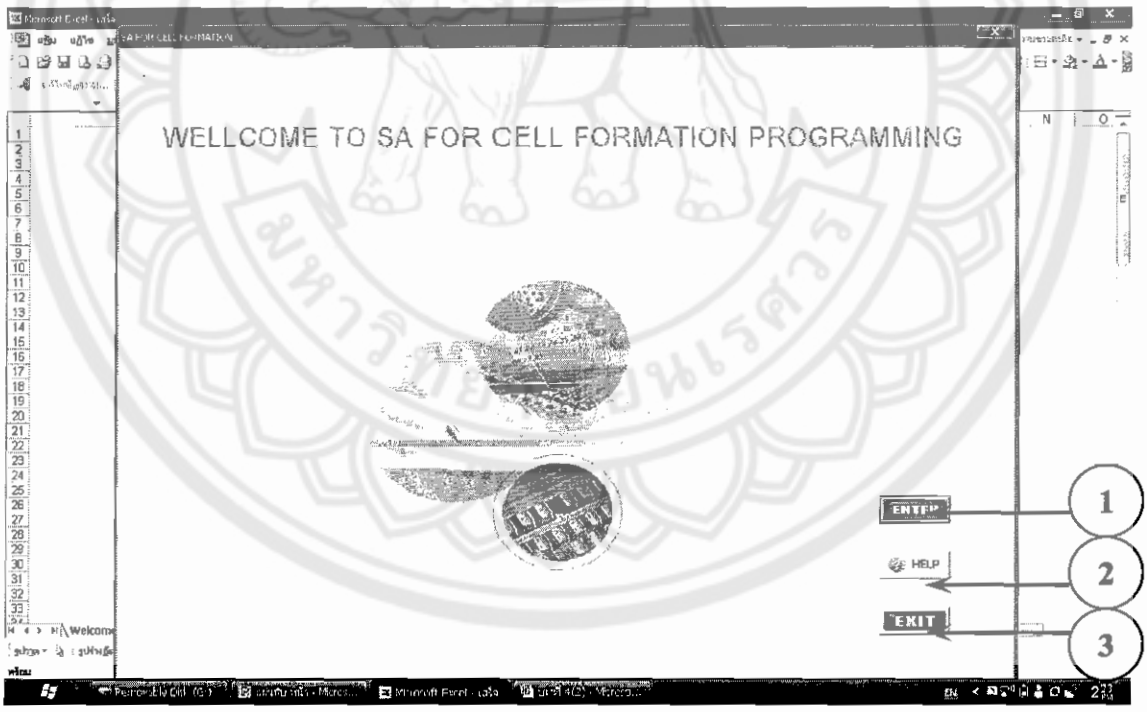
บทที่ 4
การใช้โปรแกรมและผลทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการใช้โปรแกรม ลักษณะการแจ้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโปรแกรมและผลจากการทดสอบโปรแกรมที่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเป็นเงื่อนไข รวมทั้งทดสอบค่าพารามิเตอร์โดยการใช้การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เข้ามาช่วยเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม รายละเอียดต่างๆ ก็จะกล่าวไว้ในเนื้อหาของบทนี้

4.1 การใช้งานโปรแกรม

4.1.1 เริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม

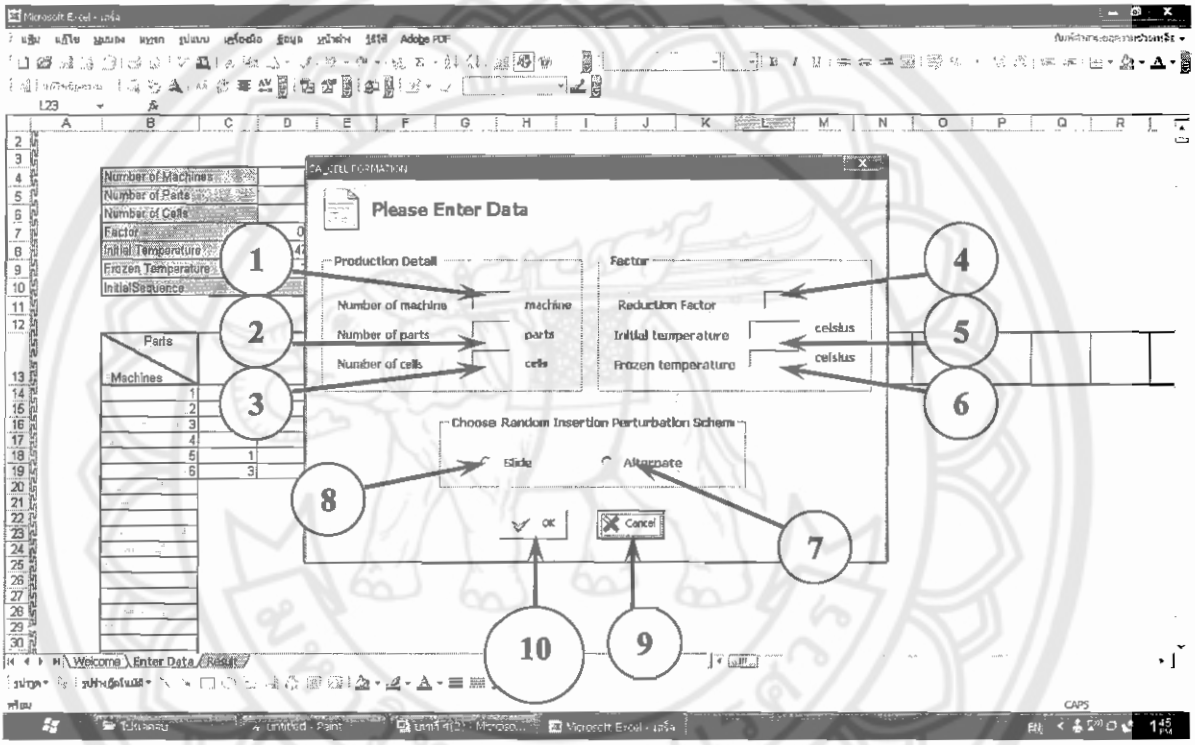
เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรม จะพบกับหน้าเมนูหลัก ดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.1 หน้าแรกของโปรแกรม

เมื่อเข้าสู่หน้าแรกของโปรแกรมแล้ว ให้คลิกที่ หมายเลข 1 (ENTER) เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้ว จะเข้าสู่ฟอร์ม SA FOR CELL FORMATION เพื่อรับค่าที่ใช้ในการคำนวณ โดยการให้ผู้ใช้กรอกค่าต่างๆ ลงไป ดังรูปที่ 4.2 ส่วนหมายเลข 2 เป็นปุ่มเพื่อให้ผู้ใช้สามารถคลิกเพื่อเข้าไปดูวิธีการใช้โปรแกรมและหมายเลข 3 จะเป็นปุ่มคำสั่งให้ออกจากโปรแกรม

4.1.2 ทำการกรอกข้อมูลต่างๆ ลงในฟอร์ม SA FOR CELL FORMATION



รูปที่ 4.2 แสดงการรับข้อมูลต่างๆ ของโปรแกรม SA

รายละเอียดของข้อมูลที่จะนำมาใช้กรอก ถูกแสดงตามหมายเลขต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 จำนวนเครื่องจักร (Number of Machines) สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไปในช่องรับข้อมูล

