	1	649	130	7
1428						Dis	629	126	123	601	119	146
1429	CX	Inv	616		123	1	650	129	5			
1430		Ins	671		134	0	671	134	0			
1431		Ex	625		124	1	671	134	0			
1432		Dis	641		126	147	624	124	52			
1433	OX	Inv	585		114	224	590	117	45			
1434		Ins	582		117	1	620	122	296			
1435		Ex	596		118	69	599	120	247			
1436		Dis	633		126	49	634	126	184			
1437	PBX	Inv	578	116	86	562	113	223				
1438		Ins	662	132	1	630	125	83				
1439		Ex	655	130	96	597	118	3				
1440		Dis	624	126	293	642	129	300				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2. ผลการทดลอง Full Factorial Design เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1	10	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	1000	201	87	989	197	498
2						Ins	982	198	175	937	187	340
3						Ex	1012	201	149	912	181	71
4						Dis	994	198	466	941	188	60
5					PMX	Inv	938	187	268	929	185	475
6						Ins	861	170	452	955	190	444
7						Ex	856	173	10	1001	200	190
8					CX	Dis	877	176	47	907	180	184
9						Inv	950	191	253	959	194	295
10						Ins	1002	199	117	1048	210	139
11					OX	Ex	964	193	90	942	188	151
12						Dis	1023	205	221	976	197	27
13						Inv	886	179	296	902	179	482
14					PBX	Ins	832	169	253	883	178	120
15						Ex	906	181	471	871	174	263
16						Dis	963	195	329	955	190	382
17					MOX	Inv	937	189	421	898	179	112
18						Ins	844	167	95	978	196	135
19						Ex	979	200	81	957	194	477
20					PMX	Dis	870	171	449	986	194	97
21				Inv		1094	218	140	1212	240	0	
22				Ins		1212	240	0	1212	240	0	
23				CX	Ex	1118	224	2	1212	240	0	
24					Dis	1190	237	1	1212	240	0	
25					Inv	1139	228	62	1211	241	1	
26				OX	Ins	1125	224	5	1157	229	2	
27					Ex	1210	239	2	1207	239	1	
28					Dis	1212	240	0	1212	240	0	
29				PBX	Inv	1190	236	35	1045	210	106	
30					Ins	1193	238	3	1193	237	3	
31					Ex	1106	223	7	1212	240	0	
32				MOX	Dis	1113	220	114	1082	219	1	
33					Inv	1109	222	13	1006	200	239	
34					Ins	1173	233	476	1212	240	0	
35				PMX	Ex	1116	224	1	1109	222	4	
36					Dis	1212	240	0	1183	234	325	
37					Inv	1212	240	0	1061	213	259	
38				CX	Ins	1211	246	2	1203	239	1	
39					Ex	1149	231	83	1145	229	3	
40					Dis	1143	229	1	1146	226	100	

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
41	10	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	995	199	57	909	183	325
42						Ins	986	198	69	940	187	54
43						Ex	846	171	124	899	177	7
44						Dis	963	191	457	884	174	318
45					PMX	Inv	804	159	47	893	176	315
46						Ins	924	185	174	921	187	219
47						Ex	865	174	150	972	197	319
48						Dis	936	187	363	957	191	153
49					CX	Inv	931	188	56	916	184	103
50						Ins	991	197	132	1032	206	1
51						Ex	1039	207	493	1010	197	13
52						Dis	936	188	57	890	179	174
53					OX	Inv	915	183	171	926	183	245
54						Ins	914	184	245	816	165	490
55						Ex	945	188	203	902	180	367
56						Dis	861	172	267	872	176	131
57					PBX	Inv	897	179	239	938	189	253
58						Ins	856	170	23	895	180	40
59						Ex	869	174	219	929	184	392
60						Dis	889	181	281	944	187	454
61				Tournament	MOX	Inv	1143	229	41	1212	240	0
62						Ins	1212	240	0	1147	225	3
63						Ex	1212	240	0	1199	239	17
64						Dis	1212	240	0	1212	240	0
65					PMX	Inv	1165	237	2	1211	242	484
66						Ins	1119	223	1	1212	240	0
67						Ex	1081	220	2	1175	234	3
68						Dis	1169	234	5	1113	223	1
69					CX	Inv	1033	208	68	1140	226	499
70						Ins	1210	240	4	1103	220	1
71						Ex	1103	220	1	1082	219	1
72						Dis	1165	232	394	1110	223	431
73					OX	Inv	1009	201	373	1050	211	59
74						Ins	1166	234	403	1129	225	144
75						Ex	1108	225	2	1124	228	114
76						Dis	1198	243	206	1212	240	0
77					PBX	Inv	1097	220	1	1007	202	400
78						Ins	1207	239	2	1143	229	3
79						Ex	1114	227	1	1195	241	13
80						Dis	1151	231	1	1064	212	167

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
81	10	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	907	181	411	921	182	137
82						Ins	948	189	356	894	179	371
83						Ex	931	186	39	896	177	190
84						Dis	935	189	393	962	191	165
85					PMX	Inv	908	180	258	891	177	454
86						Ins	949	191	235	909	179	375
87						Ex	931	186	100	826	164	84
88						Dis	786	160	369	879	174	370
89					CX	Inv	923	185	303	846	169	264
90						Ins	908	181	333	952	189	214
91						Ex	914	184	248	961	187	31
92						Dis	964	193	360	973	193	38
93					OX	Inv	811	164	113	908	179	114
94						Ins	880	174	418	919	184	373
95						Ex	910	185	430	894	182	55
96						Dis	921	185	169	883	178	68
97					PBX	Inv	875	175	263	916	183	293
98						Ins	858	170	476	811	161	449
99						Ex	861	170	261	883	173	433
100						Dis	946	189	110	943	188	279
101	MOX	Inv	1135	227	384	985	199	25				
102		Ins	1212	240	0	1127	225	2				
103		Ex	1162	233	2	1197	243	1				
104		Dis	1209	242	1	1212	240	0				
105	PMX	Inv	1068	211	141	1084	217	15				
106		Ins	1191	238	6	1112	223	2				
107		Ex	1131	228	1	1177	236	2				
108		Dis	1140	227	8	1135	229	162				
109	CX	Inv	1121	228	3	1032	206	1				
110		Ins	1152	231	105	1212	240	0				
111		Ex	1111	224	1	1212	240	0				
112		Dis	1049	210	476	1193	236	1				
113	OX	Inv	1055	214	245	1081	218	406				
114		Ins	1191	241	343	1059	211	71				
115		Ex	1064	214	413	1108	224	1				
116		Dis	1180	234	291	1087	216	334				
117	PBX	Inv	1033	206	1	1084	218	3				
118		Ins	1095	221	2	1164	232	2				
119		Ex	1155	231	447	1039	206	346				
120		Dis	931	186	428	979	195	88				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
121	10	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	941	188	472	885	176	285	
122						Ins	944	188	138	917	183	435	
123						Ex	773	154	479	914	184	374	
124						Dis	957	188	262	877	176	324	
125					PMX	Inv	921	184	396	915	183	299	
126						Ins	939	188	446	976	194	256	
127						Ex	960	192	307	931	186	40	
128						Dis	855	170	225	886	177	178	
129					CX	Inv	844	168	404	972	196	435	
130						Ins	908	182	143	892	177	60	
131						Ex	897	180	309	856	172	366	
132						Dis	907	179	159	941	189	323	
133					OX	Inv	875	174	377	850	170	14	
134						Ins	844	167	398	885	177	93	
135						Ex	892	181	100	883	175	152	
136						Dis	973	194	47	889	175	259	
137					PBX	Inv	934	186	342	873	172	458	
138						Ins	882	179	440	828	164	275	
139						Ex	947	192	69	866	174	152	
140						Dis	898	174	362	894	181	415	
141					Tournament	MOX	Inv	1098	219	166	1117	222	406
142							Ins	1212	240	0	1210	242	2
143							Ex	1149	231	1	1164	235	1
144							Dis	1212	240	0	1206	239	419
145				PMX		Inv	1009	204	297	1049	209	372	
146						Ins	1136	227	109	1212	240	0	
147						Ex	1212	240	0	1212	240	0	
148						Dis	1103	221	56	1078	215	381	
149				CX		Inv	1004	200	1	1053	210	196	
150						Ins	1082	219	1	1193	238	1	
151						Ex	1184	238	1	1176	235	2	
152						Dis	1044	209	3	1103	220	1	
153	OX	Inv	1022	207		476	934	184	146				
154		Ins	1128	228		397	1125	224	382				
155		Ex	1102	220		363	1105	222	2				
156		Dis	1097	221		348	1170	228	439				
157	PBX	Inv	1010	202		321	1029	203	1				
158		Ins	1179	236		56	1148	230	311				
159		Ex	1068	211		20	1112	222	4				
160		Dis	1081	217		33	1020	206	89				

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
161	10	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	941	185	352	878	175	339
162						Ins	967	193	123	1013	200	375
163						Ex	966	202	416	1010	204	489
164						Dis	1035	209	162	994	202	382
165					PMX	Inv	787	156	243	897	180	443
166						Ins	900	179	396	898	179	64
167						Ex	919	189	153	871	174	162
168						Dis	911	180	42	917	185	129
169					CX	Inv	975	193	13	961	193	484
170						Ins	980	197	480	1026	202	97
171						Ex	1066	215	30	1032	206	1
172						Dis	972	194	100	1000	201	113
173					OX	Inv	830	163	416	949	188	314
174						Ins	914	184	413	945	189	495
175						Ex	903	182	331	903	178	88
176						Dis	868	174	41	931	186	136
177					PBX	Inv	897	179	374	902	179	382
178						Ins	952	190	172	969	194	43
179						Ex	885	178	157	916	185	148
180						Dis	936	186	188	882	176	80
181	10	0.8	0.1	Tournament	MOX	Inv	1059	212	3	1171	230	3
182						Ins	1212	240	0	1212	240	0
183						Ex	1152	230	1	1212	240	0
184						Dis	1212	240	0	1212	240	0
185					PMX	Inv	1212	240	0	1102	216	3
186						Ins	1108	220	3	1177	234	3
187						Ex	1182	239	1	1087	216	1
188						Dis	1068	212	3	1192	241	1
189					CX	Inv	1174	238	482	1083	219	27
190						Ins	1082	219	1	1212	240	0
191						Ex	1112	220	3	1193	238	1
192						Dis	1134	226	1	1164	231	1
193					OX	Inv	1019	201	58	1073	215	383
194						Ins	1153	231	309	1174	236	165
195						Ex	1123	228	1	1116	226	2
196						Dis	1083	218	170	1179	235	2
197					PBX	Inv	1120	225	6	1074	213	2
198						Ins	1181	234	2	1137	228	6
199						Ex	1212	240	0	1184	235	3
200						Dis	1157	231	2	1030	208	11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
201	10	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	970	190	169	904	182	278
202						Ins	945	189	239	940	187	123
203						Ex	869	172	122	941	189	473
204						Dis	947	189	143	889	173	307
205					PMX	Inv	927	181	31	898	178	135
206						Ins	882	176	99	919	185	486
207						Ex	1046	213	103	970	197	359
208						Dis	944	186	484	936	188	428
209					CX	Inv	907	182	191	937	189	172
210						Ins	994	197	296	971	195	340
211						Ex	870	173	271	952	192	193
212						Dis	890	177	164	957	191	36
213				OX	Inv	869	174	282	885	177	6	
214					Ins	854	172	205	908	181	499	
215					Ex	897	182	373	927	185	489	
216					Dis	859	174	42	956	190	331	
217				PBX	Inv	921	185	98	848	168	45	
218					Ins	936	186	220	926	185	343	
219					Ex	879	176	244	933	183	6	
220					Dis	942	184	92	900	179	384	
221				Tournament	MOX	Inv	1070	216	2	1116	222	355
222						Ins	1212	240	0	1212	240	0
223						Ex	1212	240	0	1152	230	1
224						Dis	1212	240	0	1212	240	0
225	PMX	Inv	1198		238	8	906	180	411			
226		Ins	1212		240	0	1075	218	1			
227		Ex	1090		217	2	1140	228	2			
228		Dis	1117		222	446	1161	233	3			
229	CX	Inv	1212		240	0	1212	240	0			
230		Ins	1053		210	5	1113	220	4			
231		Ex	1212		240	0	1103	220	1			
232		Dis	993		202	2	1103	220	1			
233	OX	Inv	1096	216	323	985	197	256				
234		Ins	1098	219	241	1124	225	1				
235		Ex	1121	226	2	1133	227	36				
236		Dis	1140	232	1	1139	229	2				
237	PBX	Inv	1042	209	13	935	185	446				
238		Ins	1160	231	5	1131	227	1				
239		Ex	1120	225	1	1178	238	11				
240		Dis	1056	213	445	1003	198	3				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ๑.๒ ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ฟลิตภันท์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
241	10	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	962	191	288	962	191	288
242						Ins	938	187	160	938	187	160
243						Ex	901	182	464	901	182	464
244						Dis	942	187	326	942	187	326
245					PMX	Inv	902	182	5	902	182	5
246						Ins	883	174	184	883	174	184
247						Ex	928	188	162	928	186	162
248						Dis	940	187	160	940	187	160
249					CX	Inv	931	185	166	931	185	166
250						Ins	969	195	155	969	195	155
251						Ex	845	167	422	845	167	922
252						Dis	862	172	452	862	172	452
253					OX	Inv	924	185	289	924	185	289
254						Ins	874	170	54	874	170	54
255						Ex	906	180	467	906	180	467
256						Dis	839	169	32	839	169	32
257				PBX	Inv	887	180	103	887	180	103	
258					Ins	952	189	469	952	189	469	
259					Ex	891	178	235	891	178	235	
260					Dis	874	172	405	874	172	405	
261				Tournament	MOX	Inv	1101	219	272	1101	219	272
262						Ins	1212	240	0	1212	240	0
263						Ex	1105	221	1	1105	221	1
264						Dis	1195	237	1	1195	237	1
265					PMX	Inv	1083	220	7	1083	220	7
266						Ins	1020	204	1	1020	204	1
267						Ex	1212	240	0	1212	240	0
268						Dis	1072	214	352	1072	214	352
269	CX	Inv	1171		234	243	1171	234	243			
270		Ins	1212		240	0	1212	240	0			
271		Ex	1152		229	6	1152	229	6			
272		Dis	1103		220	1	1103	220	1			
273	OX	Inv	989	199	293	989	199	293				
274		Ins	1160	231	119	1160	231	119				
275		Ex	1096	218	151	1096	218	151				
276		Dis	1119	227	223	1119	227	223				
277	PBX	Inv	1015	204	197	1015	204	197				
278		Ins	1052	210	4	1052	210	9				
279		Ex	1122	222	5	1122	222	5				
280		Dis	1033	209	14	1038	209	14				

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
281	10	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	872	169	145	872	169	145	
282						Ins	893	178	56	893	178	56	
283						Ex	941	185	83	941	185	83	
284						Dis	897	181	121	897	181	121	
285					PMX	Inv	926	189	478	926	189	478	
286						Ins	938	187	497	938	187	497	
287						Ex	867	173	144	867	173	149	
288						Dis	883	176	14	883	176	14	
289					CX	Inv	949	187	366	949	187	366	
290						Ins	916	183	15	916	183	15	
291						Ex	955	190	236	955	190	236	
292						Dis	900	181	153	900	181	153	
293					OX	Inv	814	162	499	814	162	499	
294						Ins	941	189	113	941	189	113	
295						Ex	923	185	174	923	185	174	
296						Dis	893	179	338	893	179	338	
297					PBX	Inv	926	183	312	926	183	312	
298						Ins	888	174	132	888	174	132	
299						Ex	874	174	229	874	174	229	
300						Dis	902	179	37	902	179	37	
301					Tournament	MOX	Inv	1100	220	36	1100	220	36
302							Ins	1212	240	0	1212	240	0
303							Ex	1067	212	2	1067	212	2
304							Dis	1166	233	2	1166	233	2
305				PMX		Inv	1025	207	477	1025	207	477	
306						Ins	1128	228	1	1128	228	1	
307						Ex	1137	229	6	1137	229	6	
308						Dis	1065	216	206	1065	216	206	
309				CX		Inv	1041	207	101	1041	207	101	
310						Ins	1103	220	1	1103	220	1	
311						Ex	1184	240	2	1184	240	2	
312						Dis	1082	219	1	1082	219	1	
313	OX	Inv	995	197	217	995	197	217					
314		Ins	1091	220	355	1091	220	355					
315		Ex	1082	218	34	1082	218	34					
316		Dis	1068	214	417	1068	214	417					
317	PBX	Inv	991	198	2	991	198	2					
318		Ins	1046	210	19	1046	210	19					
319		Ex	993	201	411	993	201	411					
320		Dis	967	193	86	967	193	86					

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
321	10	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	911	183	159	911	183	159				
322						Ins	1036	208	496	1036	208	496				
323						Ex	950	188	304	950	188	304				
324						Dis	943	188	409	943	188	409				
325					PMX	Inv	987	196	246	987	196	246				
326						Ins	974	193	266	974	193	266				
327						Ex	986	199	87	986	199	87				
328						Dis	906	181	121	906	181	121				
329					CX	Inv	984	198	365	984	198	365				
330						Ins	1036	210	498	1036	210	498				
331						Ex	920	183	243	920	183	243				
332						Dis	945	189	271	945	189	271				
333					OX	Inv	869	172	208	869	172	208				
334						Ins	861	170	305	861	170	305				
335						Ex	941	190	204	941	190	204				
336						Dis	861	171	313	861	171	313				
337					PBX	Inv	933	183	270	933	183	270				
338						Ins	856	174	239	856	174	239				
339						Ex	986	196	459	986	196	459				
340						Dis	927	188	288	927	188	288				
341					10	0.9	0.1	Tournament	MOX	Inv	1212	240	0	1212	240	0
342										Ins	1212	240	0	1212	240	0
343										Ex	1192	235	1	1192	235	1
344										Dis	1212	240	0	1212	240	0
345									PMX	Inv	1106	222	1	1106	222	1
346										Ins	1212	240	0	1212	240	0
347										Ex	1151	230	1	1151	230	1
348										Dis	1166	233	1	1166	233	1
349									CX	Inv	1161	228	60	1161	228	60
350										Ins	1193	238	1	1193	238	1
351										Ex	1212	240	0	1212	240	0
352										Dis	1212	240	0	1212	240	0
353									OX	Inv	1015	204	116	1015	204	116
354										Ins	1125	222	317	1125	222	317
355										Ex	1130	227	11	1130	227	11
356										Dis	1152	233	4	1152	233	4
357	PBX	Inv	1138	226					6	1138	226	6				
358		Ins	1212	240					0	1212	240	0				
359		Ex	1212	240					0	1212	240	0				
360		Dis	1176	237					321	1176	237	321				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตรักษณ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
361	10	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	940	189	453	937	191	322
362						Ins	926	187	418	830	165	60
363						Ex	906	180	358	925	183	192
364						Dis	966	196	92	947	188	497
365					PMX	Inv	957	194	394	903	181	411
366						Ins	915	183	443	942	188	448
367						Ex	883	176	267	821	163	205
368						Dis	824	165	258	890	178	27
369					CX	Inv	982	197	109	988	196	7
370						Ins	955	193	440	993	201	205
371						Ex	981	197	151	982	195	410
372						Dis	926	185	286	936	189	199
373					OX	Inv	896	174	264	860	172	231
374						Ins	803	162	127	961	192	52
375						Ex	916	183	30	807	160	299
376						Dis	900	179	463	919	185	339
377					PBX	Inv	868	174	299	892	175	230
378						Ins	864	172	136	910	183	226
379						Ex	940	190	416	939	190	142
380						Dis	860	169	337	908	181	183
381				Tournament	MOX	Inv	1212	240	0	1173	234	2
382						Ins	1212	240	0	1212	240	0
383						Ex	1212	240	0	1212	240	0
384						Dis	1212	240	0	1212	240	0
385					PMX	Inv	1084	218	9	1067	214	420
386						Ins	1177	236	3	1201	240	1
387						Ex	1136	230	2	1212	240	0
388						Dis	1195	238	1	1158	230	17
389					CX	Inv	1120	225	1	1191	239	201
390						Ins	1171	237	1	1168	234	3
391						Ex	1103	220	1	1082	219	1
392						Dis	1194	241	300	1187	236	308
393					OX	Inv	991	198	285	1016	204	367
394						Ins	1139	226	293	1131	226	125
395						Ex	1091	217	329	1101	219	222
396						Dis	1106	221	230	1098	221	86
397					PBX	Inv	992	198	38	1078	217	80
398						Ins	1095	218	2	1045	208	2
399						Ex	1101	218	5	1092	218	169
400						Dis	1076	215	255	1004	205	16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
401	10	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	847	166	294	891	176	299
402						Ins	851	170	92	1003	202	298
403						Ex	929	183	62	915	182	197
404						Dis	954	191	375	944	187	415
405					PMX	Inv	794	158	443	900	179	153
406						Ins	869	173	449	887	176	406
407						Ex	939	184	84	906	180	426
408						Dis	902	178	374	830	166	363
409					CX	Inv	893	179	286	859	170	480
410						Ins	924	186	296	881	175	305
411						Ex	825	163	228	958	194	356
412						Dis	921	184	280	963	194	112
413					OX	Inv	886	176	18	840	169	470
414						Ins	895	180	496	872	173	386
415						Ex	883	175	373	897	176	109
416						Dis	890	177	193	864	167	199
417					PBX	Inv	871	174	323	923	183	275
418						Ins	830	166	400	910	179	482
419						Ex	950	189	229	911	182	42
420						Dis	872	173	415	867	171	48
421	10	0.9	0.3	Tournament	MOX	Inv	1074	215	2	1105	222	418
422						Ins	1182	239	1	1212	240	0
423						Ex	1152	230	1	1196	238	4
424						Dis	1145	230	1	1212	240	0
425					PMX	Inv	1106	219	411	1084	216	170
426						Ins	1154	231	1	1041	205	6
427						Ex	1146	234	1	1204	236	2
428						Dis	1116	224	236	1094	222	9
429					CX	Inv	1155	231	20	1124	220	1
430						Ins	1193	238	1	1209	241	2
431						Ex	1136	226	2	1082	219	1
432						Dis	1212	240	0	1137	230	8
433					OX	Inv	1000	201	222	991	196	199
434						Ins	1126	224	335	1107	222	267
435						Ex	1111	223	275	1084	217	48
436						Dis	1125	224	248	1066	212	62
437					PBX	Inv	1044	210	15	1086	218	376
438						Ins	1088	218	52	1027	207	6
439						Ex	1059	212	230	1034	209	53
440						Dis	1063	212	73	1054	209	15

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
441	10	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	910	177	78	874	172	245
442						Ins	886	174	93	934	184	388
443						Ex	912	182	196	864	169	280
444						Dis	767	151	455	921	184	341
445					PMX	Inv	906	177	356	872	170	345
446						Ins	922	184	302	894	179	79
447						Ex	897	179	169	921	185	160
448						Dis	961	191	472	863	173	76
449					CX	Inv	927	184	396	973	194	167
450						Ins	871	170	110	891	178	111
451						Ex	891	179	180	896	179	227
452						Dis	902	180	165	934	185	491
453					OX	Inv	889	176	230	885	178	116
454						Ins	895	183	203	882	175	472
455						Ex	890	177	326	847	170	291
456						Dis	875	175	50	898	183	450
457					PBX	Inv	835	166	301	863	172	37
458						Ins	831	162	324	820	164	417
459						Ex	893	179	393	901	180	45
460						Dis	905	182	39	885	174	342
461	10	0.9	0.4	Tournament	MOX	Inv	1011	199	321	1088	219	1
462						Ins	1212	240	0	1166	233	2
463						Ex	1106	221	207	1104	221	1
464						Dis	1101	219	1	1212	240	0
465					PMX	Inv	1049	212	129	1019	205	411
466						Ins	1139	227	8	1182	237	243
467						Ex	1152	233	4	1135	225	23
468						Dis	1098	218	2	993	197	261
469					CX	Inv	1020	201	228	1115	221	6
470						Ins	1193	238	1	1192	239	3
471						Ex	1212	240	0	1212	240	0
472						Dis	1082	219	1	1134	225	70
473					OX	Inv	995	199	427	981	193	55
474						Ins	927	187	60	1103	219	128
475						Ex	1050	211	489	1067	215	401
476						Dis	1090	219	300	1120	223	2
477					PBX	Inv	994	200	163	878	176	362
478						Ins	1132	228	6	1106	222	13
479						Ex	1088	217	67	1093	217	88
480						Dis	1088	219	35	936	188	324

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
481	20	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	898	179	358	805	162	134
482						Ins	935	187	346	885	176	277
483						Ex	848	170	38	874	177	235
484						Dis	892	179	375	782	156	118
485					PMX	Inv	847	169	231	836	169	112
486						Ins	918	182	477	932	185	301
487						Ex	845	165	479	889	178	192
488						Dis	854	171	81	899	178	365
489					CX	Inv	858	169	80	866	172	190
490						Ins	1017	205	1	1017	201	18
491						Ex	982	196	83	876	175	287
492						Dis	928	185	402	922	183	49
493					OX	Inv	822	166	260	855	173	270
494						Ins	908	181	173	818	163	351
495						Ex	914	183	309	810	161	62
496						Dis	881	174	484	877	177	388
497					PBX	Inv	904	181	386	886	179	337
498						Ins	859	169	320	920	186	419
499						Ex	790	160	281	905	181	412
500						Dis	924	184	474	924	184	297
501	20	0.7	0.1	Tournament	MOX	Inv	1145	229	0	1104	222	1
502						Ins	1145	229	0	1145	229	0
503						Ex	1145	229	0	1145	229	0
504						Dis	1075	229	0	1145	229	0
505					PMX	Inv	1022	204	3	1119	224	1
506						Ins	1145	229	0	1095	216	2
507						Ex	1070	216	1	1125	224	1
508						Dis	1110	222	1	1124	222	2
509					CX	Inv	1082	219	1	1145	229	0
510						Ins	1115	223	3	1053	212	3
511						Ex	1145	229	0	1064	211	5
512						Dis	1145	229	0	1145	229	0
513					OX	Inv	1040	208	351	1052	209	1
514						Ins	1145	229	0	1139	227	6
515						Ex	1087	220	1	1104	220	1
516						Dis	1145	229	0	1135	231	3
517					PBX	Inv	1077	213	2	1087	217	1
518						Ins	1145	229	0	1124	227	3
519						Ex	1113	221	1	1018	203	6
520						Dis	1145	229	0	1139	228	1

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
521	20	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	891	179	204	888	176	136
522						Ins	933	188	409	920	183	46
523						Ex	899	179	421	889	178	264
524						Dis	921	184	145	906	176	79
525					PMX	Inv	936	192	43	910	181	137
526						Ins	843	168	252	818	163	275
527						Ex	836	167	347	940	186	240
528						Dis	900	177	407	910	185	463
529					CX	Inv	914	181	6	907	181	53
530						Ins	921	185	205	803	161	399
531						Ex	956	192	216	1002	201	374
532						Dis	919	181	230	913	182	273
533					OX	Inv	903	182	416	887	175	366
534						Ins	913	184	257	838	169	328
535						Ex	898	179	155	881	177	331
536						Dis	925	184	426	931	186	259
537					PBX	Inv	891	180	397	777	156	2
538						Ins	903	183	197	904	180	227
539						Ex	876	172	69	924	187	318
540						Dis	889	177	259	887	176	340
541	20	0.7	0.2	Tournament	MOX	Inv	1145	229	0	1023	201	2
542						Ins	1145	229	0	1145	229	0
543						Ex	1145	229	0	1145	229	0
544						Dis	1145	229	0	1134	226	1
545					PMX	Inv	1070	207	6	1142	230	1
546						Ins	1145	229	0	1108	224	1
547						Ex	1110	220	9	1145	229	0
548						Dis	1089	219	1	1145	229	0
549					CX	Inv	1120	221	303	1106	223	3
550						Ins	1094	219	4	1145	229	0
551						Ex	1145	229	0	1059	214	1
552						Dis	1145	229	0	1064	213	66
553					OX	Inv	973	196	162	1019	201	79
554						Ins	1145	229	0	1052	211	379
555						Ex	1125	223	479	1102	223	152
556						Dis	1145	229	0	1145	229	0
557					PBX	Inv	1030	207	110	1049	208	19
558						Ins	1107	219	17	1114	224	1
559						Ex	1110	224	9	1117	223	1
560						Dis	1088	214	379	1056	210	166



ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
561	20	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	875	173	40	915	183	81
562						Ins	898	179	70	911	183	321
563						Ex	894	182	438	933	190	480
564						Dis	883	179	268	917	183	39
565					PMX	Inv	876	175	10	927	184	186
566						Ins	893	180	390	896	180	4
567						Ex	894	178	371	906	180	175
568						Dis	841	163	95	852	170	397
569					CX	Inv	931	188	497	907	180	46
570						Ins	882	177	313	863	171	409
571						Ex	895	176	371	913	183	62
572						Dis	916	184	330	950	189	311
573					OX	Inv	824	163	24	898	179	258
574						Ins	906	181	55	860	171	182
575						Ex	872	177	180	832	167	496
576						Dis	859	171	172	893	179	55
577					PBX	Inv	830	166	204	876	176	452
578						Ins	855	168	310	813	161	93
579						Ex	889	179	404	917	180	382
580						Dis	858	173	321	879	177	440
581	Tournament	0.7	0.3	MOX	Inv	1144	229	238	1138	229	1	
582					Ins	1145	229	0	1145	229	0	
583					Ex	1145	229	0	1145	229	0	
584					Dis	1100	220	1	1145	229	0	
585				PMX	Inv	1145	229	0	1012	202	66	
586					Ins	1075	216	2	1132	227	1	
587					Ex	1091	218	6	1097	218	1	
588					Dis	1138	230	237	1083	216	378	
589				CX	Inv	1095	220	2	1034	205	391	
590					Ins	1102	221	1	1145	229	0	
591					Ex	1138	228	2	1145	229	0	
592					Dis	1145	229	0	1145	229	0	
593				OX	Inv	1007	199	462	1040	204	131	
594					Ins	1084	215	1	1131	222	250	
595					Ex	1102	220	429	1100	222	382	
596					Dis	1097	221	45	1117	223	91	
597				PBX	Inv	1049	207	281	1035	204	223	
598					Ins	1062	212	22	1086	217	2	
599					Ex	1059	210	9	1074	214	59	
600					Dis	1017	206	145	1038	209	388	

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
601	20	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	851	170	77	853	167	75
602						Ins	860	172	224	915	185	138
603						Ex	829	167	319	900	179	273
604						Dis	901	178	295	942	186	318
605					PMX	Inv	894	181	132	858	170	313
606						Ins	913	180	242	913	181	168
607						Ex	882	176	38	917	183	128
608						Dis	864	172	471	870	178	59
609					CX	Inv	862	173	254	871	175	128
610						Ins	914	183	55	838	168	449
611						Ex	824	165	497	886	180	140
612						Dis	803	160	348	912	182	166
613					OX	Inv	851	167	263	915	183	90
614						Ins	836	166	201	894	178	437
615						Ex	912	182	68	882	176	338
616						Dis	860	172	237	920	185	323
617					PBX	Inv	870	177	325	912	181	224
618						Ins	853	170	108	886	176	385
619						Ex	895	177	152	828	163	413
620						Dis	913	182	150	876	173	437
621	Tournament	0.7	0.4	MOX	Inv	1131	224	1	1076	219	408	
622					Ins	1145	229	0	1145	229	0	
623					Ex	1145	229	0	1104	221	1	
624					Dis	1145	229	0	1145	229	0	
625				PMX	Inv	1013	202	323	1035	208	56	
626					Ins	1033	207	1	1145	229	0	
627					Ex	1145	229	0	1145	229	0	
628					Dis	1078	211	308	1069	213	336	
629				CX	Inv	1115	223	1	1125	222	139	
630					Ins	1121	223	1	1142	227	1	
631					Ex	1145	229	0	1145	229	0	
632					Dis	1059	214	412	939	186	401	
633				OX	Inv	1013	202	253	921	181	443	
634					Ins	1077	215	311	1012	204	1	
635					Ex	1090	215	162	1046	209	249	
636					Dis	1119	226	151	1006	200	329	
637				PBX	Inv	1021	204	268	992	195	220	
638					Ins	1029	206	8	1113	224	47	
639					Ex	1002	198	196	1059	213	23	
640					Dis	998	199	270	998	198	281	

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
641	20	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	932	188	438	903	179	443
642						Ins	1001	201	250	860	172	444
643						Ex	853	170	382	907	183	483
644						Dis	933	189	209	945	190	400
645					PMX	Inv	931	188	407	864	168	319
646						Ins	884	178	92	863	170	171
647						Ex	827	165	478	904	177	427
648						Dis	874	173	155	881	178	292
649					CX	Inv	955	191	43	927	184	385
650						Ins	960	191	3	936	185	26
651						Ex	947	189	241	892	176	253
652						Dis	907	184	193	971	193	132
653					OX	Inv	821	166	247	926	185	253
654						Ins	939	190	118	900	181	243
655						Ex	938	186	321	907	179	338
656						Dis	878	174	368	899	179	239
657					PBX	Inv	789	157	475	913	182	139
658						Ins	869	175	449	905	182	474
659						Ex	889	180	306	940	184	227
660						Dis	884	178	194	873	176	306
661	20	0.8	0.1	Tournament	MOX	Inv	1114	221	1	1145	229	0
662						Ins	1145	229	0	1145	229	0
663						Ex	1145	229	0	1145	229	0
664						Dis	993	219	1	1137	228	1
665					PMX	Inv	1054	207	13	1103	221	9
666						Ins	1087	219	2	1013	202	1
667						Ex	1145	229	0	1114	223	1
668						Dis	1145	229	0	1114	222	1
669					CX	Inv	1145	229	0	1145	229	0
670						Ins	1145	229	0	1145	229	0
671						Ex	1145	229	0	1145	229	0
672						Dis	1056	210	268	1059	214	1
673					OX	Inv	1071	216	176	1018	204	12
674						Ins	1145	229	0	1104	220	471
675						Ex	1145	229	0	1143	228	19
676						Dis	1145	229	0	1133	227	2
677					PBX	Inv	1050	209	16	1134	228	18
678						Ins	1104	219	4	1109	222	9
679						Ex	1132	226	1	1106	222	8
680						Dis	1059	209	4	1135	225	11

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
681	20	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	797	157	373	911	180	482
682						Ins	958	192	134	886	176	213
683						Ex	926	187	149	884	174	470
684						Dis	903	184	288	879	179	260
685					PMX	Inv	883	178	475	903	179	359
686						Ins	808	161	217	936	190	87
687						Ex	897	178	4	942	190	378
688						Dis	868	176	252	890	177	301
689					CX	Inv	934	188	179	884	176	58
690						Ins	845	171	131	948	193	334
691						Ex	941	188	24	942	189	64
692						Dis	939	190	440	896	182	238
693					OX	Inv	897	180	318	908	181	169
694						Ins	856	169	161	911	185	279
695						Ex	915	187	245	855	171	383
696						Dis	848	170	43	924	186	460
697					PBX	Inv	892	180	262	903	182	28
698						Ins	918	182	236	899	182	289
699						Ex	861	173	126	892	181	221
700						Dis	842	166	397	882	175	48
701	20	0.8	0.2	Tournament	MOX	Inv	1145	229	0	1138	228	170
702						Ins	1145	229	0	1145	229	0
703						Ex	1117	223	1	1145	229	0
704						Dis	1084	217	1	1145	229	0
705					PMX	Inv	1028	205	34	1091	222	2
706						Ins	1145	229	0	1127	223	1
707						Ex	1060	212	1	1079	213	5
708						Dis	1085	216	4	1058	210	1
709					CX	Inv	1035	206	13	1134	229	4
710						Ins	1145	229	0	1115	223	1
711						Ex	1032	206	1	1132	228	7
712						Dis	1059	214	1	1082	219	1
713					OX	Inv	1046	208	442	1014	204	69
714						Ins	1131	228	246	1059	208	176
715						Ex	1128	225	2	1068	214	3
716						Dis	1095	218	496	1030	208	467
717					PBX	Inv	1059	214	6	1106	222	1
718						Ins	1139	231	4	1127	229	3
719						Ex	1145	229	0	1053	209	3
720						Dis	1047	208	3	959	190	13

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
721	20	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	819	163	493	893	176	232
722						Ins	863	171	366	896	179	258
723						Ex	773	152	386	919	184	369
724						Dis	822	163	213	907	180	425
725					PMX	Inv	869	174	198	885	175	382
726						Ins	908	184	346	921	180	72
727						Ex	865	172	88	907	182	328
728						Dis	838	168	180	915	183	380
729					CX	Inv	891	179	5	864	171	223
730						Ins	810	161	111	766	152	167
731						Ex	825	162	257	865	172	118
732						Dis	893	181	122	930	182	348
733					OX	Inv	846	169	51	850	171	229
734						Ins	903	179	459	937	187	421
735						Ex	869	174	265	910	180	260
736					PBX	Dis	894	177	484	787	159	306
737						Inv	890	182	465	905	180	450
738						Ins	897	178	343	829	166	488
739					Dis	Ex	842	169	187	797	158	299
740						Inv	897	174	254	881	178	18
741	MOX	Ins	1130	227		267	1089	220	405			
742		Ex	1145	229	0	1126	227	1				
743		Dis	1118	224	1	1135	225	1				
744		Inv	1145	229	0	1102	220	1				
745	PMX	Ins	1020	201	232	1118	222	1				
746		Ex	1143	228	2	1145	229	0				
747		Dis	994	197	2	1145	229	0				
748	CX	Inv	1126	223	477	1037	206	1				
749		Ins	1061	212	2	1024	207	48				
750		Ex	1145	229	0	1105	220	1				
751		Dis	1145	229	0	1145	229	0				
752	OX	Inv	1074	216	1	1017	205	1				
753		Ins	903	182	67	930	183	69				
754		Ex	1046	208	1	1140	229	376				
755		Dis	1034	207	1	1125	229	447				
756	PBX	Inv	1070	216	405	1055	208	1				
757		Ins	1060	209	29	1038	206	44				
758		Ex	1043	209	8	1128	227	2				
759		Dis	1038	204	13	1048	210	150				
760	Tournament	Inv	1009	203	1	1009	199	133				
		Ins										
		Ex										
		Dis										

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
761	20	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	906	178	443	882	175	185
762						Ins	912	183	193	836	167	241
763						Ex	850	170	28	837	167	150
764						Dis	831	165	65	775	154	26
765					PMX	Inv	865	176	384	811	162	418
766						Ins	886	177	464	851	169	148
767						Ex	876	175	10	875	174	80
768						Dis	843	168	53	897	178	139
769					CX	Inv	915	183	363	908	183	405
770						Ins	849	171	68	908	181	350
771						Ex	888	177	371	913	183	295
772						Dis	838	166	291	900	180	164
773					OX	Inv	834	167	379	877	172	314
774						Ins	868	174	144	883	176	187
775						Ex	903	177	168	903	178	77
776						Dis	894	175	199	873	173	151
777					PBX	Inv	876	176	96	904	180	290
778						Ins	924	184	433	870	176	71
779						Ex	907	183	74	817	163	432
780						Dis	835	166	373	930	187	203
781	20	0.8	0.4	Tournament	MOX	Inv	1091	218	449	1085	221	447
782						Ins	1118	224	1	1145	229	0
783						Ex	1099	218	1	1145	229	0
784						Dis	1145	229	0	1145	229	0
785					PMX	Inv	1033	208	323	974	193	156
786						Ins	1089	220	1	1114	224	92
787						Ex	1091	216	2	1029	208	6
788						Dis	979	196	261	1035	205	1
789					CX	Inv	1124	225	2	1073	216	256
790						Ins	1103	220	1	1145	229	0
791						Ex	1142	228	2	1145	229	0
792						Dis	1021	200	2	979	199	226
793					OX	Inv	988	200	302	989	197	44
794						Ins	1012	201	2	1107	222	1
795						Ex	1074	215	12	1024	206	373
796						Dis	1072	214	2	1069	214	441
797					PBX	Inv	1038	204	167	904	183	19
798						Ins	1125	227	6	1035	208	6
799						Ex	1024	208	261	936	186	45
800						Dis	995	198	118	988	200	478