หมายเลข 2 จำนวนชิ้นส่วน (Number of Parts) สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไป ในช่องรับข้อมูล

หมายเลข 3 จำนวนเซลล์การผลิต (Number of Cells) สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไปในช่องรับข้อมูล ช่วงของค่าที่สามารถกรอกได้ไม่ควรเกินจำนวนเกินจำนวนเครื่องจักร

หมายเลข 4 ค่า Reduction Factor สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไป ในช่องรับข้อมูล ช่วงของค่าที่สามารถกรอกได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

หมายเลข 5 อุณหภูมิเริ่มต้น (Initial Temperature) สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไปในช่องรับข้อมูล ช่วงของค่าที่สามารถกรอกได้จะต้องมากกว่าค่าที่กรอกในช่องรับข้อมูลหมายเลข 6 (Frozen Temperature)

หมายเลข 6 อุณหภูมิสิ้นสุด (Frozen Temperature) สำหรับให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล เป็นตัวเลขลงไปในช่องรับข้อมูล ค่าที่สามารถกรอกได้ จะต้องน้อยกว่า อุณหภูมิเริ่มต้น (Initial Temperature) ในช่องรับข้อมูลหมายเลข 5

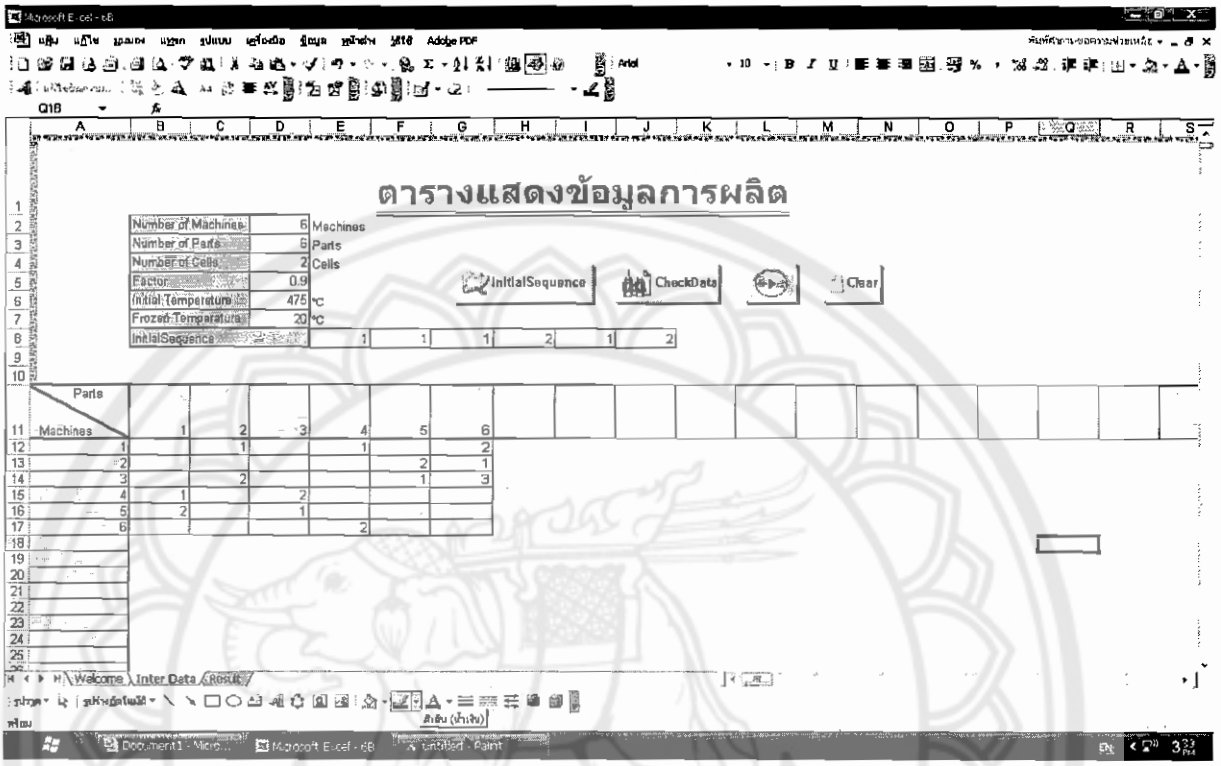
หมายเลข 7 วิธีการสุ่มโครงร่างแบบสลับ (Rips Alternate) ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการสุ่มแบบสลับ โดยการใช้เมาส์คลิกที่ Alternate

หมายเลข 8 วิธีการสุ่มโครงร่างแบบเลื่อน (Rips Slide) ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการสุ่มแบบเลื่อนโดยการใช้เมาส์คลิกที่ Slide

หมายเลข 9 ปุ่มคำสั่ง Cancel ผู้ใช้สามารถออกจากฟอร์ม SA FOR CELL FORMATION โดยการใช้ เมาส์คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Cancel

หมายเลข 10 ปุ่มคำสั่ง OK เมื่อกรอกค่าต่างๆ ลงในช่องรับข้อมูลครบทุกช่องแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม คำสั่ง OK เพื่อไปยังหน้า ตารางแสดงข้อมูลการผลิต

4.1.3 ทำการกรอกข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนลงในตาราง



รูปที่ 4.3 แสดงการกรอกข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนลงในตาราง

4.1.4 เมื่อทำการกรอกข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนลงในตารางเรียบร้อยแล้ว คลิกที่ปุ่ม CheckData เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องในการกรอกข้อมูลการผลิตชิ้นส่วน

4.1.5 เมื่อแน่ใจว่ากรอกข้อมูลถูกต้องแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม

4.1.6 เมื่อคลิกที่ปุ่ม แล้วโปรแกรมจะทำการรัน และจะแสดงผลลัพธ์ ออกมาใน Worksheet Result

4.1.7 คลิกที่ปุ่ม InitialSequence เมื่อต้องการหาค่าโครงแบบใหม่

4.2 ลักษณะการแจ้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการใช้โปรแกรม

ในการใช้โปรแกรม เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นโปรแกรมจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