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
801	20	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	933	180	177	858	170	471
802						Ins	831	163	432	925	188	252
803						Ex	855	172	231	810	160	135
804						Dis	735	146	166	911	180	313
805					PMX	Inv	916	182	420	903	185	275
806						Ins	794	161	131	839	161	331
807						Ex	875	172	71	875	173	152
808						Dis	879	174	413	902	179	362
809					CX	Inv	893	180	442	904	181	163
810						Ins	927	184	345	982	195	365
811						Ex	951	191	186	927	183	38
812						Dis	930	187	457	916	185	485
813				OX	Inv	866	173	16	888	176	234	
814					Ins	866	174	260	934	188	233	
815					Ex	902	181	477	864	173	279	
816					Dis	923	183	48	926	183	127	
817				PBX	Inv	920	183	302	826	166	51	
818					Ins	878	175	455	920	182	160	
819					Ex	898	181	499	877	177	458	
820					Dis	922	184	236	913	178	300	
821	Tournament	MOX	Inv	1109	222	1	1145	229	0			
822			Ins	1145	229	0	1145	229	0			
823			Ex	1145	229	0	1145	229	0			
824			Dis	1145	229	0	1145	229	0			
825		PMX	Inv	1127	223	1	1099	225	5			
826			Ins	1121	224	1	1145	229	0			
827			Ex	1091	216	1	1036	207	1			
828			Dis	1080	212	7	1145	229	0			
829		CX	Inv	1103	220	1	1059	214	1			
830			Ins	1139	227	1	1145	229	0			
831			Ex	1071	215	1	1032	206	1			
832			Dis	1082	219	1	1082	219	1			
833	OX	Inv	947	191	292	1001	201	149				
834		Ins	1138	227	58	1092	223	342				
835		Ex	919	183	486	1135	225	479				
836		Dis	1068	212	48	1145	229	0				
837	PBX	Inv	1114	221	7	1111	223	1				
838		Ins	1082	217	13	1133	228	3				
839		Ex	1006	199	11	1063	212	15				
840		Dis	1145	229	0	1124	225	15				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
841	20	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	941	185	301	907	179	4
842						Ins	906	182	21	886	177	188
843						Ex	875	174	305	792	159	75
844						Dis	866	172	222	844	169	80
845					PMX	Inv	863	173	471	918	183	489
846						Ins	879	179	464	887	178	336
847						Ex	899	178	154	872	174	291
848						Dis	906	182	341	855	172	294
849					CX	Inv	926	185	192	944	188	69
850						Ins	950	189	131	830	166	71
851						Ex	966	193	7	971	197	214
852						Dis	897	179	394	876	177	499
853					OX	Inv	841	167	187	865	171	184
854						Ins	911	182	23	824	165	331
855						Ex	885	177	179	822	163	351
856						Dis	825	164	396	871	173	111
857					PBX	Inv	859	170	139	848	168	39
858						Ins	870	176	51	891	181	172
859						Ex	883	179	33	886	176	342
860						Dis	903	181	402	906	179	54
861				Tournament	MOX	Inv	1145	229	0	1144	231	103
862						Ins	1145	229	0	993	199	2
863						Ex	1091	217	1	1145	229	0
864						Dis	1128	224	2	1145	229	0
865					PMX	Inv	1103	222	1	1105	224	2
866						Ins	1101	220	1	1109	224	1
867						Ex	975	195	2	1145	229	0
868						Dis	1073	211	11	1109	218	5
869					CX	Inv	1078	215	3	1095	220	24
870						Ins	1082	219	1	1145	229	0
871						Ex	1115	223	1	1120	229	1
872						Dis	1145	229	0	1110	223	339
873	OX	Inv	1043		204	346	967	192	90			
874		Ins	1065		212	464	1068	211	350			
875		Ex	1131		225	35	1039	207	3			
876		Dis	1121		225	1	1073	217	260			
877	PBX	Inv	944		186	431	987	198	316			
878		Ins	1145		229	0	1005	205	4			
879		Ex	1105		219	3	1026	207	2			
880		Dis	1051		211	413	1034	207	2			



ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
881	20	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	871	173	441	877	175	495
882						Ins	902	180	409	871	174	155
883						Ex	875	172	94	895	179	38
884						Dis	901	181	295	850	170	107
885					PMX	Inv	884	175	414	799	158	287
886						Ins	824	166	180	914	179	126
887						Ex	894	178	253	876	175	400
888						Dis	831	169	383	851	170	432
889					CX	Inv	901	180	257	899	181	121
890						Ins	867	170	355	900	177	179
891						Ex	849	168	105	915	182	405
892						Dis	909	180	88	851	171	382
893					OX	Inv	875	175	85	838	168	210
894						Ins	892	178	477	897	178	413
895						Ex	818	161	331	842	167	437
896						Dis	849	167	465	845	168	426
897					PBX	Inv	863	175	482	862	174	448
898						Ins	870	173	57	889	179	363
899						Ex	815	164	348	831	165	319
900						Dis	852	172	115	838	168	480
901	20	0.9	0.3	Tournament	MOX	Inv	1047	209	1	1064	213	1
902						Ins	1110	223	1	1104	221	1
903						Ex	1145	229	0	1145	229	0
904						Dis	1145	229	0	1020	202	3
905					PMX	Inv	1041	206	93	1053	211	333
906						Ins	1044	211	1	1042	208	2
907						Ex	1020	204	1	1020	205	1
908						Dis	1064	212	346	1029	205	227
909					CX	Inv	1134	227	17	1119	226	2
910						Ins	1145	229	0	1145	229	0
911						Ex	1145	229	0	1068	213	1
912						Dis	1115	223	1	1105	220	2
913					OX	Inv	972	196	355	1003	199	87
914						Ins	1102	221	206	1110	221	282
915						Ex	1006	203	470	1049	211	230
916						Dis	1044	207	1	1023	206	3
917					PBX	Inv	1013	199	89	1059	212	8
918						Ins	1104	220	1	1092	219	5
919						Ex	1052	208	6	1036	209	6
920						Dis	999	200	3	1066	214	242

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ฟลิตกัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
921	20	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	912	180	421	823	164	358
922						Ins	889	180	320	819	163	162
923						Ex	889	178	69	861	175	371
924						Dis	902	180	176	922	186	428
925					PMX	Inv	871	174	288	861	175	457
926						Ins	876	175	8	888	178	29
927						Ex	880	175	419	874	175	115
928						Dis	862	171	375	827	163	9
929					CX	Inv	886	175	498	888	178	39
930						Ins	941	187	304	891	180	149
931						Ex	911	183	209	870	173	466
932						Dis	921	181	304	857	171	278
933					OX	Inv	867	174	392	834	164	192
934						Ins	939	187	300	867	174	144
935						Ex	900	183	78	896	177	39
936						Dis	891	176	453	860	170	374
937					PBX	Inv	913	182	411	841	165	176
938						Ins	898	179	230	878	175	209
939				Ex		870	174	407	840	166	367	
940				Dis		907	181	397	908	182	14	
941				Tournament	MOX	Inv	929	186	477	1027	204	204
942						Ins	1100	220	1	1145	229	0
943						Ex	1119	224	1	1123	229	3
944						Dis	1145	229	0	1145	229	0
945					PMX	Inv	1046	210	39	1004	200	289
946						Ins	1091	220	30	1073	218	20
947						Ex	1103	222	1	1073	215	1
948						Dis	1071	211	127	961	194	317
949					CX	Inv	1064	214	358	1014	204	182
950						Ins	1115	223	1	1103	220	1
951						Ex	1145	229	0	1129	229	5
952						Dis	1031	205	436	1011	201	4
953					OX	Inv	963	191	384	994	198	138
954						Ins	1082	215	216	1003	197	1
955						Ex	981	193	58	1040	207	398
956						Dis	1097	223	2	1063	209	247
957	PBX	Inv	970		193	16	989	198	284			
958		Ins	1096		220	135	1015	202	240			
959		Ex	1094	219	344	951	190	44				
960		Dis	995	197	84	970	192	475				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
961	30	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	882	178	75	775	154	293
962						Ins	820	165	267	976	194	203
963						Ex	912	180	276	922	184	24
964						Dis	913	182	360	845	170	371
965					PMX	Inv	902	182	152	789	159	318
966						Ins	822	166	362	909	185	381
967						Ex	876	173	55	964	196	27
968						Dis	934	190	410	928	186	216
969					CX	Inv	885	180	181	834	166	347
970						Ins	974	194	27	972	192	72
971						Ex	917	182	302	902	181	307
972						Dis	801	159	438	911	180	57
973					OX	Inv	871	172	266	896	179	78
974						Ins	861	172	169	893	181	290
975						Ex	915	183	392	911	181	64
976						Dis	830	168	188	913	182	424
977					PBX	Inv	855	172	130	916	180	442
978						Ins	900	178	380	895	180	227
979						Ex	901	181	356	888	179	77
980						Dis	860	171	22	909	182	237
981	Tournament	0.7	0.1	MOX	Inv	1145	229	0	1145	229	0	
982					Ins	1145	229	0	1145	229	0	
983					Ex	1139	229	5	1145	229	0	
984					Dis	1145	229	0	1145	229	0	
985				PMX	Inv	1097	219	1	1084	219	11	
986					Ins	1091	220	1	1124	223	6	
987					Ex	1114	223	1	1050	208	5	
988					Dis	1087	218	1	1010	203	10	
989				CX	Inv	1080	215	2	1104	220	1	
990					Ins	1121	223	1	1138	229	4	
991					Ex	1056	210	1	1127	223	1	
992					Dis	1114	220	294	1056	210	1	
993				OX	Inv	1013	207	132	1046	212	177	
994					Ins	1145	229	0	1145	229	0	
995					Ex	1131	227	303	1145	229	0	
996					Dis	1145	229	0	1119	222	1	
997				PBX	Inv	1057	212	11	1097	222	256	
998					Ins	1077	216	5	1032	204	6	
999					Ex	1094	220	6	1010	201	5	
1000					Dis	1000	201	2	1124	223	1	

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1001	30	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	831	165	401	860	173	58
1002						Ins	788	157	474	835	165	467
1003						Ex	897	179	134	886	177	93
1004						Dis	834	167	140	873	174	236
1005					PMX	Inv	823	164	416	864	172	474
1006						Ins	874	177	131	854	172	194
1007						Ex	893	179	294	908	182	318
1008					CX	Dis	900	180	207	822	164	38
1009						Inv	893	175	118	878	176	39
1010						Ins	878	175	263	908	184	394
1011						Ex	817	163	440	812	162	147
1012					OX	Dis	872	176	470	849	170	436
1013						Inv	888	177	163	871	171	39
1014						Ins	887	177	112	887	179	384
1015					PBX	Ex	899	177	262	894	174	44
1016						Dis	905	177	352	884	175	216
1017				Inv		857	174	370	937	187	35	
1018				Ins		892	177	301	922	180	42	
1019				MOX	Ex	903	179	212	851	168	373	
1020					Dis	873	173	447	840	167	27	
1021	Inv	1078	216		400	1145	229	0				
1022	Ins	1093	219		1	1140	229	1				
1023	PMX	Ex	1086	217	1	1145	229	0				
1024		Dis	1145	229	0	1139	228	1				
1025		Inv	1090	217	9	1130	226	1				
1026	CX	Ins	1087	218	3	1117	224	2				
1027		Ex	1145	229	0	1032	206	2				
1028		Dis	1112	221	1	1036	208	3				
1029		Inv	1114	223	200	1094	216	2				
1030	OX	Ins	1145	229	0	1123	224	2				
1031		Ex	1136	225	3	1145	229	0				
1032		Dis	964	192	211	1016	205	428				
1033	PBX	Inv	1045	211	133	975	193	277				
1034		Ins	1145	229	0	1145	229	0				
1035		Ex	1069	212	1	1094	218	357				
1036		Dis	1092	218	2	1123	223	1				
1037	MOX	Inv	1087	218	18	1045	211	2				
1038		Ins	1073	216	10	1034	205	1				
1039		Ex	1145	229	0	1089	216	3				
1040		Dis	1086	217	388	1041	208	5				

ตารางที่ ๓.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1041	30	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	881	177	226	881	177	226
1042						Ins	889	177	58	889	177	58
1043						Ex	906	181	395	906	181	395
1044						Dis	864	173	469	864	173	469
1045					PMX	Inv	840	169	313	840	169	313
1046						Ins	820	161	374	820	161	374
1047						Ex	869	175	293	869	175	293
1048						Dis	829	164	470	829	164	470
1049					CX	Inv	892	180	46	892	180	46
1050						Ins	951	187	48	951	187	48
1051						Ex	901	177	163	901	177	163
1052						Dis	788	158	436	788	158	436
1053				OX	Inv	881	175	116	881	175	116	
1054					Ins	782	154	335	782	154	335	
1055					Ex	852	173	371	852	173	371	
1056					Dis	893	177	475	893	177	475	
1057				PBX	Inv	889	180	342	889	180	342	
1058					Ins	907	183	442	907	183	442	
1059					Ex	852	174	264	852	174	264	
1060					Dis	879	179	26	879	179	26	
1061	Tournament	MOX	Inv	945	189	182	945	189	182			
1062			Ins	1145	229	0	1145	229	0			
1063			Ex	1145	229	0	1145	229	0			
1064			Dis	1140	225	1	1140	225	1			
1065		PMX	Inv	1077	217	6	1077	217	6			
1066			Ins	1123	225	1	1123	225	1			
1067			Ex	1074	216	2	1074	216	2			
1068			Dis	1066	214	3	1066	214	3			
1069		CX	Inv	1077	217	5	1077	217	5			
1070			Ins	1104	220	1	1104	220	1			
1071			Ex	1055	212	1	1055	212	1			
1072			Dis	1080	217	441	1080	217	441			
1073	OX	Inv	1003	199	34	1003	199	34				
1074		Ins	1145	229	0	1145	229	0				
1075		Ex	1093	217	1	1093	217	1				
1076		Dis	1121	223	1	1121	223	1				
1077	PBX	Inv	983	198	15	983	198	15				
1078		Ins	1059	211	14	1059	211	14				
1079		Ex	1034	205	177	1034	205	177				
1080		Dis	1060	213	346	1060	213	346				

ตารางที่ ๑.๒ ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1081	30	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	815	164	137	815	164	137
1082						Ins	926	184	182	926	184	182
1083						Ex	912	182	240	912	182	240
1084						Dis	908	180	267	908	180	267
1085					PMX	Inv	899	182	305	899	182	305
1086						Ins	918	182	79	918	182	79
1087						Ex	838	165	135	838	165	135
1088						Dis	832	166	188	832	166	188
1089					CX	Inv	863	172	45	863	172	45
1090						Ins	845	172	357	845	172	357
1091						Ex	894	179	474	894	179	474
1092						Dis	881	171	220	881	171	220
1093					OX	Inv	903	182	444	903	182	444
1094						Ins	818	162	301	818	162	301
1095						Ex	910	183	161	910	183	161
1096						Dis	826	166	368	826	166	368
1097				PBX	Inv	879	174	80	879	174	80	
1098					Ins	870	170	277	870	170	277	
1099					Ex	866	171	368	866	171	368	
1100					Dis	876	177	342	876	177	342	
1101	Tournament	MOX	Inv	1070	209	247	1070	209	247			
1102			Ins	1050	212	1	1050	212	1			
1103			Ex	1130	226	1	1130	226	7			
1104			Dis	1093	217	1	1093	217	1			
1105		PMX	Inv	980	200	299	980	200	299			
1106			Ins	1105	220	1	1105	220	1			
1107			Ex	1119	225	1	1119	225	1			
1108			Dis	1044	207	145	1044	207	145			
1109		CX	Inv	1034	207	2	1034	207	2			
1110			Ins	1101	220	2	1101	220	2			
1111			Ex	1126	226	1	1126	226	1			
1112			Dis	1138	228	1	1138	228	1			
1113		OX	Inv	965	193	410	965	193	410			
1114			Ins	1108	222	273	1108	222	273			
1115			Ex	994	199	117	994	199	117			
1116			Dis	1047	210	1	1047	210	1			
1117	PBX	Inv	987	198	349	987	198	349				
1118		Ins	1076	216	6	1076	216	6				
1119		Ex	931	185	64	931	185	64				
1120		Dis	1024	204	110	1024	204	110				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1121	30	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	860	169	145	860	169	145
1122						Ins	920	183	35	920	183	35
1123						Ex	912	182	223	912	182	223
1124						Dis	913	180	325	913	180	325
1125					PMX	Inv	887	177	207	887	177	207
1126						Ins	869	175	136	869	175	136
1127						Ex	875	175	465	875	175	465
1128						Dis	836	167	388	836	167	388
1129					CX	Inv	811	161	247	811	161	247
1130						Ins	947	191	57	947	191	57
1131						Ex	930	186	16	930	186	16
1132						Dis	926	184	168	926	184	168
1133					OX	Inv	890	180	210	890	180	210
1134						Ins	856	172	78	856	172	78
1135						Ex	872	175	398	872	175	398
1136						Dis	889	176	184	889	176	184
1137					PBX	Inv	922	186	163	922	186	163
1138						Ins	901	183	476	901	183	476
1139				Ex		884	177	277	884	177	277	
1140				Dis		913	182	22	913	182	22	
1141				MOX	Inv	1135	227	2	1135	227	2	
1142					Ins	1145	229	0	1145	229	0	
1143					Ex	1145	229	0	1145	229	0	
1144					Dis	1145	229	0	1145	229	0	
1145				PMX	Inv	1050	209	2	1050	209	2	
1146					Ins	1087	216	1	1087	216	1	
1147					Ex	1088	213	1	1088	213	1	
1148					Dis	1038	206	1	1038	206	1	
1149				CX	Inv	1083	216	9	1083	216	9	
1150					Ins	903	180	4	903	180	4	
1151	Ex	1145	229		0	1145	229	0				
1152	Dis	1056	210		1	1056	210	1				
1153	OX	Inv	934	186	421	934	186	421				
1154		Ins	1127	228	190	1127	228	190				
1155		Ex	1078	221	1	1078	221	1				
1156		Dis	1002	198	460	1002	198	460				
1157	PBX	Inv	977	197	9	977	197	9				
1158		Ins	1091	217	1	1091	217	1				
1159		Ex	1065	212	6	1065	212	6				
1160		Dis	1059	211	2	1059	211	2				
	Tournament											

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1161	30	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	854	170	383	833	168	451
1162						Ins	856	171	426	842	170	436
1163						Ex	868	174	72	866	172	467
1164						Dis	880	177	43	950	191	381
1165					PMX	Inv	867	170	345	893	179	489
1166						Ins	895	179	376	866	174	46
1167						Ex	847	171	127	839	164	103
1168						Dis	869	174	64	841	166	146
1169					CX	Inv	924	186	495	849	170	330
1170						Ins	902	184	385	859	172	19
1171						Ex	916	183	140	917	181	159
1172						Dis	888	178	216	903	179	197
1173					OX	Inv	847	168	224	881	175	177
1174						Ins	893	228	16	866	171	281
1175						Ex	837	166	189	899	181	353
1176						Dis	823	163	415	883	177	410
1177					PBX	Inv	881	175	413	814	163	194
1178						Ins	846	166	109	858	173	209
1179						Ex	826	165	249	859	172	166
1180						Dis	796	161	482	907	181	292
1181	30	0.8	0.2	Tournament	MOX	Inv	1139	224	3	1145	229	0
1182						Ins	1068	212	1	1145	229	0
1183						Ex	1145	229	0	1124	226	3
1184						Dis	1145	229	0	1140	228	2
1185					PMX	Inv	1105	222	372	1116	222	6
1186						Ins	1145	229	0	1145	229	0
1187						Ex	1108	220	8	1094	216	2
1188						Dis	1055	211	3	1063	213	13
1189					CX	Inv	1056	213	4	1108	222	1
1190						Ins	1144	230	3	1100	219	2
1191						Ex	1112	224	3	1022	206	1
1192						Dis	1102	218	414	1115	223	1
1193					OX	Inv	899	181	351	1012	202	485
1194						Ins	1090	217	80	1088	217	393
1195						Ex	1021	202	2	1054	211	457
1196						Dis	1056	211	209	1129	226	421
1197					PBX	Inv	1088	220	3	1036	207	11
1198						Ins	1071	213	2	1001	200	2
1199						Ex	1077	216	1	1044	209	12
1200						Dis	1016	206	1	1019	205	1



ตารางที่ ฉ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1201	30	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	848	173	268	837	166	178
1202						Ins	954	193	19	896	180	109
1203						Ex	875	177	415	868	175	286
1204						Dis	885	177	151	897	182	354
1205					PMX	Inv	889	177	477	827	163	343
1206						Ins	847	167	432	820	167	268
1207						Ex	845	170	341	840	169	64
1208						Dis	830	165	475	872	175	327
1209					CX	Inv	813	160	224	883	173	423
1210						Ins	917	180	391	944	191	176
1211						Ex	876	175	107	868	174	117
1212						Dis	885	178	78	857	171	386
1213				OX	Inv	829	164	171	843	167	83	
1214					Ins	857	170	107	879	174	308	
1215					Ex	841	170	336	846	169	185	
1216					Dis	841	168	386	911	181	97	
1217				PBX	Inv	857	172	276	876	178	441	
1218					Ins	899	182	45	899	178	254	
1219					Ex	826	165	71	859	171	329	
1220					Dis	863	172	16	863	175	300	
1221	Tournament	MOX	Inv	1044	207	1	1037	208	2			
1222			Ins	1064	211	1	1145	229	0			
1223			Ex	1145	229	0	1120	224	1			
1224			Dis	1138	229	1	1145	229	0			
1225		PMX	Inv	973	192	16	923	184	5			
1226			Ins	1145	229	0	1099	218	1			
1227			Ex	1092	217	5	1041	208	2			
1228			Dis	1023	205	366	1032	203	3			
1229		CX	Inv	1123	224	3	1104	218	8			
1230			Ins	1090	217	2	1123	224	1			
1231			Ex	1022	206	1	1144	228	3			
1232			Dis	1004	197	274	1082	219	1			
1233	OX	Inv	973	195	463	995	199	362				
1234		Ins	1004	202	293	1074	217	336				
1235		Ex	1019	205	7	1037	207	2				
1236		Dis	1141	228	248	1089	214	276				
1237	PBX	Inv	1003	202	179	1047	211	287				
1238		Ins	1116	226	4	1036	209	3				
1239		Ex	1007	197	1	1003	200	2				
1240		Dis	946	191	55	969	192	375				

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1241	30	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	810	159	421	904	183	168	
1242						Ins	875	174	63	880	194	143	
1243						Ex	871	172	282	890	177	198	
1244						Dis	903	179	123	946	188	34	
1245					PMX	Inv	860	170	201	857	171	65	
1246						Ins	875	173	25	833	165	79	
1247						Ex	861	173	463	884	178	357	
1248						Dis	885	177	292	846	165	409	
1249					CX	Inv	876	176	458	918	184	24	
1250						Ins	921	182	184	914	182	182	
1251						Ex	867	172	77	899	180	176	
1252						Dis	916	181	358	912	181	358	
1253					OX	Inv	849	169	46	862	173	419	
1254						Ins	850	170	73	895	175	395	
1255						Ex	825	168	133	890	178	36	
1256						Dis	902	180	396	861	171	204	
1257					PBX	Inv	849	171	397	884	176	288	
1258						Ins	877	176	248	881	177	197	
1259						Ex	896	182	390	843	165	261	
1260						Dis	860	173	385	835	165	384	
1261					Tournament	MOX	Inv	1144	231	1	1083	213	209
1262							Ins	1126	226	1	1111	220	1
1263							Ex	1101	216	1	1097	223	3
1264							Dis	1145	229	0	1145	229	0
1265						PMX	Inv	931	184	86	941	188	1
1266							Ins	1088	218	10	1088	217	2
1267							Ex	1069	214	3	1051	211	6
1268							Dis	1042	208	188	918	182	259
1269	CX	Inv	1034	207		7	1053	211	6				
1270		Ins	1145	229		0	1091	217	2				
1271		Ex	1064	212		8	1022	206	2				
1272		Dis	1046	209		2	1066	212	464				
1273	OX	Inv	947	189	439	942	185	186					
1274		Ins	942	188	2	1119	222	221					
1275		Ex	1009	202	102	1052	210	130					
1276		Dis	1029	206	458	1036	206	441					
1277	PBX	Inv	958	191	97	972	194	177					
1278		Ins	971	194	1	997	199	200					
1279		Ex	959	192	51	1013	202	211					
1280		Dis	1017	204	395	978	192	128					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
1281	30	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	881	179	436	890	178	199				
1282						Ins	1019	205	54	851	169	215				
1283						Ex	931	187	291	867	174	127				
1284						Dis	900	180	490	877	174	37				
1285					PMX	Inv	859	168	378	846	171	51				
1286						Ins	896	179	445	854	170	118				
1287						Ex	837	165	447	875	174	137				
1288					CX	Dis	883	175	450	914	182	399				
1289						Inv	874	173	329	872	175	291				
1290						Ins	852	169	45	892	178	190				
1291						Ex	914	231	231	1003	199	2				
1292					OX	Dis	954	192	158	842	168	70				
1293						Inv	777	154	151	886	176	267				
1294						Ins	854	170	223	874	173	147				
1295						Ex	799	158	493	841	170	435				
1296					PBX	Dis	877	177	292	864	172	168				
1297						Inv	824	163	71	818	163	230				
1298						Ins	866	171	459	886	175	192				
1299						Ex	869	174	169	892	178	462				
1300					30	0.9	0.1	Tournament	MOX	Dis	866	172	9	871	175	282
1301										Inv	1145	229	0	1145	229	0
1302										Ins	1138	229	1	1145	229	0
1303										Ex	1145	229	0	1137	229	1
1304									PMX	Dis	1111	223	1	1145	229	0
1305	Inv	1106	224	2						1104	220	1				
1306	Ins	1094	223	9						1099	219	1				
1307	Ex	1145	229	0					1004	202	2					
1308	CX	Dis	1097	221					4	1119	222	1				
1309		Inv	1082	218					1	1066	215	6				
1310		Ins	1098	219					1	1140	228	2				
1311		Ex	1098	219					1	1145	229	0				
1312	OX	Dis	981	195					8	1145	229	0				
1313		Inv	983	194					1	1002	127	248				
1314		Ins	1072	218					160	1134	226	3				
1315		Ex	1005	200					4	1084	217	4				
1316	PBX	Dis	1097	219					135	1089	218	417				
1317		Inv	1008	199					8	1004	198	7				
1318		Ins	1070	211					1	1105	222	3				
1319		Ex	1114	221					7	1114	225	15				
1320	Dis	1083	216	1					1081	216	23					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1321	30	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	857	172	447	883	178	347
1322						Ins	865	173	179	911	183	326
1323						Ex	898	180	255	807	160	409
1324						Dis	847	169	178	806	160	275
1325					PMX	Inv	810	162	355	805	160	336
1326						Ins	866	175	409	787	157	118
1327						Ex	875	178	51	905	180	88
1328					Dis	869	175	439	849	170	63	
1329					CX	Inv	899	178	167	888	176	149
1330						Ins	887	176	345	962	191	146
1331						Ex	849	171	422	877	175	94
1332						Dis	885	175	155	898	180	322
1333					OX	Inv	895	179	322	863	174	171
1334						Ins	839	169	496	889	179	184
1335						Ex	881	175	497	870	176	474
1336						Dis	879	178	270	849	167	296
1337					PBX	Inv	877	172	489	884	176	240
1338						Ins	841	167	490	891	176	246
1339				Ex		849	169	98	854	173	321	
1340				Dis		887	178	270	867	173	489	
1341				Tournament	MOX	Inv	1099	222	5	1145	229	0
1342						Ins	1105	221	1	1123	222	1
1343						Ex	1145	229	0	1145	229	0
1344						Dis	1145	229	0	1145	229	0
1345					PMX	Inv	1059	210	26	1065	210	1
1346						Ins	1108	222	17	1058	212	1
1347						Ex	1062	213	1	1127	229	11
1348						Dis	1038	206	186	1037	208	18
1349					CX	Inv	1067	212	29	1124	222	3
1350						Ins	1104	220	1	1053	210	5
1351						Ex	1078	215	1	1080	215	8
1352						Dis	1022	206	1	931	184	337
1353				OX	Inv	965	192	474	933	188	111	
1354					Ins	1049	213	2	1059	214	1	
1355					Ex	1066	213	247	1077	215	4	
1356					Dis	1089	215	4	1145	229	0	
1357	PBX	Inv	1037	212	5	977	197	32				
1358		Ins	1057	209	1	1051	208	9				
1359		Ex	1100	221	5	1047	209	9				
1360		Dis	1058	213	51	993	195	249				

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1361	30	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	890	178	403	828	169	90
1362						Ins	889	175	111	908	180	389
1363						Ex	869	173	75	931	187	240
1364					Dis	804	160	203	855	169	340	
1365					PMX	Inv	872	171	209	801	163	204
1366						Ins	879	175	344	842	170	62
1367						Ex	820	164	121	861	169	98
1368					Dis	876	174	34	810	164	37	
1369					CX	Inv	892	177	265	897	179	263
1370						Ins	892	178	391	891	177	213
1371						Ex	903	183	234	824	166	437
1372					Dis	905	179	33	898	179	62	
1373					OX	Inv	893	177	397	847	169	261
1374						Ins	884	177	490	882	177	255
1375						Ex	857	171	359	753	154	495
1376					Dis	829	166	181	813	163	122	
1377					PBX	Inv	900	179	37	833	166	471
1378						Ins	885	175	419	886	177	88
1379				Ex		856	172	112	899	180	398	
1380				Dis	895	180	172	897	178	360		
1381				Tournament	MOX	Inv	1033	206	1	1130	228	2
1382						Ins	1069	211	1	1107	220	2
1383						Ex	1145	229	0	1137	227	2
1384					Dis	1145	229	0	1145	229	0	
1385					PMX	Inv	986	198	21	1089	217	233
1386						Ins	1045	212	43	1040	210	104
1387						Ex	1086	218	1	1140	229	4
1388					Dis	1056	213	5	969	195	16	
1389					CX	Inv	1007	202	4	1145	229	0
1390						Ins	1022	206	1	1145	229	0
1391	Ex	1022	206			2	1126	225	2			
1392	Dis	1035	209		3	1044	210	390				
1393	OX	Inv	1043	209	242	945	192	161				
1394		Ins	1063	212	405	1039	210	158				
1395		Ex	1049	210	198	1063	65	262				
1396	Dis	1085	217	131	1059	213	17					
1397	PBX	Inv	1036	207	10	1070	215	8				
1398		Ins	1095	220	31	1042	209	17				
1399		Ex	1045	209	48	939	189	329				
1400	Dis	1002	199	285	833	166	262					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
1401	30	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	878	176	443	874	173	196			
1402						Ins	858	171	136	871	172	364			
1403						Ex	838	165	232	920	184	283			
1404						Dis	905	181	344	852	170	10			
1405					PMX	Inv	850	169	71	835	166	295			
1406						Ins	846	167	452	845	169	11			
1407						Ex	833	166	495	855	173	55			
1408						Dis	878	176	393	851	169	480			
1409					CX	Inv	861	174	203	861	169	495			
1410						Ins	881	174	473	907	181	293			
1411						Ex	875	173	178	922	183	229			
1412					OX	Dis	799	158	68	876	174	432			
1413						Inv	840	171	155	879	176	226			
1414						Ins	899	182	418	857	170	242			
1415						Ex	882	178	64	857	168	51			
1416					PBX	Dis	885	177	84	875	173	194			
1417				Inv		861	171	428	804	157	442				
1418				Ins		874	173	337	839	167	318				
1419				Ex		876	173	480	846	167	313				
1420				Tournament	0.9	0.4	MOX	Dis	852	169	144	831	165	20	
1421								MOX	Inv	1025	204	161	1014	204	42
1422									Ins	1092	220	1	1031	205	15
1423									Ex	1145	229	0	1121	223	1
1424							Dis		1132	224	1	1106	222	3	
1425							PMX	Inv	1016	205	391	895	180	67	
1426								Ins	1071	212	365	1053	211	1	
1427								Ex	1100	222	1	1111	221	7	
1428								Dis	1013	199	441	999	201	362	
1429	CX	Inv	1043				209	324	1016	207	32				
1430		Ins	1022				206	1	1022	206	1				
1431		Ex	1145				229	0	1000	201	6				
1432		Dis	1049	210	451	1041	207	5							
1433	OX	Inv	960	192	481	1010	202	23							
1434		Ins	1066	213	256	1064	213	58							
1435		Ex	1072	215	297	939	186	62							
1436		Dis	1058	212	78	1070	211	138							
1437	PBX	Inv	1014	203	302	914	185	406							
1438		Ins	1043	207	46	967	194	475							
1439		Ex	1065	211	23	987	196	2							
1440		Dis	961	193	158	902	181	219							

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. ผลการทดลอง Full Factorial Design เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1	10	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	1403	283	599	1415	280	207
2						Ins	1434	288	525	1517	304	3
3						Ex	1450	290	26	1409	279	412
4						Dis	1580	315	639	1434	286	162
5					PMX	Inv	1490	296	213	1271	252	97
6						Ins	1362	272	780	1464	294	730
7						Ex	1557	310	780	1468	296	777
8						Dis	1302	261	788	1417	284	809
9					CX	Inv	1491	299	475	1463	289	717
10						Ins	1506	302	814	1415	281	305
11						Ex	1466	294	803	1465	289	443
12						Dis	1492	299	1	1349	266	37
13					OX	Inv	1349	271	593	1317	264	45
14						Ins	1307	258	924	1328	262	413
15						Ex	1382	278	905	1378	272	940
16						Dis	1410	277	223	1395	279	390
17					PBX	Inv	1394	275	444	1364	269	248
18						Ins	1440	286	760	1399	278	527
19						Ex	1330	263	529	1254	251	700
20						Dis	1372	279	494	1420	283	303
21				Tournament	MOX	Inv	1679	338	0	1658	330	1
22						Ins	1679	338	0	1679	338	0
23						Ex	1679	338	0	1679	338	0
24						Dis	1679	338	0	1679	338	0
25					PMX	Inv	1679	338	0	1625	324	561
26						Ins	1679	338	0	1679	338	0
27						Ex	1679	338	0	1679	338	0
28						Dis	1679	338	0	1679	338	0
29					CX	Inv	1627	321	1	1679	338	0
30						Ins	1679	338	0	1542	319	1
31						Ex	1679	338	0	1679	338	0
32						Dis	1615	325	326	1679	338	0
33					OX	Inv	1605	325	274	1602	318	131
34						Ins	1679	338	0	1679	338	0
35						Ex	1679	338	0	1679	338	0
36						Dis	1598	317	1	1679	338	0
37					PBX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
38						Ins	1679	338	0	1679	338	0
39						Ex	1679	338	0	1679	338	0
40						Dis	1679	338	0	1676	333	5

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
41	10	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	1317	262	604	1434	284	35			
42						Ins	1546	309	563	1434	284	138			
43						Ex	1451	288	869	1464	293	558			
44						Dis	1446	285	728	1424	286	281			
45					PMX	Inv	1406	280	63	1345	268	861			
46						Ins	1382	272	323	1447	290	346			
47						Ex	1312	262	993	1425	282	478			
48						Dis	1415	282	228	1332	264	704			
49					CX	Inv	1388	278	918	1460	292	807			
50						Ins	1419	279	988	1412	284	673			
51						Ex	1359	273	436	1431	286	684			
52						Dis	1404	277	535	1355	268	588			
53					OX	Inv	1183	238	91	1321	263	759			
54						Ins	1348	266	80	1372	274	638			
55						Ex	1382	275	309	1380	276	111			
56						Dis	1341	269	569	1368	271	677			
57					PBX	Inv	1414	285	522	1398	277	319			
58						Ins	1385	277	92	1464	292	755			
59						Ex	1386	273	771	1426	287	950			
60						Dis	1314	265	164	1440	288	946			
61					Tournament			MOX	Inv	1679	338	0	1615	325	1
62									Ins	1679	338	0	1679	338	0
63									Ex	1679	338	0	1641	328	2
64									Dis	1609	321	2	1679	338	0
65								PMX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
66									Ins	1606	318	1	1679	338	0
67									Ex	1678	339	1	1679	338	0
68									Dis	1679	338	0	1679	338	0
69								CX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
70									Ins	1679	338	0	1679	338	0
71	Ex	1679	338	0					1679	338	0				
72	Dis	1590	318	1					1679	338	0				
73	OX	Inv	1559	311				746	1502	301	685				
74		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
75		Ex	1679	338				0	1679	338	0				
76		Dis	1679	338				0	1679	338	0				
77	PBX	Inv	1624	323				1	1580	317	231				
78		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
79		Ex	1666	334				5	1593	318	2				
80		Dis	1629	324				379	1651	329	19				



ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
81	10	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	1392	278	963	1296	253	66
82						Ins	1452	290	834	1394	280	491
83						Ex	1397	280	675	1378	276	365
84						Dis	1348	270	961	1441	287	613
85					PMX	Inv	1322	262	30	1388	277	531
86						Ins	1338	264	198	1375	272	973
87						Ex	1314	261	328	1425	288	126
88						Dis	1353	269	335	1303	261	48
89					CX	Inv	1394	275	875	1391	276	550
90						Ins	1436	285	913	1497	300	514
91						Ex	1444	291	649	1441	287	847
92						Dis	1428	284	633	1474	292	461
93					OX	Inv	1294	253	373	1311	266	672
94						Ins	1348	270	62	1365	272	335
95						Ex	1317	266	108	1328	261	508
96						Dis	1290	255	705	1379	276	108
97					PBX	Inv	1254	254	813	1383	273	785
98						Ins	1372	274	825	1404	277	958
99						Ex	1352	273	849	1366	275	503
100						Dis	1304	260	876	1390	276	630
101	10	0.7	0.3	Tournament	MOX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
102						Ins	1679	338	0	1679	338	0
103						Ex	1679	338	0	1679	338	0
104						Dis	1608	321	1	1679	338	0
105					PMX	Inv	1574	316	596	1562	314	899
106						Ins	1679	338	0	1679	338	0
107						Ex	1679	338	0	1679	338	0
108						Dis	1679	338	0	1679	338	0
109					CX	Inv	1582	313	2	1679	338	0
110						Ins	1672	336	1	1679	338	0
111						Ex	1679	338	0	1679	338	0
112						Dis	1679	338	0	1673	334	296
113					OX	Inv	1563	316	986	1572	316	953
114						Ins	1679	338	0	1679	338	0
115						Ex	1677	337	922	1679	338	0
116						Dis	1679	338	0	1679	338	0
117					PBX	Inv	1569	309	144	1565	316	788
118						Ins	1679	338	0	1679	338	0
119						Ex	1647	331	1	1350	269	982
120						Dis	1519	299	106	1659	332	534

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
121	10	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	1353	273	709	1300	258	104
122						Ins	1389	276	773	1442	289	528
123						Ex	1413	280	606	1306	262	759
124						Dis	1359	272	509	1445	291	152
125					PMX	Inv	1331	263	11	1238	247	327
126						Ins	1440	287	674	1330	265	96
127						Ex	1399	275	575	1352	268	646
128						Dis	1405	281	887	1391	279	367
129					CX	Inv	1418	283	569	1332	263	5
130						Ins	1380	274	368	1350	274	998
131						Ex	1372	272	647	1344	266	655
132						Dis	1410	284	930	1393	279	901
133					OX	Inv	1288	259	386	1306	262	143
134						Ins	1256	249	172	1423	284	37
135						Ex	1336	265	993	1434	288	35
136						Dis	1294	259	519	1375	275	191
137					PBX	Inv	1356	268	559	1342	267	436
138						Ins	1351	271	607	1308	259	162
139						Ex	1422	280	816	1391	280	735
140						Dis	1288	257	164	1295	263	740
141	10	0.7	0.4	Tournament	MOX	Inv	1536	306	13	1590	318	427
142						Ins	1679	338	0	1576	314	1
143						Ex	1679	338	0	1679	338	0
144						Dis	1679	338	0	1679	338	0
145					PMX	Inv	1647	328	296	1551	309	896
146						Ins	1651	329	2	1679	338	0
147						Ex	1679	338	0	1679	338	0
148						Dis	1616	326	1	1679	338	0
149					CX	Inv	1626	326	934	1679	338	0
150						Ins	1679	338	0	1652	330	2
151						Ex	1679	338	0	1679	338	0
152						Dis	1647	332	6	1637	323	678
153					OX	Inv	1485	293	868	1463	291	955
154						Ins	1633	325	1	1679	338	0
155						Ex	1582	319	3	1679	338	0
156						Dis	1679	338	0	1617	322	913
157					PBX	Inv	1530	304	460	1367	270	812
158						Ins	1625	323	2	1663	332	16
159						Ex	1678	336	27	1561	314	760
160						Dis	1595	316	334	1629	330	525