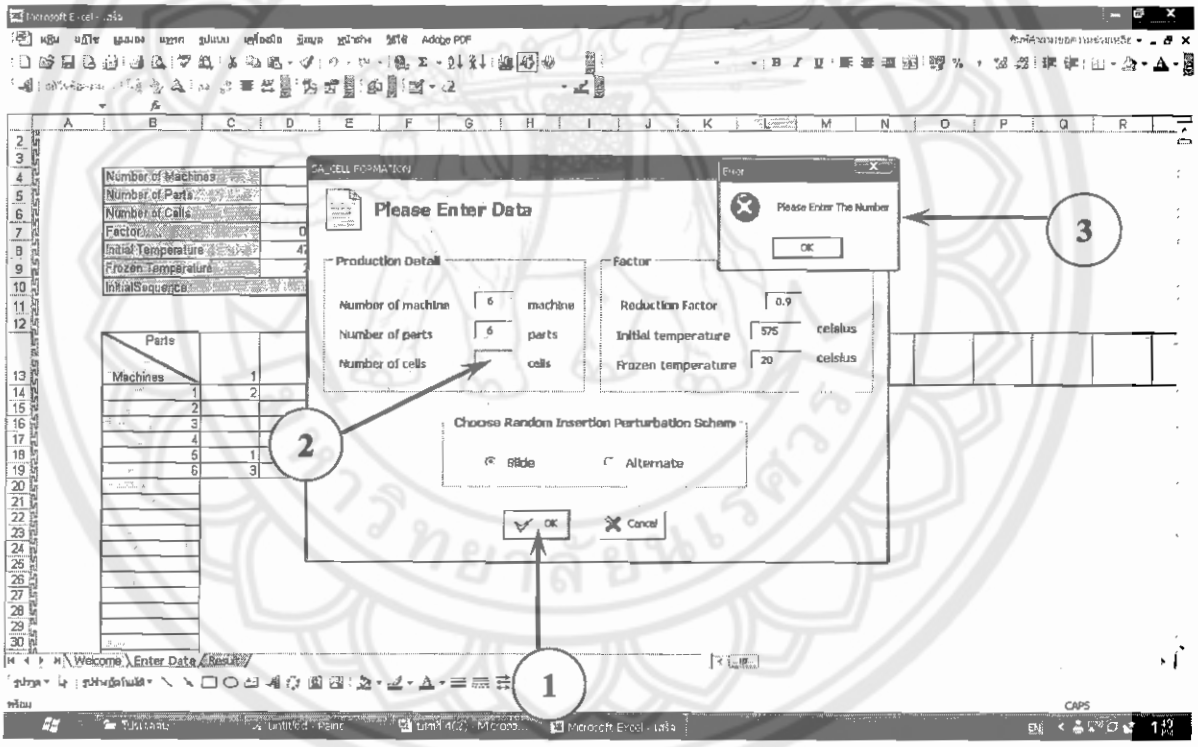
ลักษณะของการแจ้งข้อผิดพลาดจะมีลักษณะเป็นข้อความ ดังนี้

ก. การแจ้งความผิดพลาดที่เกิดจากการลืมกรอกค่า (Please Enter the Number)

ข. การแจ้งความผิดพลาดที่เกิดจากการกรอกค่าผิด

ค. การแจ้งข้อความผิดพลาดเพื่อเตือนผู้ใช้

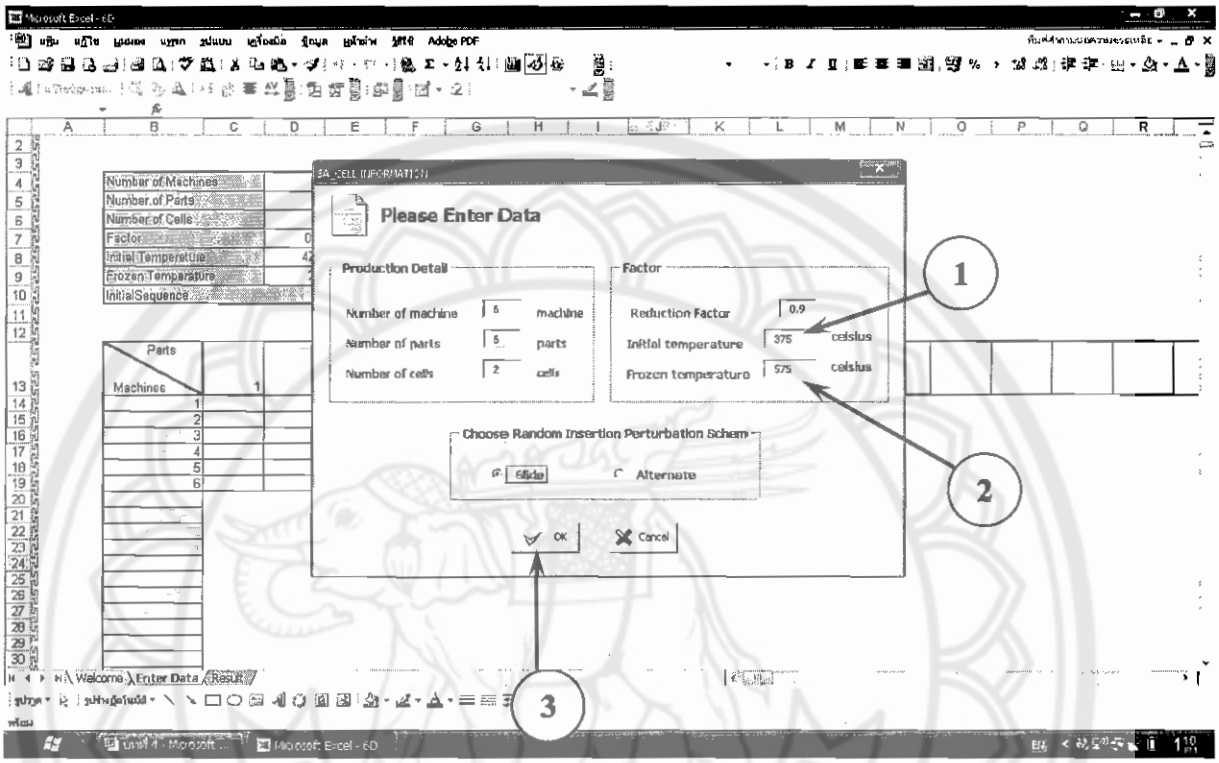
4.2.1 ความผิดพลาดที่เกิดจากการลืมกรอกค่า เป็นความผิดพลาดที่ผู้ใช้ลืมกรอกข้อมูลบางตัวดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 การแจ้งความผิดพลาดที่เกิดจากการลืมกรอกข้อมูล

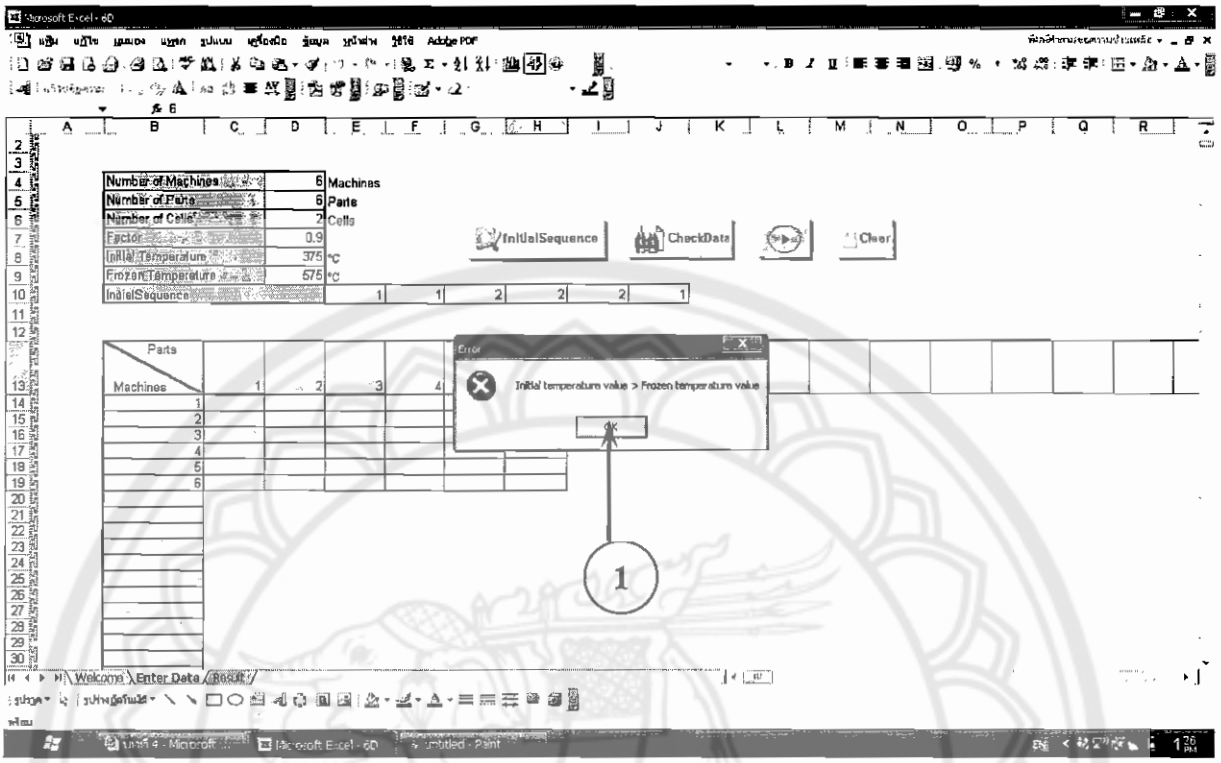
จากรูปที่ 4.4 การแจ้งข้อผิดพลาดจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ทำการคลิกที่ปุ่มหมายเลข 1 ในขณะที่ผู้ใช้ลืมกรอกข้อมูลในช่องหมายเลข 2 โดยกรอบหมายเลข 3 จะปรากฏขึ้น เพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบ จากนั้นให้ผู้ใช้ คลิก ที่ปุ่ม [OK] ในกรอบแจ้งเตือน เพื่อทำการแก้ไขกรอกข้อมูลต่างๆจนครบ

4.2.2 การแจ้งข้อผิดพลาดผิดพลาดที่เกิดจากการกรอกค่าผิด เป็นการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แสดงการกรอกข้อมูลผิดจากข้อกำหนด

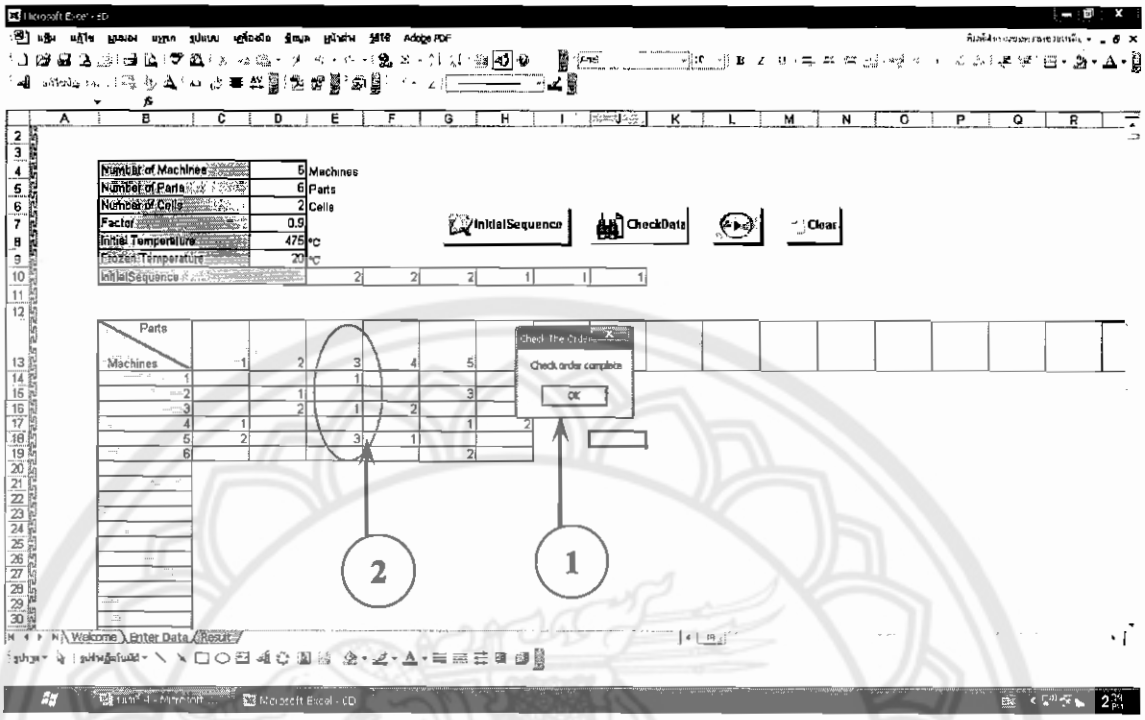
จากรูปที่ 4.5 การแจ้งข้อผิดพลาดจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้กรอกค่า อุณหภูมิสิ้นสุด (Frozen Temperature) ในช่องหมายเลข 2 มากกว่าค่าอุณหภูมิเริ่มต้น (Initial Temperature) ในช่องหมายเลข 1 และเมื่อผู้ใช้ทำการคลิกที่ช่องหมายเลข 3 จะมีกรอบแสดงข้อความเตือนผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงกรอบข้อความเตือนผู้ใช้เมื่อผู้ใช้กรอกค่าผิดจากข้อกำหนด

จากรูป ที่ 4.6 กรอบหมายเลข 1 จะขึ้นเตือนผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้กรอกค่า อุณหภูมิสิ้นสุด (Frozen Temperature) มากกว่าค่าอุณหภูมิเริ่มต้น (Initial Temperature) โดยจะปรากฏข้อความว่า Initial Temperature Value > Frozen Temperature Value จากนั้นให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม OK ในกรอบแจ้งเตือนหมายเลข 1 เพื่อทำการแก้ไขกรอกข้อมูล

4.2.3 การแจ้งข้อผิดพลาดเพื่อเตือนผู้ใช้ เป็นการแจ้งเตือนผู้ใช้ให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงข้อมูลที่กรอกไปนั้นตรงตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