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
161	10	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	1441	290	831	1487	300	58
162						Ins	1507	297	936	1410	282	372
163						Ex	1325	265	650	1367	276	934
164						Dis	1451	287	59	1426	288	670
165					PMX	Inv	1317	264	773	1191	237	474
166						Ins	1425	280	570	1458	290	798
167						Ex	1426	281	461	1465	293	828
168						Dis	1233	243	685	1243	248	811
169					CX	Inv	1581	314	2	1481	294	41
170						Ins	1356	268	408	1461	295	323
171						Ex	1463	292	174	1533	306	899
172						Dis	1518	306	855	1310	263	145
173					OX	Inv	1404	281	218	1359	270	35
174						Ins	1305	262	503	1372	270	309
175						Ex	1314	263	377	1370	271	734
176						Dis	1310	261	751	1326	266	264
177					PBX	Inv	1388	278	94	1361	271	3244
178						Ins	1443	285	221	1494	300	256
179						Ex	1359	269	371	1291	255	152
180						Dis	1360	272	370	1397	280	234
181	MOX	Inv	1602	322	373	1679	338	0				
182		Ins	1650	329	1	1679	338	0				
183		Ex	1658	330	1	1679	338	0				
184		Dis	1679	338	0	1679	338	0				
185	PMX	Inv	1679	338	0	1679	338	0				
186		Ins	1679	338	0	1679	338	0				
187		Ex	1679	338	0	1679	338	0				
188		Dis	1679	338	0	1679	338	0				
189	CX	Inv	1679	338	0	1679	338	0				
190		Ins	1679	338	0	1590	318	1				
191		Ex	1590	318	1	1679	338	0				
192		Dis	1627	321	1	1590	318	1				
193	OX	Inv	1543	307	87	1574	315	1				
194		Ins	1679	338	0	1679	338	0				
195		Ex	1623	326	1	1679	338	0				
196		Dis	1679	338	0	1611	319	1				
197	PBX	Inv	1679	338	0	1670	333	820				
198		Ins	1679	338	0	1665	329	1				
199		Ex	1592	314	2	1679	338	0				
200		Dis	1668	332	9	1679	338	0				
				Tournament								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
201	10	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	1432	281	840	1319	261	870			
202						Ins	1396	277	932	1397	276	978			
203						Ex	1412	282	286	1379	273	909			
204						Dis	1472	297	992	1398	278	101			
205					PMX	Inv	1325	264	959	1361	272	15			
206						Ins	1355	269	166	1324	264	126			
207						Ex	1481	293	26	1344	265	950			
208						Dis	1278	256	983	1240	245	104			
209					CX	Inv	1438	287	700	1296	258	45			
210						Ins	1487	296	602	1364	272	663			
211						Ex	1406	275	459	1384	277	366			
212						Dis	1462	292	512	1366	271	27			
213					OX	Inv	1323	260	500	1353	271	719			
214						Ins	1394	279	375	1390	274	973			
215						Ex	1361	273	495	1350	273	90			
216						Dis	1325	264	403	1404	279	455			
217					PBX	Inv	1195	240	359	1378	273	23			
218						Ins	1367	269	431	1409	278	326			
219						Ex	1378	271	484	1388	277	43			
220						Dis	1399	281	455	1284	252	199			
221					Tournament	0.8	0.2	MOX	Inv	1679	338	0	1673	331	28
222									Ins	1679	338	0	1679	338	0
223									Ex	1679	338	0	1679	338	0
224									Dis	1679	338	0	1679	338	0
225	PMX	Inv	1679	338				0	1657	330	133				
226		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
227		Ex	1679	338				0	1679	338	0				
228		Dis	1673	336				797	1660	333	4				
229	CX	Inv	1679	338				0	1679	338	0				
230		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
231		Ex	1679	338				0	1679	338	0				
232		Dis	1679	338				0	1627	321	1				
233	OX	Inv	1616	322				528	1590	321	174				
234		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
235		Ex	1640	324				673	1669	335	1				
236		Dis	1679	338				0	1679	338	0				
237	PBX	Inv	1613	321				6	1658	332	115				
238		Ins	1679	338				0	1679	338	0				
239		Ex	1636	326				2	1679	338	0				
240		Dis	1582	314				463	1664	333	655				

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2							
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.					
241	10	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	1402	277	410	1393	279	658					
242						Ins	1434	284	831	1357	270	439					
243						Ex	1490	298	778	1302	257	737					
244						Dis	1471	295	314	1350	273	453					
245					PMX	Inv	1355	270	863	1213	240	309					
246						Ins	1289	252	366	1411	282	7					
247						Ex	1479	292	566	1377	276	986					
248					CX	Dis	1435	287	548	1324	264	140					
249						Inv	1410	280	979	1270	255	667					
250						Ins	1429	286	612	1395	279	145					
251					OX	Ex	1463	293	449	1434	285	711					
252						Dis	1306	257	99	1409	282	652					
253						Inv	1384	271	179	1390	277	741					
254					PBX	Ins	1371	275	559	1353	271	755					
255						Ex	1357	273	8	1323	262	110					
256						Dis	1351	271	625	1262	253	700					
257					MOX	Inv	1295	260	755	1397	275	317					
258						Ins	1472	295	757	1397	279	359					
259						Ex	1387	275	28	1348	271	411					
260					10	0.8	0.3	Tournament	PBX	Dis	1367	274	791	1394	277	999	
261										MOX	Inv	1679	338	0	1645	328	1
262											Ins	1679	338	0	1679	338	0
263									Ex		1679	338	0	1679	338	0	
264									Dis		1679	338	0	1679	338	0	
265									PMX	Inv	1667	334	728	1679	338	0	
266										Ins	1679	338	0	1679	338	0	
267										Ex	1679	338	0	1666	336	2	
268									CX	Dis	1594	317	1	1589	319	1	
269	Inv	1627	321	1						1679	338	0					
270	Ins	1679	338	0						1679	338	0					
271	OX	Ex	1492	299					1	1679	338	0					
272		Dis	1621	325					722	1588	317	18					
273		Inv	1501	300					242	1418	282	201					
274	PBX	Ins	1679	338					0	1679	338	0					
275		Ex	1679	338					0	1628	326	835					
276		Dis	1679	338					0	1679	338	0					
277	MOX	Inv	1494	296					613	1606	323	667					
278		Ins	1679	338					0	1679	338	0					
279		Ex	1622	322					2	1522	304	3					
280	CX	Dis	1553	310					517	1654	331	943					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2					
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.			
281	10	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	1263	255	72	1431	285	303			
282						Ins	1379	274	276	1478	294	496			
283						Ex	1218	240	350	1298	255	294			
284						Dis	1295	256	665	1306	262	377			
285					PMX	Inv	1335	267	865	1388	278	616			
286						Ins	1319	266	940	1391	276	27			
287						Ex	1419	283	571	1326	265	887			
288						Dis	1353	269	108	1338	269	859			
289					CX	Inv	1342	266	476	1395	277	130			
290						Ins	1410	279	287	1416	283	898			
291						Ex	1410	279	223	1277	256	309			
292						Dis	1420	282	985	1373	271	835			
293					OX	Inv	1365	271	331	1380	272	816			
294						Ins	1406	281	407	1321	264	252			
295						Ex	1327	266	567	1395	282	536			
296						Dis	1374	272	24	1312	258	448			
297					PBX	Inv	1369	273	969	1294	261	414			
298						Ins	1344	269	893	1290	258	314			
299						Ex	1323	263	479	1316	260	45			
300						Dis	1363	274	763	1347	267	177			
301					Tournament	0.8	0.4	MOX	Inv	1679	338	0	1622	323	852
302									Ins	1633	325	8	1679	338	0
303									Ex	1679	338	0	1679	338	0
304									Dis	1613	321	1	1679	338	0
305				PMX				Inv	1561	310	1	1614	324	477	
306								Ins	1625	323	2	1679	338	0	
307								Ex	1679	338	0	1679	338	0	
308								Dis	1520	305	553	1605	322	191	
309				CX				Inv	1679	338	0	1574	313	3	
310								Ins	1627	321	1	1679	338	0	
311	Ex	1679	338					0	1679	338	0				
312	Dis	1648	330					647	1679	338	0				
313	OX	Inv	1580	314				427	1561	308	777				
314		Ins	1657	330				790	1660	330	2				
315		Ex	1679	338				0	1526	304	1				
316		Dis	1679	338				0	1665	335	1				
317	PBX	Inv	1465	291				161	1510	299	414				
318		Ins	1630	322				15	1679	338	0				
319		Ex	1677	334				442	1581	314	399				
320		Dis	1588	314				533	1490	302	367				

ศูนย์วิจัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2				
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.		
321	10	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	1397	283	464	1317	258	574		
322						Ins	1507	300	530	1488	299	28		
323						Ex	1358	269	609	1385	277	329		
324						Dis	1369	271	149	1282	253	694		
325						PMX	Inv	1328	262	696	1261	251	134	
326							Ins	1458	291	285	1448	287	362	
327							Ex	1432	283	338	1480	294	945	
328						Dis	1311	262	31	1341	267	60		
329						CX	Inv	1406	282	522	1553	315	817	
330							Ins	1397	276	16	1447	289	592	
331							Ex	1467	292	31	1602	320	900	
332							Dis	1470	291	998	1462	288	464	
333					OX	Inv	1346	271	477	1247	249	436		
334						Ins	1417	282	16	1333	265	357		
335						Ex	1362	273	493	1362	273	397		
336					PBX	Dis	1389	277	681	1313	260	871		
337						Inv	1476	290	505	1348	269	850		
338						Ins	1438	287	961	1313	260	456		
339					Ex	1313	260	748	1351	268	24			
340					Dis	1368	270	239	1367	274	754			
341					Tournament	MOX	Inv	1538	307	1	1679	338	0	
342							Ins	1595	320	1	1658	330	1	
343							Ex	1679	338	0	1679	338	0	
344							Dis	1679	338	0	1679	338	0	
345							PMX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
346								Ins	1679	338	0	1679	338	0
347								Ex	1631	326	1	1679	338	0
348							Dis	1679	338	0	1679	338	0	
349							CX	Inv	1679	338	0	1647	331	4
350								Ins	1679	338	0	1679	338	0
351								Ex	1679	338	0	1679	338	0
352								Dis	1679	338	0	1679	338	0
353						OX	Inv	1494	300	19	1559	310	76	
354							Ins	1646	327	1	1679	338	0	
355							Ex	1659	332	1	1679	338	0	
356						Dis	1679	338	0	1644	330	1		
357	PBX	Inv	1679	338		0	1644	325	3					
358		Ins	1679	338		0	1665	335	1					
359		Ex	1679	338		0	1679	338	0					
360	Dis	1679	338	0		1656	333	674						

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
361	10	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	1344	269	936	1397	279	285
362						Ins	1381	282	784	1376	271	276
363						Ex	1274	254	731	1349	271	955
364						Dis	1427	284	862	1434	284	731
365					PMX	Inv	1400	280	54	1364	272	239
366						Ins	1385	276	434	1414	280	770
367						Ex	1478	296	873	1287	257	705
368						Dis	1384	277	85	1348	273	171
369					CX	Inv	1413	280	734	1380	271	967
370						Ins	1449	286	899	1463	291	674
371						Ex	1438	289	337	1466	293	569
372						Dis	1402	280	323	1322	264	390
373					OX	Inv	1324	261	121	1322	262	916
374						Ins	1394	275	913	1358	268	541
375						Ex	1406	280	422	1301	259	441
376						Dis	1387	278	525	1322	266	75
377					PBX	Inv	1381	273	991	1330	265	706
378						Ins	1367	271	301	1407	278	19
379						Ex	1377	273	458	1420	277	466
380						Dis	1371	273	428	1331	264	631
381				MOX	Inv	1679	338	0	1563	313	64	
382					Ins	1679	338	0	1679	338	0	
383					Ex	1658	330	1	1679	338	0	
384					Dis	1663	331	2	1679	338	0	
385				PMX	Inv	1679	338	0	1619	325	77	
386					Ins	1679	338	0	1679	338	0	
387					Ex	1679	338	0	1675	335	1	
388					Dis	1679	338	0	1679	338	0	
389				CX	Inv	1604	323	981	1627	321	1	
390					Ins	1679	338	0	1679	338	0	
391					Ex	1679	338	0	1627	321	1	
392					Dis	1679	338	0	1352	268	956	
393				OX	Inv	1519	300	657	1542	310	375	
394					Ins	1677	335	1	1652	330	914	
395					Ex	1679	338	0	1679	338	0	
396					Dis	1679	338	0	1629	326	1	
397				PBX	Inv	1575	313	285	1588	317	450	
398					Ins	1625	324	4	1613	319	39	
399					Ex	1669	340	3	1679	338	0	
400					Dis	1679	338	0	1645	327	1	
				Tournament								



ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรักษณ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
401	10	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	1307	259	286	1488	296	984	
402						Ins	1326	261	614	1376	274	348	
403						Ex	1362	273	85	1296	255	12	
404						Dis	1390	282	379	1419	283	210	
405					PMX	Inv	1437	288	183	1409	281	407	
406						Ins	1416	280	676	1364	271	215	
407						Ex	1400	281	127	1381	273	382	
408						Dis	1410	283	620	1331	262	881	
409					CX	Inv	1385	275	910	1424	290	603	
410						Ins	1475	299	714	1380	273	654	
411						Ex	1427	282	740	1315	261	307	
412						Dis	1317	261	326	1400	280	593	
413					OX	Inv	1384	275	30	1286	254	303	
414						Ins	1386	277	782	1338	270	850	
415						Ex	1367	277	721	1246	249	942	
416						Dis	1302	254	648	1199	241	968	
417					PBX	Inv	1353	266	771	1376	280	107	
418						Ins	1361	270	864	1367	274	932	
419						Ex	1312	265	401	1352	270	404	
420						Dis	1354	270	828	1284	255	628	
421					Tournament	MOX	Inv	1679	338	0	1679	338	0
422							Ins	1679	338	0	1679	338	0
423							Ex	1679	338	0	1628	325	1
424							Dis	1621	324	1	1679	338	0
425				PMX		Inv	1604	318	169	1679	338	0	
426						Ins	1614	325	1	1679	338	0	
427						Ex	1679	338	0	1679	338	0	
428						Dis	1624	320	771	1587	318	616	
429				CX		Inv	1634	327	3	1554	311	5	
430						Ins	1627	321	1	1627	321	1	
431						Ex	1679	338	0	1679	338	0	
432						Dis	1590	318	1	1679	338	0	
433	OX	Inv	1501	299		513	1526	304	870				
434		Ins	1581	314		3	1679	338	0				
435		Ex	1679	338		0	1538	308	9				
436		Dis	1671	330		554	1658	332	2				
437	PBX	Inv	1511	303		504	1570	315	459				
438		Ins	1679	338		0	1651	329	498				
439		Ex	1533	304		1	1666	332	1				
440		Dis	1535	306		822	1597	318	357				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2				
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.		
441	10	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	1373	276	499	1418	282	638		
442						Ins	1345	271	973	1363	273	468		
443						Ex	1444	285	54	1351	270	981		
444						Dis	1403	279	20	1386	276	435		
445					PMX	Inv	1324	264	114	1372	271	741		
446						Ins	1340	264	922	1338	265	189		
447						Ex	1291	259	785	1348	270	418		
448						Dis	1392	274	58	1252	251	750		
449					CX	Inv	1390	276	777	1382	276	919		
450						Ins	1419	284	587	1347	268	142		
451						Ex	1422	285	864	1382	276	435		
452						Dis	1419	282	631	1301	259	636		
453					OX	Inv	1369	279	780	1407	282	67		
454						Ins	1369	271	892	1332	263	912		
455						Ex	1229	243	881	1349	270	103		
456						Dis	1297	259	75	1280	254	920		
457				PBX	Inv	1360	267	231	1356	269	891			
458					Ins	1434	284	294	1365	272	309			
459					Ex	1390	274	715	1231	244	727			
460					Dis	1388	281	488	1383	277	842			
461				Tournament	0.9	0.4	MOX	Inv	1679	338	0	1580	316	95
462								Ins	1679	338	0	1679	338	0
463								Ex	1679	338	0	1679	338	0
464								Dis	1679	338	0	1679	338	0
465	PMX	Inv	1551				310	762	1551	307	69			
466		Ins	1679				338	0	1679	338	0			
467		Ex	1659				329	9	1679	338	0			
468		Dis	1616				326	352	1647	322	520			
469	CX	Inv	1627				321	1	1595	319	6			
470		Ins	1679				338	0	1679	338	0			
471		Ex	1679				338	0	1679	338	0			
472		Dis	1659				332	238	1649	326	269			
473	OX	Inv	1514				302	66	1518	305	411			
474		Ins	1455				287	170	1679	338	0			
475		Ex	1635				323	159	1578	315	899			
476		Dis	1671				334	537	1679	338	0			
477	PBX	Inv	1513				299	622	1440	284	755			
478		Ins	1593				321	387	1679	338	0			
479		Ex	1633				327	4	1626	327	512			
480		Dis	1537				306	914	1496	302	775			

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
481	20	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	1311	258	169	1325	264	18
482						Ins	1455	293	289	1293	256	885
483						Ex	1417	288	862	1404	277	621
484						Dis	1411	282	859	1439	290	357
485					PMX	Inv	1377	278	315	1310	259	416
486						Ins	1322	264	831	1339	268	835
487						Ex	1385	276	659	1380	271	25
488						Dis	1361	269	636	1376	277	782
489					CX	Inv	1510	303	262	1463	293	336
490						Ins	1444	291	86	1375	271	454
491						Ex	1465	289	43	1426	281	549
492						Dis	1457	291	60	1460	290	127
493					OX	Inv	1316	259	258	1312	263	360
494						Ins	1381	280	19	1317	256	24
495						Ex	1327	268	299	1261	249	512
496						Dis	1323	265	999	1363	270	306
497					PBX	Inv	1365	270	394	1309	261	12
498						Ins	1247	249	857	1389	280	218
499						Ex	1330	265	860	1366	271	963
500						Dis	1322	259	134	1361	269	945
501	20	0.7	0.1	Tournament	MOX	Inv	1562	311	1	1589	313	0
502						Ins	1589	313	0	1589	313	0
503						Ex	1589	313	0	1589	313	0
504						Dis	1589	313	0	1589	313	0
505					PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
506						Ins	1589	313	0	1589	313	0
507						Ex	1545	310	1	1589	313	0
508						Dis	1589	313	0	1589	313	0
509					CX	Inv	1564	311	1	1576	314	971
510						Ins	1589	313	0	1523	305	2
511						Ex	1589	313	0	1589	313	0
512						Dis	1589	313	0	1589	313	0
513					OX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
514						Ins	1589	313	0	1589	313	0
515						Ex	1589	313	0	1589	313	0
516						Dis	1564	313	1	1589	313	0
517					PBX	Inv	1562	311	18	1589	313	0
518						Ins	1589	313	0	1589	313	0
519						Ex	1589	313	0	1589	313	0
520						Dis	1589	313	0	1589	313	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
521	20	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	1378	274	893	1351	269	818
522						Ins	1372	273	54	1369	270	440
523						Ex	1344	268	82	1383	278	998
524						Dis	1400	278	190	1322	264	753
525					PMX	Inv	1306	259	571	1352	271	561
526						Ins	1355	270	776	1323	265	406
527						Ex	1338	267	705	1373	275	877
528						Dis	1310	262	704	1344	267	940
529					CX	Inv	1339	268	605	1226	241	335
530						Ins	1385	279	563	1265	253	650
531						Ex	1399	279	427	1349	269	664
532						Dis	1287	254	798	1313	262	289
533					OX	Inv	1306	259	73	1318	262	547
534						Ins	1300	263	950	1358	273	177
535						Ex	1415	284	470	1367	271	716
536						Dis	1366	271	932	1303	258	905
537					PBX	Inv	1348	269	819	1311	257	968
538						Ins	1377	274	279	1370	272	517
539				Ex		1261	253	986	1357	268	682	
540				Dis		1347	267	578	1331	266	841	
541				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
542						Ins	1589	313	0	1589	313	0
543						Ex	1589	313	0	1589	313	0
544						Dis	1589	313	0	1589	313	0
545					PMX	Inv	1546	310	845	1500	301	431
546						Ins	1589	313	0	1589	313	0
547						Ex	1589	313	0	1589	313	0
548						Dis	1589	313	0	1589	313	0
549					CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
550						Ins	1589	313	0	1568	316	1
551	Ex	1589	313			0	1589	313	0			
552	Dis	1589	313			0	1589	313	0			
553	OX	Inv	1529		306	829	1485	291	688			
554		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
555		Ex	1589		313	0	1589	313	0			
556		Dis	1589		313	0	1589	313	0			
557	PBX	Inv	1589		313	0	1514	305	8			
558		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
559		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
560		Dis	1589	313	0	1582	316	1				