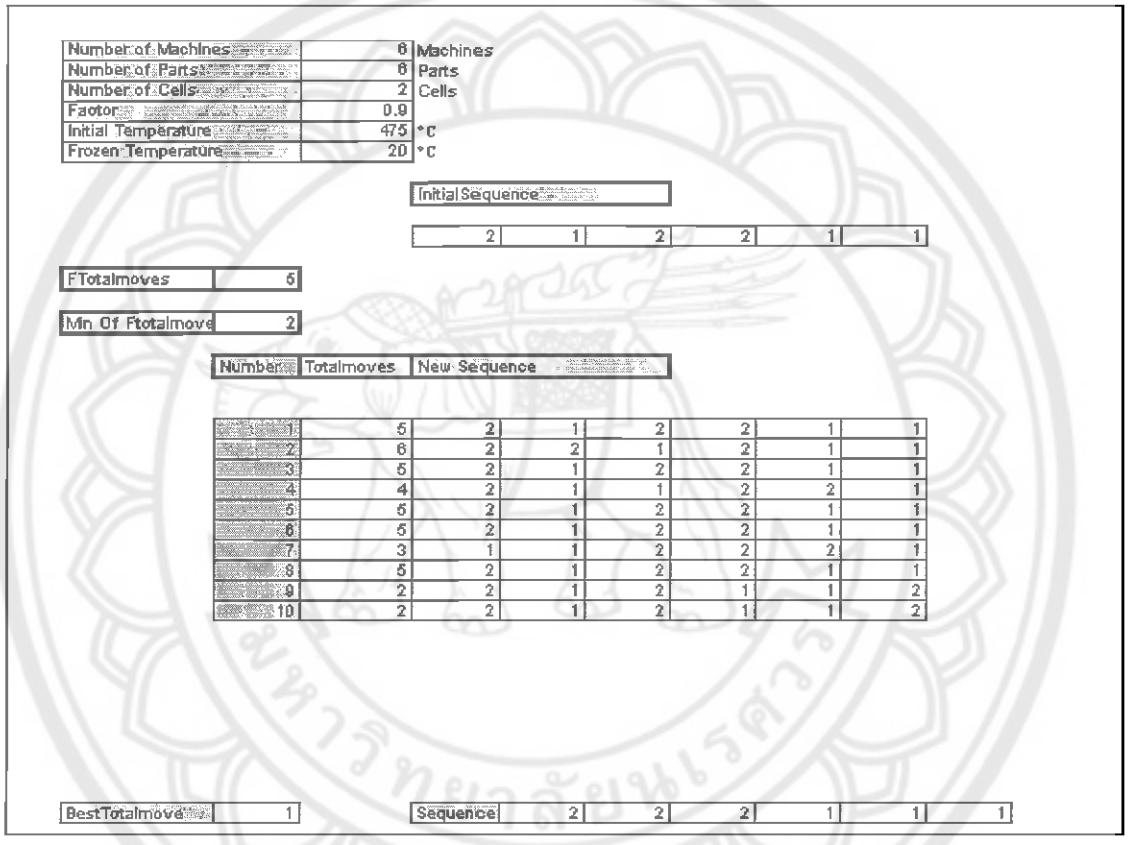
รูปที่ 4.7 การแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบว่า ทำการกรอกลำดับการผลิตซ้ำกัน

จากรูปที่ 4.7 กรอบเตือนผู้ใช้ หมายเลข1 จะปรากฏขึ้นเมื่อผู้ใช้กรอกลำดับการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม CheckData เพื่อทำการตรวจสอบว่าลำดับการผลิตที่ผู้ใช้กรอกจะไม่ซ้ำกัน หากมีตัวเลขซ้ำกันดังรูปวงรีหมายเลข 2 กรอบเตือนผู้ใช้หมายเลข 1 จะปรากฏขึ้นโดยมีข้อความว่า Check order complete จากนั้นให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม OK ในกรอบแจ้งเตือนหมายเลข 1 เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

4.3 แสดงผลลัพธ์ของโปรแกรม

ในการทดสอบโปรแกรมจำเป็นต้องมีผลลัพธ์ของคำตอบที่จะนำออกมานำเสนอ สำหรับโปรแกรมนี้คำตอบของปัญหาจะถูกนำเสนอออกมาในรูปแบบต่างๆ ทั้งรูปแบบคำตอบที่เป็น Rips แบบเลื่อน Rips แบบสลับและแบบโครงแบบที่ดีที่สุด

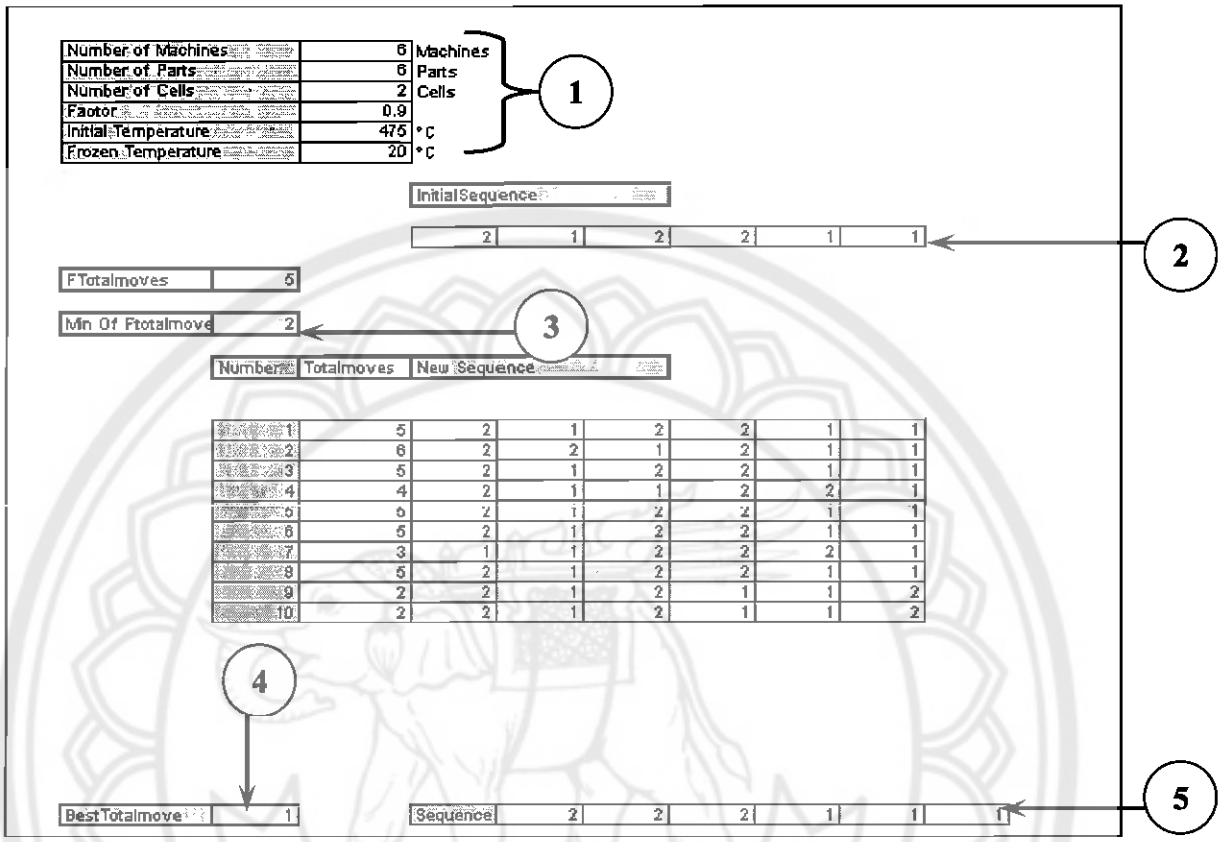
4.3.1 รูปแบบผลลัพธ์แสดงคำตอบทั้งหมดของกระบวนการ



รูปที่ 4.8 พารามิเตอร์และผลลัพธ์ของคำตอบทั้งหมดภายหลังจากการรันโปรแกรม

เมื่อคลิกที่ปุ่ม แล้วโปรแกรมจะทำการรัน และจะแสดงผลลัพธ์ ออกมาใน Worksheet Result และจะได้ผลลัพธ์ของคำอบออกมาดังรูปที่ 4.5

4.3.2 รูปแบบผลลัพธ์แสดงคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการ



รูปที่ 4.9 แสดงผลลัพธ์ของคำตอบในแบบ Rips แบบสลับ หรือ Rips แบบเลื่อน และโครงแบบที่เหมาะสมที่สุด

เมื่อคลิกที่ปุ่ม จะทำให้ได้หน้าต่างนี้ขึ้นมา เป็นการแสดงคำตอบการเลื่อนที่ของกระบวนการ ดังหมายเลขต่างๆ ดังนี้

หมายเลข 1 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้ทำการกรอกข้อมูลลงไป

หมายเลข 2 แสดงค่าโครงแบบเริ่มต้นก่อนทำการรันโปรแกรม

หมายเลข 3 แสดงจำนวนครั้งในการการเคลื่อนที่ของกระบวนการ

หมายเลข 4 แสดงจำนวนครั้งที่ดีที่สุดในการการเคลื่อนที่ของกระบวนการ

หมายเลข 5 แสดงค่าโครงแบบที่ดีที่สุดของกระบวนการ

4.4 พารามิเตอร์ที่ใช้ทำการทดสอบโปรแกรม

พารามิเตอร์ที่นำมาทำการทดสอบโปรแกรม เพื่อใช้หาค่าคำตอบของการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่ดีที่สุด ได้มีการกำหนด Factor และ Level ต่างๆ ของพารามิเตอร์ไว้ดังนี้

4.4.1 ค่า Factor

ก. Reduction Factor หมายถึง ค่าที่นำไปคูณกับอุณหภูมิเพื่อลดจำนวนรอบในการวนโปรแกรม

ข. Initial Temperature หมายถึง อุณหภูมิเริ่มต้น

ค. Rips หมายถึง ค่าโครงแบบที่ให้โปรแกรมสุ่มมาแบบ Random

ง. F count หมายถึง จำนวนรอบในการวนโปรแกรม ณ อุณหภูมิหนึ่ง

4.4.2 จำนวน Level

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดง Factor และ Level ต่างๆ ของพารามิเตอร์

Factor	Level 1	Level 2	Level 3
Reduction Factor	0.5	0.75	0.9
Initial Temperature	375	475	575
F count	3	5	7
Rips	Alternate (1)	Slide (2)	

(ค่าพารามิเตอร์ที่ Initial Temperature = 475, Reduction Factor = 0.9 and F count = 5 อ้างอิงจาก : P. Asokan, G. Prabhakaran and G. Satheesh Kumar , 2001)

อย่างไรก็ตาม การตั้งค่าพารามิเตอร์ของการพัฒนาโปรแกรมเจเนติกอัลกอลิทึมสำหรับแก้ปัญหาการสร้างเซลล์ (นายสรสิทธิ์ เสริญดี และ นายอภิชาติ ปานเทือก,2549) ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ไว้ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดง Factor และ Level ต่างๆ ของพารามิเตอร์ของวิธีการแก้ปัญหาเจเนติกอัลกอลิทึม

Factor	Level 1	Level 2
Crossover Rate	0.75	0.95
Mutation Rate	0.05	0.1

(ที่มา: นายสรสิทธิ์ เสริญดี และ นายอภิชาติ ปานเทือก.(2549). การพัฒนาโปรแกรมเจเนติกอัลกอลิทึมสำหรับแก้ปัญหาการสร้างเซลล์. หน้า 61)

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดทั้ง Factor และ Level มากำหนดรูปแบบของปัญหา จะได้ตารางชุดพารามิเตอร์ ทั้งหมดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงชุดพารามิเตอร์เพื่อไว้หาคำตอบจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์

Rips	Initial Temperature	Reduction Factor	F count	Rips	Initial Temperature	Reduction Factor	F count
Slide	375	0.9	3	Alternate	375	0.9	3
			5				5
			7				7
		0.75	3			0.75	3
			5				5
			7				7
		0.5	3			0.5	3
			5				5
			7				7
	475	0.9	3		475	0.9	3
			5				5
			7				7
		0.75	3			0.75	3
			5				5
			7				7
		0.5	3			0.5	3
			5				5
			7				7
	575	0.9	3		575	0.9	3
			5				5
			7				7
		0.75	3			0.75	3
			5				5
			7				7
		0.5	3			0.5	3
			5				5
			7				7

4.5 ผลทดสอบของโปรแกรมและการนำโปรแกรมทางสถิติมาช่วยวิเคราะห์เพื่อหาชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

จากการทดสอบโปรแกรมผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอลิทึ่มกับวิธีอบอ่อนจำลองโดยจะแบ่งผลลัพธ์เป็น 2 ผลลัพธ์ ดังนี้

4.5.1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด

4.5.2 จำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด

นอกจากนี้ยังได้มีการทดสอบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุดโดย นำปัญหาทุกๆ ปัญหามาทดสอบ แต่เนื่องจากปัญหา A-1 มีขนาดเมตริกซ์ที่ใหญ่ข้อมูลจึงมีมากรวมทั้งความหลากหลายของคำตอบก็มีมากไปด้วย เราจึงได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา A-1 เพียงปัญหาเดียวไปทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยในการหาชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุด จากนั้นเมื่อได้ชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้วจึงนำพารามิเตอร์ชุดดังกล่าวไปทดสอบกับทุกๆ ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุด

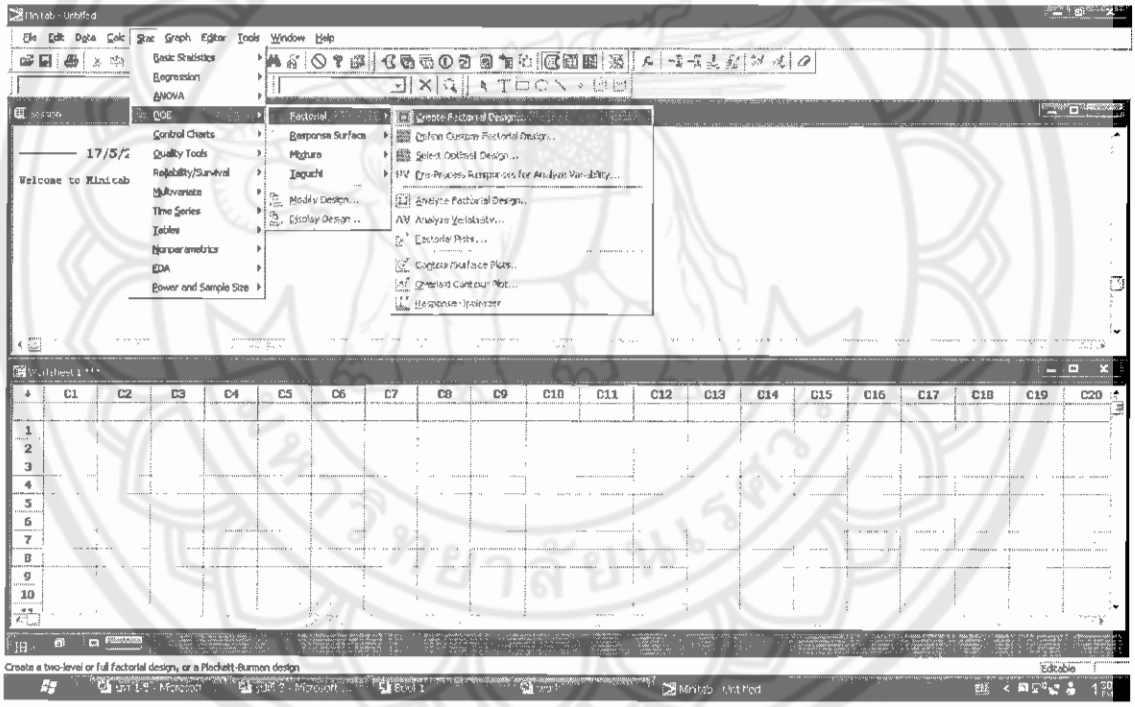
ตารางที่ 4.4 แสดงผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุดของปัญหา A-1 จำนวน 10 ครั้ง