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
561	20	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	1295	260	240	1344	266	564	
562						Ins	1339	266	450	1326	262	11	
563						Ex	1317	260	341	1428	281	578	
564						Dis	1283	250	511	1437	285	997	
565					PMX	Inv	1327	264	297	1275	254	336	
566						Ins	1282	256	310	1221	242	581	
567						Ex	1389	277	334	1387	281	152	
568						Dis	1279	257	826	1372	277	839	
569					CX	Inv	1335	266	186	1409	281	92	
570						Ins	1433	289	885	1429	284	691	
571						Ex	1394	277	64	1367	271	9	
572						Dis	1321	266	974	1348	268	954	
573					OX	Inv	1377	273	306	1196	237	170	
574						Ins	1359	269	141	1362	272	854	
575						Ex	1306	257	197	1335	265	343	
576						Dis	1325	267	965	1375	274	815	
577					PBX	Inv	1362	271	756	1342	266	414	
578						Ins	1352	272	224	1324	267	452	
579						Ex	1304	257	990	1359	274	874	
580						Dis	1278	256	613	1368	271	718	
581					Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
582							Ins	1589	313	0	1589	313	0
583							Ex	1589	313	0	1589	313	0
584							Dis	1589	313	0	1589	313	0
585				PMX		Inv	1589	313	0	1589	313	0	
586						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
587						Ex	1577	314	1	1589	313	0	
588						Dis	1589	313	0	1586	316	4	
589				CX		Inv	1589	313	0	1589	313	0	
590						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
591	Ex	1589	313			0	1589	313	0				
592	Dis	1589	313			0	1589	313	0				
593	OX	Inv	1469	293		91	1550	310	412				
594		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
595		Ex	1589	313		0	1589	313	0				
596		Dis	1589	313		0	1589	313	0				
597	PBX	Inv	1568	314		880	1511	297	481				
598		Ins	1589	313		0	1547	308	126				
599		Ex	1525	303		28	1587	317	15				
600		Dis	1481	291		13	1589	313	0				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
601	20	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	1311	259	301	1371	272	769
602						Ins	1307	261	183	1348	272	7
603						Ex	1291	256	263	1290	257	263
604						Dis	1361	269	330	1257	251	577
605					PMX	Inv	1412	283	15	1325	260	17
606						Ins	1285	259	200	1313	261	329
607						Ex	1282	254	28	1389	278	643
608					CX	Dis	1296	257	620	1292	257	232
609						Inv	1389	275	801	1256	251	931
610						Ins	1390	276	745	1408	285	166
611					OX	Ex	1348	267	648	1332	264	946
612						Dis	1342	267	568	1293	255	162
613						Inv	1375	272	818	1281	255	858
614					PBX	Ins	1365	270	527	1389	274	990
615						Ex	1324	264	595	1383	275	495
616						Dis	1314	258	272	1339	267	2
617					MOX	Inv	1264	251	571	1231	245	552
618						Ins	1327	266	262	1411	285	345
619						Ex	1207	237	917	1371	274	346
620						Dis	1258	253	196	1306	263	79
621	PMX	Inv	1503	297	1	1589	313	0				
622		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
623		Ex	1589	313	0	1550	310	1				
624		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
625	CX	Inv	1562	312	18	1589	313	0				
626		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
627		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
628		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
629	OX	Inv	1459	291	5	1589	313	0				
630		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
631		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
632		Dis	1510	302	520	1589	313	0				
633	PBX	Inv	1493	295	440	1589	313	0				
634		Ins	1589	313	0	1566	313	1				
635		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
636		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
637	MOX	Inv	1508	300	930	1581	315	717				
638		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
639		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
640		Dis	1541	306	217	1515	301	228				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
641	20	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	1389	276	770	1389	276	770	
642						Ins	1424	286	430	1424	286	430	
643						Ex	1333	265	11	1333	265	11	
644						Dis	1438	285	166	1438	285	166	
645					PMX	Inv	1368	275	861	1368	275	861	
646						Ins	1358	270	706	1358	270	706	
647						Ex	1444	285	17	1444	285	17	
648						Dis	1365	272	671	1365	272	671	
649					CX	Inv	1404	281	6	1404	281	6	
650						Ins	1482	293	457	1482	293	457	
651						Ex	1423	282	359	1423	282	359	
652						Dis	1411	276	862	1411	276	862	
653					OX	Inv	1292	255	629	1292	255	629	
654						Ins	1434	287	529	1434	287	529	
655						Ex	1339	269	699	1339	269	699	
656						Dis	1303	257	592	1303	257	592	
657					PBX	Inv	1316	260	329	1316	260	329	
658						Ins	1365	273	776	1365	273	776	
659						Ex	1337	270	259	1337	270	259	
660						Dis	1407	281	23	1407	281	23	
661					Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
662							Ins	1589	313	0	1589	313	0
663							Ex	1589	313	0	1589	313	0
664							Dis	1589	313	0	1589	313	0
665				PMX		Inv	1558	310	7	1558	310	7	
666						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
667						Ex	1589	313	0	1589	313	0	
668						Dis	1589	313	0	1589	313	0	
669				CX		Inv	1568	316	2	1568	316	2	
670						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
671						Ex	1589	313	0	1589	313	0	
672						Dis	1568	316	1	1568	316	1	
673	OX	Inv	1567	313		7	1567	313	7				
674		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
675		Ex	1589	313		0	1589	313	0				
676		Dis	1589	313		0	1589	313	0				
677	PBX	Inv	1589	313		0	1589	313	0				
678		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
679		Ex	1589	313		0	1589	313	0				
680		Dis	1589	313		0	1589	313	0				

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
681	20	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	1325	259	25	1392	278	667
682						Ins	1406	278	143	1330	263	3
683						Ex	1411	281	833	1320	267	77
684						Dis	1296	258	693	1378	274	139
685					PMX	Inv	1367	269	180	1310	257	578
686						Ins	1359	270	642	1393	276	130
687						Ex	1354	265	155	1325	267	91
688					CX	Dis	1338	267	415	1274	250	114
689						Inv	1365	271	340	1373	274	878
690						Ins	1391	278	300	1356	274	342
691					OX	Ex	1268	254	408	1425	285	831
692						Dis	1413	284	305	1401	278	146
693						Inv	1356	267	997	1359	273	668
694					PBX	Ins	1282	261	151	1337	267	81
695						Ex	1372	277	764	1313	262	430
696						Dis	1355	266	531	1303	260	723
697					MOX	Inv	1304	260	647	1311	260	811
698						Ins	1369	274	374	1428	284	132
699						Ex	1341	263	956	1380	275	143
700						Dis	1296	263	842	1317	263	841
701	Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0			
702			Ins	1589	313	0	1589	313	0			
703			Ex	1586	317	1	1589	313	0			
704			Dis	1589	313	0	1589	313	0			
705		PMX	Inv	1589	313	0	1586	321	2			
706			Ins	1589	313	0	1589	313	0			
707			Ex	1589	313	0	1589	313	0			
708			Dis	1589	313	0	1589	313	0			
709		CX	Inv	1589	313	0	1568	316	1			
710			Ins	1568	316	1	1589	313	0			
711			Ex	1589	313	0	1589	313	0			
712			Dis	1589	313	0	1589	313	0			
713	OX	Inv	1567	313	652	1491	296	819				
714		Ins	1589	313	0	1588	314	281				
715		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
716		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
717	PBX	Inv	1500	299	3	1589	313	0				
718		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
719		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
720		Dis	1589	313	0	1466	291	469				



ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
721	20	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	1428	281	631	1275	254	378				
722						Ins	1335	265	821	1320	262	829				
723						Ex	1285	250	830	1380	275	291				
724						Dis	1256	251	591	1454	289	536				
725						PMX	Inv	1348	270	107	1274	249	352			
726							Ins	1327	263	102	1398	275	653			
727							Ex	1329	267	609	1328	260	632			
728						Dis	1382	275	810	1296	255	350				
729						CX	Inv	1397	275	910	1392	278	768			
730							Ins	1383	278	207	1390	280	272			
731							Ex	1270	251	642	1436	286	967			
732							Dis	1356	274	625	1405	280	107			
733					OX	Inv	1323	263	820	1316	543	932				
734						Ins	1329	268	712	1382	278	271				
735						Ex	1349	270	834	1361	272	851				
736						Dis	1378	273	755	1271	253	615				
737					PBX	Inv	1379	275	369	1357	267	983				
738						Ins	1341	266	533	1420	281	569				
739						Ex	1285	257	88	1344	271	33				
740						Dis	1320	260	49	1347	266	973				
741					Tournament	0.8	0.3	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0	
742									Ins	1589	313	0	1589	313	0	
743									Ex	1589	313	0	1589	313	0	
744									Dis	1589	313	0	1589	313	0	
745									PMX	Inv	1589	313	0	1562	313	854
746										Ins	1548	310	1	1589	313	0
747										Ex	1589	313	0	1589	313	0
748									Dis	1522	301	1	1589	313	0	
749									CX	Inv	1495	295	1	1589	313	0
750										Ins	1589	313	0	1589	313	0
751	Ex	1589	313	0						1589	313	0				
752	Dis	1587	317	993						1589	313	0				
753	OX	Inv	1519	305				816	1444	287	881					
754		Ins	1589	313				0	1589	313	0					
755		Ex	1589	313				0	1589	313	0					
756		Dis	1589	313				0	1589	313	0					
757	PBX	Inv	1569	310				18	1589	313	0					
758		Ins	1589	313				0	1589	313	0					
759		Ex	1573	314				666	1589	313	0					
760		Dis	1588	317				178	1528	304	679					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรักษณ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
761	20	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	1322	260	347	1285	254	682	
762						Ins	1350	269	743	1193	236	17	
763						Ex	1371	273	496	1372	276	652	
764						Dis	1272	255	285	1349	269	784	
765					PMX	Inv	1302	260	658	1292	255	112	
766						Ins	1364	274	110	1327	265	936	
767						Ex	1338	269	94	1271	252	904	
768						Dis	1365	270	25	1213	243	583	
769					CX	Inv	1274	253	348	1377	275	122	
770						Ins	1392	277	930	1386	275	329	
771						Ex	1373	271	995	1330	263	26	
772						Dis	1289	251	186	1334	261	679	
773					OX	Inv	1391	277	664	1304	265	827	
774						Ins	1400	275	212	1259	299	3	
775						Ex	1357	268	872	1321	259	655	
776						Dis	1266	251	904	1389	275	30	
777					PBX	Inv	1278	253	331	1318	261	769	
778						Ins	1284	254	815	1337	266	640	
779						Ex	1281	252	578	1380	273	628	
780						Dis	1364	273	110	1205	239	621	
781					Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1581	316	4
782							Ins	1589	313	0	1589	313	0
783							Ex	1589	313	0	1589	313	0
784							Dis	1528	309	1	1589	313	0
785						PMX	Inv	1589	313	0	1574	317	583
786							Ins	1589	313	0	1589	313	0
787							Ex	1589	313	0	1565	312	1
788							Dis	1589	313	0	1589	313	0
789						CX	Inv	1589	313	0	1575	317	2
790							Ins	1589	313	0	1589	313	0
791	Ex	1589	313	0			1568	316	1				
792	Dis	1589	313	0			1511	301	8				
793	OX	Inv	1517	303	829	1478	294	256					
794		Ins	1589	313	0	1562	310	1					
795		Ex	1563	314	225	1589	313	0					
796		Dis	1589	313	0	1589	313	0					
797	PBX	Inv	1542	311	250	1498	303	865					
798		Ins	1589	313	0	1589	313	0					
799		Ex	1589	313	0	1589	313	0					
800		Dis	1525	305	466	1502	301	356					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ฟลิตกัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
801	20	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	1388	274	743	1362	271	685	
802						Ins	1392	276	475	1308	261	412	
803						Ex	1300	260	318	1335	264	493	
804						Dis	1409	285	980	1330	266	39	
805					PMX	Inv	1348	270	569	1331	266	37	
806						Ins	1358	268	550	1359	272	482	
807						Ex	1381	275	132	1281	257	94	
808						Dis	1365	274	811	1397	279	31	
809					CX	Inv	1416	281	602	1421	283	943	
810						Ins	1452	286	203	1386	279	845	
811						Ex	1350	272	182	1504	300	636	
812						Dis	1417	280	396	1353	271	71	
813					OX	Inv	1289	258	583	1354	270	503	
814						Ins	1355	270	680	1358	270	71	
815						Ex	1355	269	871	1371	274	260	
816						Dis	1304	262	161	1293	259	63	
817					PBX	Inv	1283	256	694	1324	267	676	
818						Ins	1341	269	212	1373	271	293	
819						Ex	1328	261	150	1332	266	366	
820						Dis	1370	272	321	1317	258	22	
821					Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
822							Ins	1589	313	0	1589	313	0
823							Ex	1542	308	1	1589	313	0
824							Dis	1589	313	0	1589	313	0
825				PMX		Inv	1589	313	0	1589	313	0	
826						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
827						Ex	1589	313	0	1589	313	0	
828						Dis	1589	313	0	1589	313	0	
829				CX		Inv	1495	295	1	1589	313	0	
830						Ins	1589	313	0	1589	313	0	
831						Ex	1589	313	0	1568	316	1	
832						Dis	1568	316	1	1568	316	2	
833	OX	Inv	1519	303		933	1589	313	0				
834		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
835		Ex	1589	313		0	1589	313	0				
836		Dis	1589	313		0	1589	313	0				
837	PBX	Inv	1511	298		12	1589	313	0				
838		Ins	1589	313		0	1575	317	1				
839		Ex	1490	302		1	1589	313	0				
840		Dis	1589	313		0	1583	315	4				

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
841	20	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	1374	274	874	1313	262	127
842						Ins	1385	274	111	1316	262	697
843						Ex	1378	275	466	1300	261	981
844						Dis	1275	254	147	1362	271	70
845					PMX	Inv	1309	263	41	1271	255	603
846						Ins	1373	272	256	1351	269	76
847						Ex	1250	248	74	1257	251	992
848						Dis	1276	255	629	1315	263	568
849					CX	Inv	1381	272	414	1410	283	709
850						Ins	1406	279	427	1401	276	346
851						Ex	1407	279	37	1412	278	270
852						Dis	1355	268	864	1251	249	813
853					OX	Inv	1360	267	205	1365	273	910
854						Ins	1274	253	37	1336	269	206
855						Ex	1226	243	365	1288	256	227
856						Dis	1241	245	967	1356	267	917
857					PBX	Inv	1338	267	21	1310	261	687
858						Ins	1349	267	258	1391	277	613
859				Ex		1354	268	702	1316	258	386	
860				Dis		1362	272	166	1348	266	447	
861				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
862						Ins	1589	313	0	1589	313	0
863						Ex	1589	313	0	1589	313	0
864						Dis	1589	313	0	1589	313	0
865					PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
866						Ins	1589	313	0	1581	312	1
867						Ex	1588	318	3	1589	313	0
868						Dis	1562	310	464	1589	313	0
869					CX	Inv	1589	313	0	1490	295	5
870						Ins	1589	313	0	1589	313	0
871	Ex	1589	313			0	1589	313	0			
872	Dis	1589	313			0	1481	296	2			
873	OX	Inv	1498	300	296	1566	312	330				
874		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
875		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
876		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
877	PBX	Inv	1589	313	0	1589	313	0				
878		Ins	1589	313	0	1529	304	1				
879		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
880		Dis	1537	305	679	1519	304	428				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
881	20	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	1311	262	530	1311	262	530
882						Ins	1359	266	820	1359	266	820
883						Ex	1301	258	443	1301	258	443
884						Dis	1219	242	564	1219	242	564
885					PMX	Inv	1365	271	529	1365	271	529
886						Ins	1359	269	492	1359	269	492
887						Ex	1361	266	738	1361	266	738
888						Dis	1342	264	79	1342	264	79
889					CX	Inv	1406	283	715	1406	283	715
890						Ins	1358	270	837	1358	270	837
891						Ex	1368	270	886	1368	270	886
892						Dis	1346	273	133	1346	273	133
893				OX	Inv	1298	258	612	1298	258	612	
894					Ins	1366	271	4	1366	271	4	
895					Ex	1350	269	242	1350	269	242	
896					Dis	1234	245	672	1234	245	672	
897				PBX	Inv	1226	241	742	1226	241	742	
898					Ins	1309	263	932	1309	263	932	
899					Ex	1308	262	945	1308	262	945	
900					Dis	1311	259	622	1311	259	622	
901	Tournament	MOX	Inv	1455	292	1	1455	292	1			
902			Ins	1589	313	0	1589	313	0			
903			Ex	1589	313	0	1589	313	0			
904			Dis	1589	313	0	1589	313	0			
905		PMX	Inv	1567	314	399	1567	314	399			
906			Ins	1589	313	0	1589	313	0			
907			Ex	1589	313	0	1589	313	0			
908			Dis	1531	309	967	1531	309	967			
909		CX	Inv	1558	312	1	1558	312	1			
910			Ins	1589	313	0	1589	313	0			
911			Ex	1589	313	0	1589	313	0			
912			Dis	1569	314	855	1569	314	855			
913	OX	Inv	1537	306	631	1537	306	631				
914		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
915		Ex	1534	305	1	1534	305	1				
916		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
917	PBX	Inv	1558	311	334	1558	311	334				
918		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
919		Ex	1571	314	1	1571	314	1				
920		Dis	1498	302	200	1498	302	200				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
921	20	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	1203	243	327	1288	257	971				
922						Ins	1315	261	194	1312	260	684				
923						Ex	1401	281	463	1321	261	439				
924						Dis	1387	278	232	1410	280	673				
925					PMX	Inv	1374	272	477	1300	259	131				
926						Ins	1294	261	347	1358	271	955				
927						Ex	1263	252	751	1359	269	493				
928						Dis	1353	276	985	1300	259	646				
929					CX	Inv	1355	272	144	1367	272	62				
930						Ins	1380	276	857	1390	281	820				
931						Ex	1341	269	443	1365	272	390				
932						Dis	1351	273	939	1341	264	282				
933					OX	Inv	1307	259	808	1369	275	911				
934						Ins	1224	243	904	1337	262	600				
935						Ex	1321	260	827	1302	260	421				
936						Dis	1284	256	305	1307	261	473				
937					PBX	Inv	1410	280	937	1297	257	402				
938					PBX	Ins	1298	258	923	1270	251	274				
939					PBX	Ex	1351	272	550	1327	261	521				
940					PBX	Dis	1366	275	410	1243	250	331				
941					20	0.9	0.4	Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
942										Ins	1589	313	0	1589	313	0
943										Ex	1589	313	0	1589	313	0
944										Dis	1589	313	0	1589	313	0
945									PMX	Inv	1516	300	704	1435	287	532
946										Ins	1589	313	0	1589	313	0
947										Ex	1589	313	0	1589	313	0
948										Dis	1549	314	525	1589	313	0
949									CX	Inv	1583	314	728	1589	313	0
950										Ins	1589	313	0	1589	313	0
951										Ex	1589	313	0	1585	315	2
952										Dis	1589	313	0	1589	313	0
953									OX	Inv	1495	298	705	1496	295	715
954										Ins	1589	313	0	1584	318	908
955										Ex	1589	313	0	1453	289	375
956										Dis	1589	313	0	1538	308	1
957	PBX	Inv	1487	296					527	1486	298	274				
958		Ins	1589	313					0	1461	293	556				
959		Ex	1589	313					0	1497	294	3				
960		Dis	1524	301					272	1475	296	636				

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
961	30	0.7	0.1	Roulette	MOX	Inv	1312	263	55	1312	263	55
962						Ins	1395	277	934	1395	277	934
963						Ex	1296	258	543	1296	258	543
964						Dis	1347	266	76	1347	266	76
965					PMX	Inv	1298	257	302	1298	257	302
966						Ins	1297	254	815	1297	254	815
967						Ex	1371	272	468	1371	272	468
968						Dis	1233	247	953	1233	247	953
969					CX	Inv	1409	280	555	1409	280	555
970						Ins	1398	280	904	1398	280	904
971						Ex	1424	282	203	1424	282	203
972						Dis	1407	280	838	1407	280	838
973					OX	Inv	1318	262	337	1318	262	337
974						Ins	1358	268	845	1358	268	845
975						Ex	1356	270	659	1356	270	659
976						Dis	1380	276	491	1380	276	491
977					PBX	Inv	1228	245	316	1228	245	316
978						Ins	1316	261	277	1316	261	277
979						Ex	1315	266	295	1315	266	295
980						Dis	1333	268	65	1333	268	65
981	30	0.7	0.1	Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
982						Ins	1589	313	0	1589	313	0
983						Ex	1589	313	0	1589	313	0
984						Dis	1473	294	1	1473	294	1
985					PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
986						Ins	1589	313	0	1589	313	0
987						Ex	1589	313	0	1589	313	0
988						Dis	1589	313	0	1589	313	0
989					CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
990						Ins	1589	313	0	1589	313	0
991						Ex	1589	313	0	1589	313	0
992						Dis	1589	313	0	1589	313	0
993					OX	Inv	1506	300	625	1506	300	625
994						Ins	1589	313	0	1589	313	0
995						Ex	1565	313	2	1565	313	2
996						Dis	1589	313	0	1589	313	0
997					PBX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
998						Ins	1589	313	0	1589	313	0
999						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1000						Dis	1589	313	0	1589	313	0