Rips Slide													Rips Alternate											
Initail Temp	R	F Count	A-1/1	A-1/2	A-1/3	A-1/4	A-1/5	A-1/6	A-1/7	A-1/6	A-1/9	A-1/10	Initail Temp	R	F count	A-1/1	A-1/2	A-1/3	A-1/4	A-1/5	A-1/6	A-1/7	A-1/8	A-1/9	A-1/10
375	0.5	3	77	77	73	92	101	77	77	91	88	68	375	0.5	3	97	89	81	88	68	89	81	88	88	79
		5	83	71	73	82	79	83	71	79	83	83			5	78	70	76	72	77	70	76	72	72	73
		7	73	74	87	87	79	73	74	79	81	96			7	73	75	84	84	86	75	84	84	84	82
	0.75	3	81	65	85	76	62	81	65	62	64	78		0.75	3	85	78	73	96	80	78	73	96	96	64
		5	73	79	67	73	78	73	79	78	88	72			5	76	72	83	91	101	81	81	62	62	83
		7	65	84	82	77	58	65	84	58	80	91			7	71	74	90	81	89	87	73	81	81	69
	0.9	3	74	73	80	74	72	82	80	74	60	74		0.9	3	76	80	53	88	60	87	73	68	68	71
		5	72	81	76	73	53	89	76	73	65	69			5	77	66	70	68	82	71	85	79	79	61
		7	73	58	67	89	55	73	67	89	69	78			7	70	74	79	69	70	87	71	77	77	69
475	0.5	3	85	91	89	88	97	85	89	88	87	86	475	0.5	3	81	78	92	40	55	81	78	92	92	80
		5	72	84	91	66	75	87	91	66	71	70			5	85	92	85	89	80	85	92	85	85	69
		7	87	71	96	65	78	74	96	65	81	72			7	79	72	87	82	80	79	72	87	87	90
	0.75	3	56	83	87	71	88	71	56	83	76	77		0.75	3	83	60	90	89	74	83	60	90	90	72
		5	76	90	83	75	69	75	76	90	75	66			5	81	75	71	94	88	81	75	71	71	85
		7	79	89	75	64	84	64	79	89	83	82			7	91	56	64	74	71	91	56	64	64	83
	0.9	3	74	90	70	64	75	64	74	90	64	76		0.9	3	53	80	77	76	76	80	82	76	76	76
		5	67	84	72	85	61	85	67	84	72	70			5	72	73	68	74	67	52	68	72	72	77
		7	80	82	85	69	89	69	80	69	79	69			7	78	74	83	64	79	71	77	78	78	69
575	0.5	3	84	85	76	85	97	85	84	85	90	72	575	0.5	3	88	84	100	81	69	82	102	84	84	78
		5	85	83	91	83	84	84	85	83	73	83			5	90	76	90	81	88	85	79	83	83	87
		7	72	83	83	93	67	67	72	83	67	81			7	90	77	99	71	65	74	81	72	72	98
	0.75	3	78	79	73	71	71	71	78	74	80	58		0.75	3	67	68	84	84	70	77	80	70	70	78
		5	77	72	73	90	62	62	77	72	83	78			5	89	69	71	72	77	99	77	77	77	70
		7	68	74	64	91	75	75	68	74	76	61			7	91	64	74	75	66	88	80	75	75	82
	0.9	3	77	55	86	64	80	80	77	55	70	80		0.9	3	70	46	77	74	66	68	68	69	69	86
		5	62	77	74	77	77	77	62	74	59	79			5	56	65	79	74	77	80	67	72	72	74
		7	75	74	86	86	71	71	75	74	77	63			7	77	68	64	70	79	76	82	74	74	74

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุดของปัญหา A-1 โดยทำการทดสอบกับพารามิเตอร์**ที่ได้กำหนดไว้ดังตารางที่** 4.2

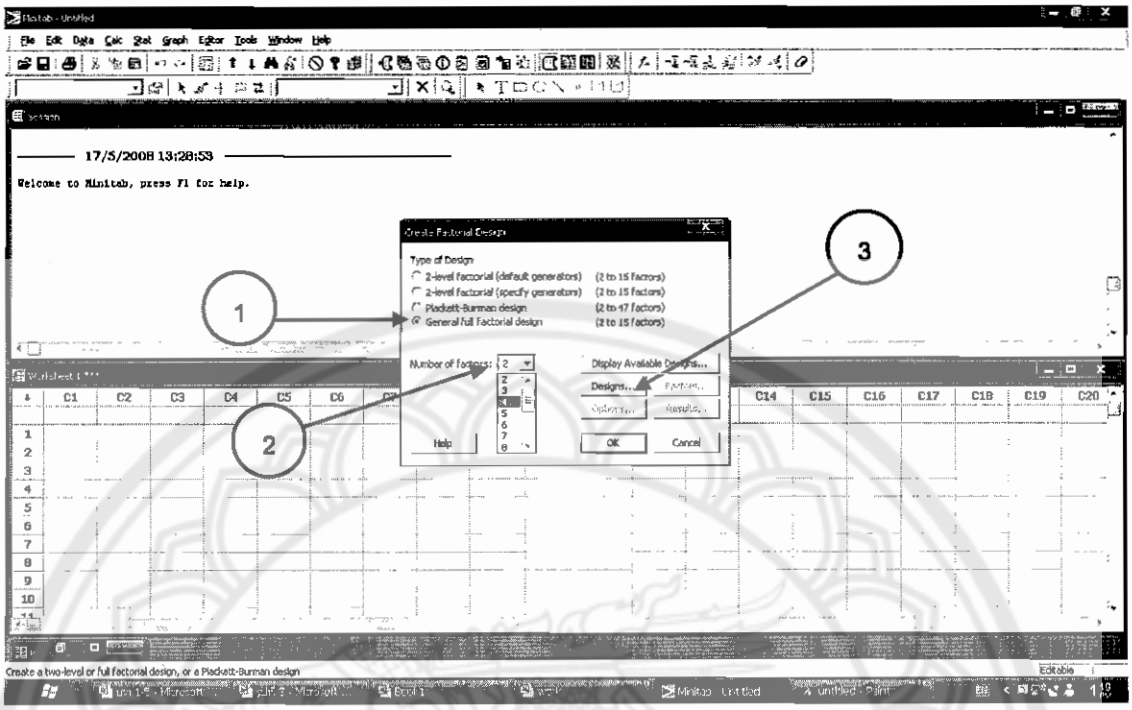
การทดสอบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุดโดย นำปัญหาทุกๆ ปัญหามาทดสอบ แต่เนื่องจากปัญหา A-1 มีขนาดเมตริกซ์ที่ใหญ่ข้อมูลจึงมีมากรวมทั้งความหลากหลายของคำตอบก็มีมากไปด้วย เราจึงได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา A-1 เพียงปัญหาเดียวไปทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยในการหาชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุด จากนั้นเมื่อได้ชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้วจึงนำพารามิเตอร์ชุดดังกล่าวไปทดสอบกับทุกๆปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุด

การใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยนั้น ทำได้โดยการออกแบบการทดลองแบบ General Full Factorial มี Number of Factors เท่ากับ 4 มี Number of Replicates เท่ากับ 10 ปัญหาที่นำมาใช้คือปัญหา A-1มีขนาดเมตริกซ์ 24×40



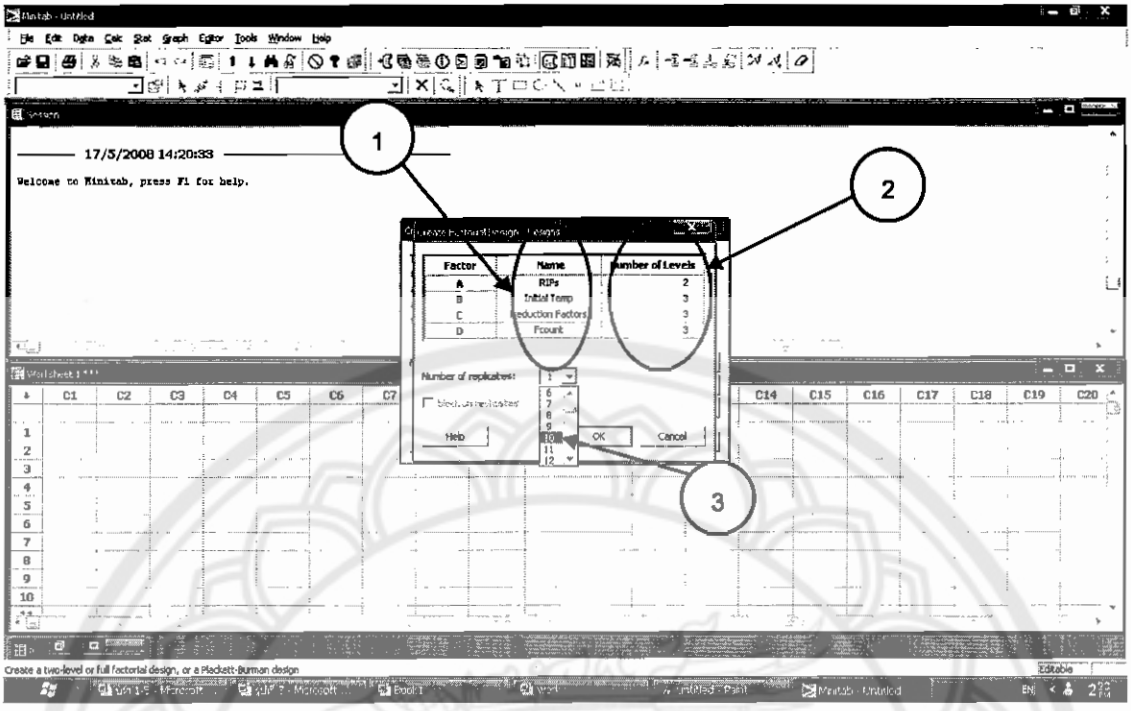
รูปที่ 4.10 แสดงการเลือกฟังก์ชันก์สำหรับการออกแบบการทดลอง

จากรูปที่ 4.10 เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมทางสถิติแล้วจะเริ่มทำการออกแบบการทดลองที่ได้จากตาราง A-1 สามารถเลือกฟังก์ชันที่ใช้ในการออกแบบการทดลองได้ โดยคลิกที่แถบเครื่องมือที่ชื่อ Stat > DOE > Factorial > Create Factorial Design ตามลำดับ



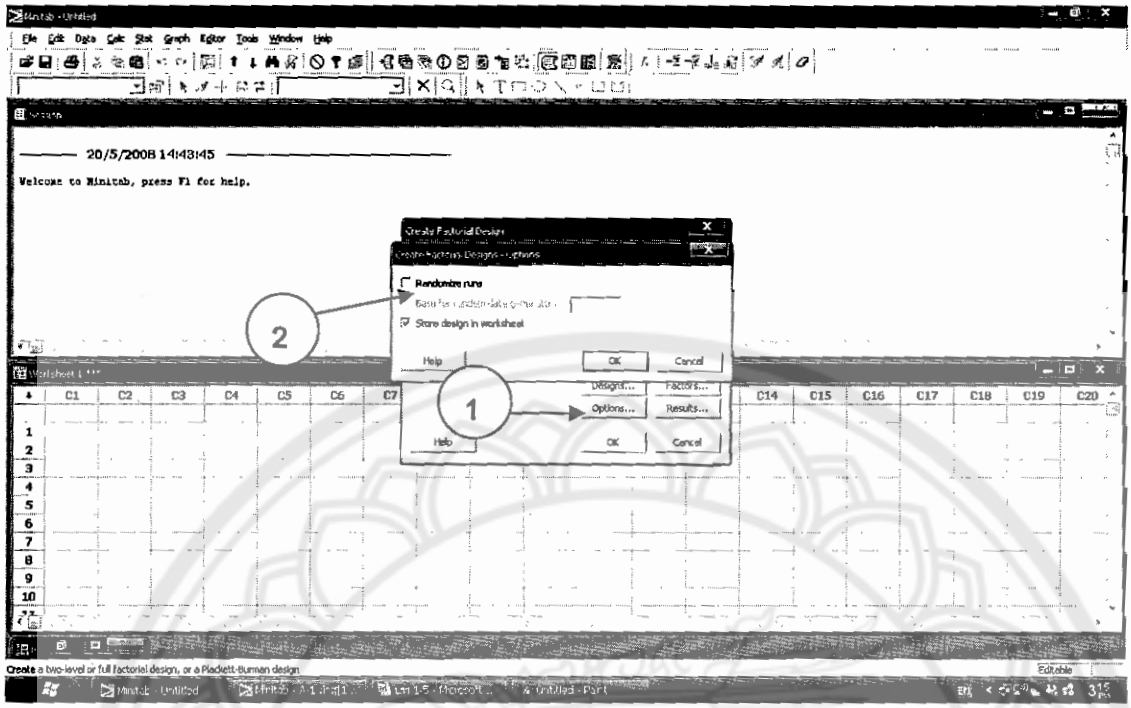
รูปที่ 4.11 แสดงการใช้โปรแกรมทางสถิติเลือกฟังก์ชันในการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

จากรูปที่ 4.11 เมื่อทำตามขั้นตอนที่อธิบายไว้ดังรูปที่ 4.10 เรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Create Factorial Design ขึ้น จากนั้นจะเลือกวิธีที่ใช้ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้เมาส์คลิกที่ช่อง Full Factorial