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรักษณ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1001	30	0.7	0.2	Roulette	MOX	Inv	1339	267	172	1339	267	172
1002						Ins	1413	278	293	1413	278	293
1003						Ex	1431	286	689	1431	286	689
1004						Dis	1392	277	152	1392	277	152
1005					PMX	Inv	1350	272	160	1350	272	160
1006						Ins	1375	269	792	1375	269	792
1007						Ex	1365	276	670	1365	276	670
1008						Dis	1351	268	735	1351	268	735
1009					CX	Inv	1305	260	418	1305	260	418
1010						Ins	1370	272	91	1370	272	91
1011						Ex	1325	264	984	1325	264	984
1012						Dis	1306	261	416	1306	261	416
1013					OX	Inv	1345	269	197	1345	269	197
1014						Ins	1298	256	545	1298	256	545
1015						Ex	1326	267	263	1326	267	263
1016						Dis	1356	274	829	1356	274	829
1017					PBX	Inv	1312	261	788	1312	261	788
1018						Ins	1375	269	914	1375	269	914
1019						Ex	1336	265	824	1336	265	824
1020						Dis	1357	273	970	1357	273	970
1021	Tournament	0.7	0.2	MOX	Inv	1531	310	295	1531	310	295	
1022					Ins	1576	316	1	1576	316	1	
1023					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1024					Dis	1567	310	2	1567	310	2	
1025				PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0	
1026					Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1027					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1028					Dis	1589	313	0	1589	313	0	
1029				CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0	
1030					Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1031					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1032					Dis	1589	313	0	1589	313	0	
1033				OX	Inv	1476	291	961	1476	291	961	
1034					Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1035					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1036					Dis	1589	313	0	1589	313	0	
1037				PBX	Inv	1583	318	2	1583	318	2	
1038					Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1039					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1040					Dis	1571	313	761	1571	313	761	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2			
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.	
1041	30	0.7	0.3	Roulette	MOX	Inv	1256	247	924	1256	247	924	
1042						Ins	1285	257	629	1285	257	629	
1043						Ex	1272	252	473	1272	252	473	
1044						Dis	1279	255	913	1279	255	913	
1045					PMX	Inv	1333	264	546	1333	264	546	
1046						Ins	1377	274	109	1377	274	109	
1047						Ex	1341	269	189	1341	269	189	
1048						Dis	1330	266	481	1330	266	481	
1049					CX	Inv	1304	257	667	1304	257	667	
1050						Ins	1331	264	448	1331	264	448	
1051						Ex	1371	275	864	1371	275	864	
1052						Dis	1280	252	575	1280	252	575	
1053					OX	Inv	1310	261	820	1310	264	820	
1054						Ins	1321	262	936	1321	262	936	
1055						Ex	1302	259	218	1302	259	218	
1056						Dis	1406	278	212	1406	278	212	
1057					PBX	Inv	1367	270	975	1367	270	975	
1058						Ins	1358	271	516	1358	271	516	
1059						Ex	1310	260	408	1310	260	408	
1060						Dis	1244	249	338	1244	249	338	
1061					Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1062							Ins	1589	313	0	1589	313	0
1063							Ex	1589	313	0	1589	313	0
1064							Dis	1589	313	0	1589	313	0
1065						PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1066							Ins	1589	313	0	1589	313	0
1067							Ex	1589	313	0	1589	313	0
1068							Dis	1589	313	0	1589	313	0
1069						CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1070							Ins	1589	313	0	1589	313	0
1071	Ex	1589	313	0			1589	313	0				
1072	Dis	1589	313	0			1589	313	0				
1073	OX	Inv	1496	301		933	1496	301	933				
1074		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
1075		Ex	1589	313		0	1589	313	0				
1076		Dis	1589	313		0	1589	313	0				
1077	PBX	Inv	1589	313		0	1589	313	0				
1078		Ins	1589	313		0	1589	313	0				
1079		Ex	1559	311		62	1559	311	62				
1080		Dis	1461	289		590	1461	289	590				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตรัท (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2							
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.					
1081	30	0.7	0.4	Roulette	MOX	Inv	1350	273	891	1341	264	248					
1082						Ins	1332	268	738	1389	278	593					
1083						Ex	1184	235	767	1268	255	574					
1084						Dis	1359	271	460	1299	259	553					
1085					PMX	Inv	1318	265	592	1379	273	985					
1086						Ins	1350	267	978	1310	264	468					
1087						Ex	1354	271	668	1325	261	555					
1088					CX	Dis	1240	245	685	1252	251	530					
1089						Inv	1363	267	66	1219	243	322					
1090						Ins	1354	275	307	1336	264	728					
1091					OX	Ex	1302	260	839	1280	257	833					
1092						Dis	1311	261	119	1314	264	776					
1093						Inv	1340	267	188	1301	260	834					
1094					PBX	Ins	1361	269	106	1341	270	70					
1095						Ex	1271	256	535	1271	252	695					
1096						Dis	1337	265	531	1331	267	636					
1097					MOX	Inv	1325	264	489	1363	273	903					
1098						Ins	1308	259	141	1367	272	900					
1099						Ex	1260	250	368	1357	271	174					
1100					30	0.7	0.4	Tournament	PBX	Dis	1241	249	317	1328	263	711	
1101										MOX	Inv	1589	313	0	1533	307	7
1102											Ins	1589	313	0	1589	313	0
1103									Ex		1589	313	0	1589	313	0	
1104									Dis		1589	313	0	1589	313	0	
1105	PMX	Inv	1525	306					59	1481	295	846					
1106		Ins	1566	314					1	1589	313	0					
1107		Ex	1589	313					0	1589	313	0					
1108	CX	Dis	1589	313					0	1589	313	0					
1109		Inv	1493	296					1	1589	313	0					
1110		Ins	1589	313					0	1589	313	0					
1111	OX	Ex	1589	313					0	1589	313	0					
1112		Dis	1589	313					0	1589	313	0					
1113		Inv	1539	309					669	1583	314	366					
1114	PBX	Ins	1589	313					0	1589	313	0					
1115		Ex	1509	304					4	1589	313	0					
1116		Dis	1556	314					1	1589	313	0					
1117	MOX	Inv	1447	288					28	1463	293	99					
1118		Ins	1589	313					0	1589	313	0					
1119		Ex	1568	312					707	1525	300	482					
1120	CX	Dis	1553	312					954	1487	294	825					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตกัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1121	30	0.8	0.1	Roulette	MOX	Inv	1225	246	929	1328	264	161
1122						Ins	1347	267	391	1372	275	462
1123						Ex	1361	270	492	1406	277	79
1124						Dis	1360	272	705	1277	256	80
1125					PMX	Inv	1350	270	796	1292	257	945
1126						Ins	1308	261	902	1287	255	225
1127						Ex	1357	268	218	1225	242	83
1128						Dis	1314	263	244	1307	260	520
1129					CX	Inv	1400	281	18	1319	261	642
1130						Ins	1355	268	135	1475	294	177
1131						Ex	1420	282	380	1403	277	944
1132						Dis	1360	269	363	1405	280	104
1133					OX	Inv	1264	257	882	1284	256	236
1134						Ins	1231	242	268	1273	254	217
1135						Ex	1239	248	70	1403	277	628
1136						Dis	1349	266	352	1273	253	737
1137					PBX	Inv	1334	268	677	1388	278	933
1138						Ins	1372	269	234	1328	265	789
1139				Ex		1278	256	895	1243	247	561	
1140				Dis		1302	260	411	1357	271	310	
1141				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1142						Ins	1589	313	0	1578	320	1
1143						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1144						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1145					PMX	Inv	1482	291	22	1589	313	0
1146						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1147						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1148						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1149					CX	Inv	1568	316	1	1584	319	12
1150						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1151	Ex	1589	313			0	1559	310	1			
1152	Dis	1477	293			451	1589	313	0			
1153	OX	Inv	1483		295	379	1589	313	0			
1154		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1155		Ex	1589		313	0	1589	313	0			
1156		Dis	1589		313	0	1589	313	0			
1157	PBX	Inv	1588		318	51	1368	273	1			
1158		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1159		Ex	1417	286	1	1577	312	2				
1160		Dis	1589	313	0	1588	315	1				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1161	30	0.8	0.2	Roulette	MOX	Inv	1316	264	118	1316	264	118
1162						Ins	1332	260	449	1332	260	449
1163						Ex	1354	276	914	1354	276	914
1164						Dis	1335	265	519	1335	265	519
1165					PMX	Inv	1389	279	841	1389	279	841
1166						Ins	1284	254	383	1284	254	383
1167						Ex	1337	266	339	1337	266	339
1168						Dis	1230	244	977	1230	244	977
1169					CX	Inv	1387	276	636	1387	276	636
1170						Ins	1406	280	778	1406	280	778
1171						Ex	1334	265	369	1334	265	369
1172						Dis	1319	266	753	1319	266	753
1173					OX	Inv	1230	242	852	1230	242	852
1174						Ins	1280	256	288	1280	256	288
1175						Ex	1230	242	37	1230	242	37
1176						Dis	1268	253	131	1268	253	131
1177					PBX	Inv	1292	257	103	1292	257	103
1178						Ins	1380	274	617	1380	274	617
1179				Ex		1287	258	593	1287	258	593	
1180				Dis		1287	256	353	1287	256	353	
1181				Tournament	MOX	Inv	1584	318	606	1584	318	606
1182						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1183						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1184						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1185					PMX	Inv	1475	293	3	1475	293	3
1186						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1187						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1188						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1189					CX	Inv	1528	305	1	1528	305	1
1190						Ins	1568	316	1	1568	316	1
1191	Ex	1568	316			1	1568	316	1			
1192	Dis	1589	313			0	1589	313	0			
1193	OX	Inv	1530		310	806	1530	310	806			
1194		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1195		Ex	1564		313	184	1564	313	184			
1196		Dis	1577		315	156	1577	315	156			
1197	PBX	Inv	1588		315	410	1588	315	410			
1198		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1199		Ex	1573	315	1	1573	315	1				
1200		Dis	1560	312	215	1560	312	215				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1201	30	0.8	0.3	Roulette	MOX	Inv	1295	255	224	1385	276	292
1202						Ins	1287	253	917	1350	266	721
1203						Ex	1328	266	77	1257	248	275
1204						Dis	1276	252	663	1286	253	330
1205					PMX	Inv	1376	275	826	1291	256	297
1206						Ins	1326	265	137	1265	255	471
1207						Ex	1297	260	521	1291	256	905
1208						Dis	1250	246	492	1355	269	111
1209					CX	Inv	1207	240	999	1324	265	937
1210						Ins	1367	272	590	1327	263	456
1211						Ex	1421	281	170	1346	267	818
1212						Dis	1355	271	188	1330	263	177
1213					OX	Inv	1323	265	803	1319	267	152
1214						Ins	1307	263	156	1315	263	599
1215						Ex	1325	262	634	1309	264	419
1216						Dis	1268	255	317	1239	248	584
1217				PBX	Inv	1283	255	271	1286	257	208	
1218					Ins	1334	266	102	1341	267	460	
1219					Ex	1353	267	298	1312	261	576	
1220					Dis	1338	263	65	1329	264	950	
1221				MOX	Inv	1550	312	378	1589	313	0	
1222					Ins	1589	313	0	1541	310	1	
1223					Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1224					Dis	1586	317	1	1589	313	0	
1225				PMX	Inv	1520	303	21	1589	313	0	
1226					Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1227					Ex	1527	304	2	1589	313	0	
1228					Dis	1589	313	0	1581	320	644	
1229	CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0				
1230		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
1231		Ex	1546	308	1	1589	313	0				
1232		Dis	1568	316	1	1589	313	0				
1233	OX	Inv	1483	294	265	1476	295	129				
1234		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
1235		Ex	1571	314	633	1589	313	0				
1236		Dis	1589	313	0	1521	302	3				
1237	PBX	Inv	1557	307	478	1496	301	152				
1238		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
1239		Ex	1486	295	1	1589	313	0				
1240		Dis	1526	306	30	1518	301	732				
				Tournament								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1241	30	0.8	0.4	Roulette	MOX	Inv	1346	268	561	1346	268	561
1242						Ins	1321	264	544	1321	264	544
1243						Ex	1301	258	922	1301	258	922
1244						Dis	1297	260	509	1297	260	509
1245					PMX	Inv	1303	259	879	1303	259	879
1246						Ins	1319	263	507	1319	263	507
1247						Ex	1323	265	166	1323	265	166
1248						Dis	1286	254	840	1286	254	840
1249					CX	Inv	1322	260	633	1322	260	633
1250						Ins	1385	278	985	1385	278	985
1251						Ex	1320	265	60	1320	265	60
1252						Dis	1351	271	150	1351	271	150
1253					OX	Inv	1345	273	856	1345	273	856
1254						Ins	1275	253	334	1275	253	334
1255						Ex	1352	268	497	1352	268	497
1256						Dis	1334	261	971	1334	261	971
1257					PBX	Inv	1298	256	126	1298	256	126
1258						Ins	1243	248	904	1243	248	904
1259				Ex		1340	267	91	1340	267	91	
1260				Dis		1278	257	893	1278	257	893	
1261				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1262						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1263						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1264						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1265					PMX	Inv	1443	290	672	1443	290	672
1266						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1267						Ex	1517	308	2	1517	308	2
1268						Dis	1571	313	265	1571	313	265
1269					CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1270						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1271	Ex	1589	313			0	1589	313	0			
1272	Dis	1589	313			0	1589	313	0			
1273	OX	Inv	1566	313	58	1566	313	58				
1274		Ins	1587	317	3	1587	317	3				
1275		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
1276		Dis	1589	313	0	1589	313	0				
1277	PBX	Inv	1454	290	346	1454	290	346				
1278		Ins	1589	313	0	1589	313	0				
1279		Ex	1498	298	10	1498	298	10				
1280		Dis	1437	287	74	1437	287	74				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2						
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.				
1281	30	0.9	0.1	Roulette	MOX	Inv	1291	255	743	1291	255	743				
1282						Ins	1335	267	418	1335	267	418				
1283						Ex	1394	275	674	1394	275	674				
1284						Dis	1373	274	653	1373	274	653				
1285						PMX	Inv	1330	264	871	1330	264	871			
1286							Ins	1309	265	984	1309	265	984			
1287							Ex	1264	251	495	1264	251	495			
1288						Dis	1228	244	636	1228	244	636				
1289						CX	Inv	1341	269	596	1341	269	596			
1290							Ins	1442	287	27	1442	287	27			
1291							Ex	1457	289	201	1457	289	201			
1292						Dis	1285	255	710	1285	255	710				
1293					OX	Inv	1320	260	206	1320	260	206				
1294						Ins	1367	270	85	1367	270	85				
1295						Ex	1325	265	93	1325	265	93				
1296					Dis	1218	242	81	1218	242	81					
1297					PBX	Inv	1310	261	899	1310	261	899				
1298						Ins	1388	280	879	1388	280	879				
1299						Ex	1379	271	453	1379	271	453				
1300					Dis	1381	277	201	1381	277	201					
1301					Tournament	0.9	0.1	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0	
1302									Ins	1589	313	0	1589	313	0	
1303									Ex	1589	313	0	1589	313	0	
1304									Dis	1537	305	1	1537	305	1	
1305									PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1306										Ins	1589	313	0	1589	313	0
1307										Ex	1491	294	3	1491	294	3
1308									Dis	1589	313	0	1589	313	0	
1309									CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1310										Ins	1589	313	0	1589	313	0
1311	Ex	1488	293	2						1488	293	2				
1312	Dis	1546	308	1					1546	308	1					
1313	OX	Inv	1589	313				0	1589	313	0					
1314		Ins	1589	313				0	1589	313	0					
1315		Ex	1589	313				0	1589	313	0					
1316	Dis	1589	313	0				1589	313	0						
1317	PBX	Inv	1568	317				13	1568	317	13					
1318		Ins	1589	313				0	1589	313	0					
1319		Ex	1589	313				0	1589	313	0					
1320	Dis	1589	313	0				1589	313	0						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1321	30	0.9	0.2	Roulette	MOX	Inv	1081	217	486	1081	217	486
1322						Ins	1355	270	958	1355	270	958
1323						Ex	1317	262	169	1317	262	169
1324						Dis	1374	273	564	1374	273	564
1325					PMX	Inv	1257	253	395	1257	253	395
1326						Ins	1309	262	772	1309	262	772
1327						Ex	1326	264	961	1326	264	961
1328						Dis	1337	267	962	1337	267	962
1329					CX	Inv	1384	272	214	1384	272	214
1330						Ins	1360	272	734	1360	272	734
1331						Ex	1286	257	970	1286	257	970
1332						Dis	1324	263	807	1324	263	807
1333					OX	Inv	1272	256	640	1272	256	640
1334						Ins	1370	274	787	1370	274	787
1335						Ex	1292	257	507	1292	257	507
1336						Dis	1323	260	639	1323	260	639
1337					PBX	Inv	1325	264	288	1325	264	288
1338						Ins	1270	248	543	1270	248	543
1339				Ex		1306	260	561	1306	260	561	
1340				Dis		1250	251	698	1250	251	698	
1341				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1342						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1343						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1344						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1345					PMX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1346						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1347						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1348						Dis	1498	301	261	1498	301	261
1349					CX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1350						Ins	1547	305	1	1547	305	1
1351	Ex	1589	313			0	1589	313	0			
1352	Dis	1589	313			0	1589	313	0			
1353	OX	Inv	1554		312	676	1554	312	676			
1354		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1355		Ex	1491		298	12	1491	298	12			
1356		Dis	1589		313	0	1589	313	0			
1357	PBX	Inv	1562		311	23	1562	311	23			
1358		Ins	1454		291	5	1454	291	5			
1359		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
1360		Dis	1507	296	454	1507	296	454				



ตารางที่ จ.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1361	30	0.9	0.3	Roulette	MOX	Inv	1292	262	468	1292	262	468
1362						Ins	1321	261	890	1321	201	890
1363						Ex	1307	259	549	1307	259	549
1364						Dis	1339	265	517	1339	265	517
1365					PMX	Inv	1350	268	967	1350	268	967
1366						Ins	1366	272	85	1366	272	85
1367						Ex	1297	257	405	1297	257	405
1368						Dis	1312	263	866	1312	263	866
1369					CX	Inv	1290	257	568	1290	257	568
1370						Ins	1352	272	20	1352	272	20
1371						Ex	1333	265	289	1333	265	289
1372						Dis	1279	252	918	1279	252	918
1373					OX	Inv	1249	248	983	1249	248	983
1374						Ins	1308	257	777	1308	257	777
1375						Ex	1356	273	179	1356	273	179
1376						Dis	1375	275	756	1375	275	756
1377					PBX	Inv	1286	260	986	1286	260	986
1378						Ins	1289	257	762	1289	257	762
1379				Ex		1307	266	908	1307	266	908	
1380				Dis		1295	257	496	1295	257	496	
1381				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1382						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1383						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1384						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1385					PMX	Inv	1583	318	640	1583	313	640
1386						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1387						Ex	1442	286	2	1442	286	2
1388						Dis	1526	304	439	1526	304	439
1389					CX	Inv	1492	299	1	1492	299	1
1390						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1391	Ex	1582	318			3	1582	318	3			
1392	Dis	1589	313			0	1589	313	0			
1393	OX	Inv	1532		307	451	1532	307	451			
1394		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1395		Ex	1589		313	0	1589	313	0			
1396		Dis	1589		313	0	1589	313	0			
1397	PBX	Inv	1478		294	687	1478	294	687			
1398		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1399		Ex	1545	309	903	1545	309	903				
1400		Dis	1458	289	640	1458	289	640				

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดลอง Full Factorial Design สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

No.	Pop size	Pc	Pm	Stype	Ctype	Mtype	Replication 1			Replication 2		
							Time	Range	Gen.	Time	Range	Gen.
1401	30	0.9	0.4	Roulette	MOX	Inv	1322	260	350	1322	260	350
1402						Ins	1299	258	389	1299	258	389
1403						Ex	1348	268	842	1348	268	842
1404						Dis	1365	277	470	1365	277	470
1405					PMX	Inv	1299	257	267	1299	257	267
1406						Ins	1357	267	185	1357	267	188
1407						Ex	1293	254	680	1293	254	680
1408						Dis	1247	250	321	1247	250	321
1409					CX	Inv	1344	270	175	1344	270	175
1410						Ins	1254	249	549	1254	249	549
1411						Ex	1312	266	406	1312	266	406
1412						Dis	1293	261	706	1293	261	706
1413					OX	Inv	1275	255	884	1275	255	884
1414						Ins	1285	257	844	1285	257	844
1415						Ex	1323	266	84	1323	266	84
1416						Dis	1249	249	923	1249	249	923
1417				PBX	Inv	1292	258	308	1292	258	308	
1418					Ins	1304	260	777	1304	260	777	
1419					Ex	1311	260	686	1311	260	686	
1420					Dis	1343	268	698	1343	268	698	
1421				Tournament	MOX	Inv	1589	313	0	1589	313	0
1422						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1423						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1424						Dis	1589	313	0	1589	313	0
1425					PMX	Inv	1407	280	951	1407	280	951
1426						Ins	1589	313	0	1589	313	0
1427						Ex	1589	313	0	1589	313	0
1428						Dis	1557	308	51	1557	308	51
1429	CX	Inv	1546		308	1	1546	308	1			
1430		Ins	1589		313	0	1589	313	0			
1431		Ex	1589		313	0	1589	313	0			
1432		Dis	1589		313	0	1589	313	0			
1433	OX	Inv	1543	305	843	1543	305	843				
1434		Ins	1570	316	2	1570	316	2				
1435		Ex	1589	313	0	1589	313	0				
1436		Dis	1582	313	505	1582	313	505				
1437	PBX	Inv	1502	298	996	1502	298	996				
1438		Ins	1578	314	219	1578	314	219				
1439		Ex	1466	292	13	1466	292	13				
1440		Dis	1447	289	475	1447	289	475				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

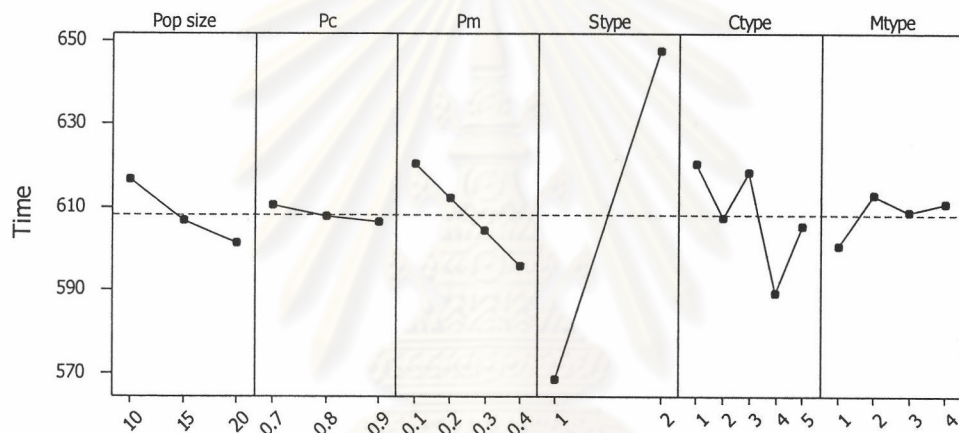
## ภาคผนวก ข

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล Full Factorial Design

#### 1. กราฟผลกระทบของปัจจัยต่อเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักร

##### 1.1 ปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

Main Effects Plot - Data Means for Time

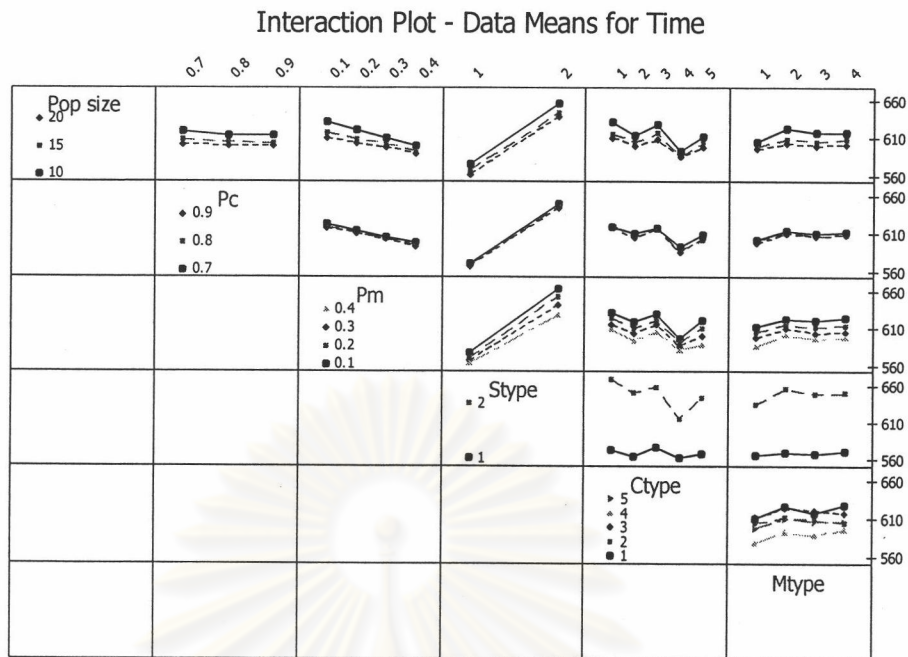


รูปที่ ข.1 กราฟแสดงผลกระทบของปัจจัยหลักต่อเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง  
สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

หมายเหตุ Stype หมายเลข 1 2 คือ Roulette และ Tournament ตามลำดับ

Ctype หมายเลข 1 2 3 4 5 คือ MOX, PMX, CX, OX และ PBX ตามลำดับ

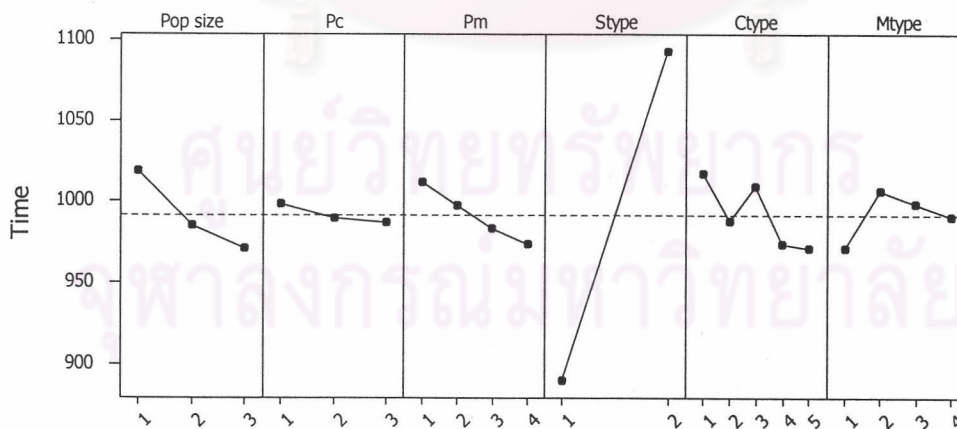
Mtype หมายเลข 1 2 3 4 คือ Inversion, Insertion, Reciprocal Exchange  
และ Displacement ตามลำดับ



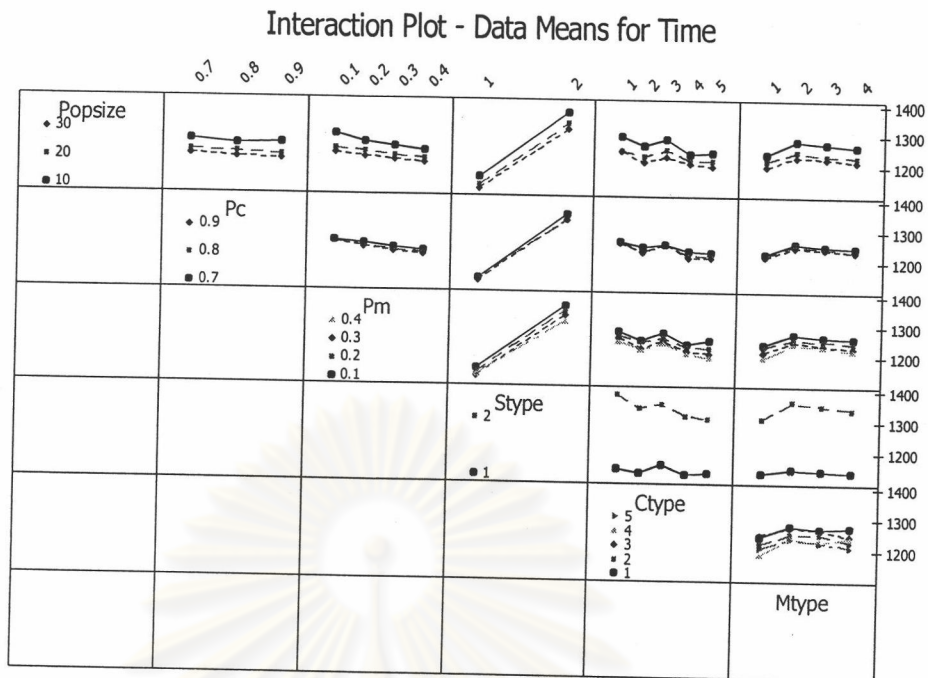
รูปที่ ข.2 กราฟแสดงผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยต่อเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

1.2 ปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

Main Effects Plot - Data Means for Time



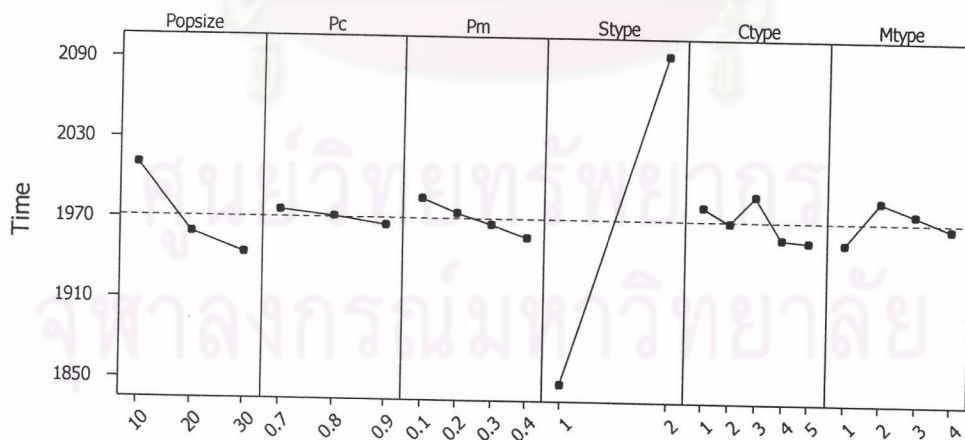
รูปที่ ข.3 กราฟแสดงผลกระทบหลักของปัจจัยหลักของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์



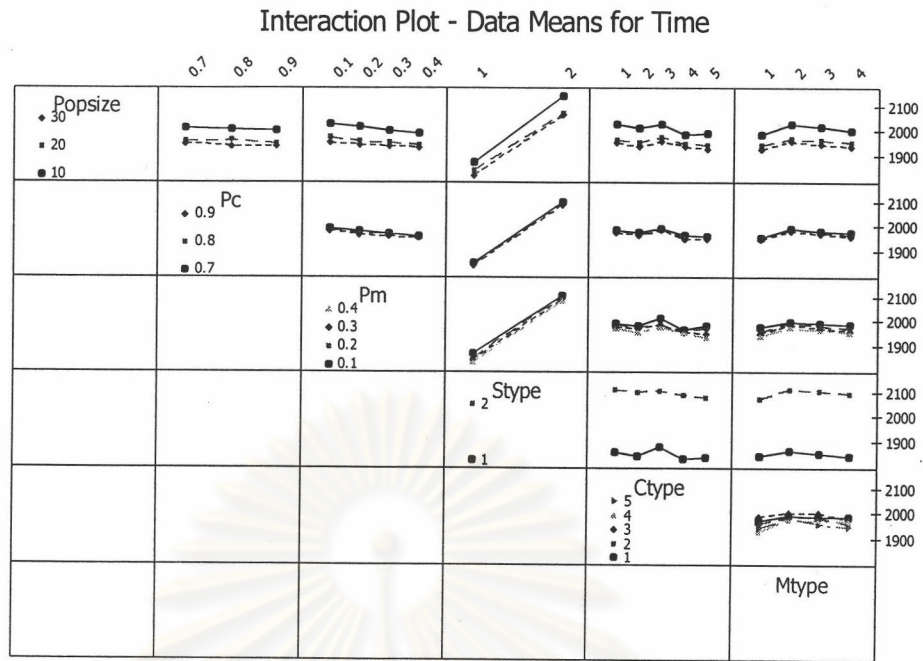
รูปที่ ๔.4 กราฟแสดงผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

### 1.3 ปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

### Main Effects Plot - Data Means for Time



รูปที่ ๕.5 กราฟแสดงผลกระทบของปัจจัยหลักของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์



รูปที่ ข.6 กราฟแสดงผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้ง สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลិតภัณฑ์

## 2. Fisher's Least Significant Difference

### 2.1 เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

#### การวิเคราะห์ LSD ของ Pop size สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pop size	2	116741	58371	24.64	0.000
Error	2877	6815364	2369		
Total	2879	6932106			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
10	960	616.71	53.10	563.61	669.81
15	960	606.60	46.32	560.28	653.00
20	960	601.37	46.27	555.04	647.70

Pooled StDev = 48.67

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.122  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

		10	15
15	5.75		
	14.46		
20	10.98	0.88	
	19.70	9.59	

**การวิเคราะห์ LSD ของ Selection types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลិតภัณฑ์**

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Stype	1	4510838	4510838	5361.73	0.000
Error	2878	2421268	841		
Total	2879	6932106			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
Roulette	1440	568.65	21.44	*)
Tournament	1440	647.80	34.97	*)

Pooled StDev = 29.01      575      600      625      650

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0499  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

Roulette

Tournament	-81.27
	-77.03

**การวิเคราะห์ LSD ของ Crossover types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์**

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Ctype	4	363077	90769	39.73	0.000
Error	2875	6569029	2285		
Total	2879	6932106			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
MOX	576	620.56	54.74	(--*--)
PMX	576	607.56	50.23	(--*--)
CX	576	618.48	48.52	(--*--)
OX	576	589.13	35.93	(--*--)
PBX	576	605.41	47.54	(--*--)

Pooled StDev = 47.80      588      600      612      624

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.285  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	MOX	PMX	CX	OX
PMX	7.48 18.53			
CX	-3.44 7.61	-16.44 -5.40		
OX	25.91 36.96	12.91 23.95	23.83 34.87	
PBX	9.63 20.68	-3.37 7.67	7.55 18.59	-21.80 -10.76

### การวิเคราะห์ LSD ของ Mutation types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Mtype	3	60893	20298	8.50	0.000
Error	2876	6871213	2389		
Total	2879	6932106			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
Inv	720	600.65	44.56	511.53	689.77
Ins	720	612.77	51.88	509.41	716.13
Ex	720	608.74	50.05	508.64	708.84
Dis	720	610.73	48.73	513.23	708.23

Pooled StDev = 48.88

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.203  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	Inv	Ins	Ex
Ins	-17.17 -7.07		
Ex	-13.14 -3.04	-1.02 9.08	
Dis	-15.13 -5.02	-3.00 7.10	-7.04 3.07

### การวิเคราะห์ LSD ของ Pc สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pc	2	7462	3731	1.55	0.212
Error	2877	6924644	2407		
Total	2879	6932106			



Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
0.7	960	610.41	49.36
0.8	960	607.70	49.02
0.9	960	606.57	48.80

Pooled StDev = 49.06

606.0      609.0      612.0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.122  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.7	0.8
0.8	-1.68 7.10	
0.9	-0.56 8.23	-3.27 5.52

### การวิเคราะห์ LSD ของ Pm สำหรับปัญหาตัวอย่าง 10 ผลិតภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pm	3	244877	81626	35.11	0.000
Error	2876	6687229	2325		
Total	2879	6932106			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
0.1	720	620.65	52.17
0.2	720	612.09	50.96
0.3	720	604.46	46.61
0.4	720	595.71	42.54

Pooled StDev = 48.22

600      610      620

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.203  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3
0.2	3.57 13.54		
0.3	11.21 21.17	2.65 12.62	
0.4	19.96 29.92	11.40 21.37	3.77 13.73

## 2.2 เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

### การวิเคราะห์ LSD ของ Pop size สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Popsize	2	1179428	589714	44.88	0.000
Error	2877	37803818	13140		
Total	2879	38983246			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev		
				Lower	Upper	CI
10	960	1019.2	121.3			(---*---)
20	960	985.2	112.2			(---*---)
30	960	971.0	110.1			(---*---)

Pooled StDev = 114.6

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.122  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	10	20
20	23.7 44.3	
30	38.0 58.5	4.0 24.5

### LSD Selection types 20 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Stype	1	29528955	29528955	8988.97	0.000
Error	2878	9454291	3285		
Total	2879	38983246			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev		
				Lower	Upper	CI
Roulette	1440	890.5	45.7			*)
Tournament	1440	1093.1	67.0			*)

Pooled StDev = 57.3

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0499  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	Roulette
Tournament	-206.70 -198.33

### การวิเคราะห์ LSD ของ Crossover types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลិតภัณฑ์

#### Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Ctype	4	954844	238711	18.05	0.000
Error	2875	38028403	13227		
Total	2879	38983246			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----	
MOX	576	1016.6	130.8		(---*---)
PMX	576	988.1	118.1	(----*----)	
CX	576	1009.0	112.5		(---*---)
OX	576	974.0	109.3	(----*----)	
PBX	576	971.4	102.4	(----*----)	

Pooled StDev = 115.0

980      1000      1020

#### Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.285  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	MOX	PMX	CX	OX
PMX	15.3 41.8			
CX	-5.6 20.9	-34.2 -7.6		
OX	29.3 55.9	0.7 27.3	21.6 48.2	
PBX	32.0 58.5	3.4 30.0	24.3 50.9	-10.6 15.9

### การวิเคราะห์ LSD ของ Mutation types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 20 ผลิตภัณฑ์

#### Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Mtype	3	484464	161488	12.06	0.000
Error	2876	38498783	13386		
Total	2879	38983246			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----	
Inv	720	971.4	104.4	(----*----)	
Ins	720	1006.2	122.6		(----*----)
Ex	720	998.6	118.8		(----*----)
Dis	720	991.0	116.2	(----*----)	

Pooled StDev = 115.7

975      990      1005

#### Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.203  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961



Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.203  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3
0.2	1.9 25.8		
0.3	15.9 39.8	2.1 26.0	
0.4	25.2 49.1	11.4 35.3	-2.6 21.3

## 2.3 เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

### การวิเคราะห์ LSD ของ Pop size สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตภัณฑ์

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Popsize	2	2290691	1145346	63.78	0.000
Error	2877	51660894	17957		
Total	2879	53951585			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
10	960	1510.3	146.8	-----+-----+-----+-----+-----+ (---*---)	
20	960	1459.1	123.4	(---*---)	
30	960	1444.5	130.8	(---*---)	
Pooled StDev =		134.0		-----+-----+-----+-----+-----+ 1450 1475 1500 1525	

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.122  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	10	20
20	39.2 63.2	
30	53.8 77.8	2.6 26.6

### การวิเคราะห์ LSD ของ Selection types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตกณฑ์

#### Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Stype	1	44158224	44158224	1.3E+04	0.000
Error	2878	9793361	3403		
Total	2879	53951585			

#### Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
Roulette	1440	1347.5	60.3	(*
Tournament	1440	1595.1	56.3	*)

Pooled StDev = 58.3

1390      1460      1530

#### Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0499  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

#### Roulette

Tournament      -251.91  
                         -243.39

### การวิเคราะห์ LSD ของ Crossover types สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลิตกณฑ์

#### Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Ctype	4	509029	127257	6.85	0.000
Error	2875	53442556	18589		
Total	2879	53951585			

#### Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
MOX	576	1482.0	139.8	(-----*-----)
PMX	576	1469.8	142.3	(-----*-----)
CX	576	1490.4	125.2	(-----*-----)
OX	576	1458.3	140.4	(-----*-----)
PBX	576	1456.0	133.3	(-----*-----)

Pooled StDev = 136.3

1452      1468      1484      1500

#### Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.285  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961



Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
0.7	960	1476.5	135.7	(-----*-----)
0.8	960	1471.8	137.5	(-----*-----)
0.9	960	1465.6	137.5	(-----*-----)

Pooled StDev = 136.9      1460.0    1468.0    1476.0    1484.0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.122  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.7	0.8
0.8	-7.6 16.9	
0.9	-1.4 23.1	-6.0 18.5

**การวิเคราะห์ LSD ของ Pm สำหรับปัญหาตัวอย่าง 30 ผลិតภัณฑ์**

Analysis of Variance for Time

Source	DF	SS	MS	F	P
Pm	3	329719	109906	5.89	0.001
Error	2876	53621865	18645		
Total	2879	53951585			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
0.1	720	1486.5	133.4	(-----*-----)
0.2	720	1474.8	137.9	(-----*-----)
0.3	720	1466.4	136.9	(-----*-----)
0.4	720	1457.5	137.9	(-----*-----)

Pooled StDev = 136.5      1450    1465    1480    1495

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.203  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 1.961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	0.1	0.2	0.3
0.2	-2.4 25.8		
0.3	6.0 34.2	-5.7 22.6	
0.4	14.9 43.1	3.2 31.4	5.2 23.0



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศิวพล วุฒิพงศ์ประเสริฐ เกิดเมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ 2522 ที่อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ 2543 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีเดียวกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย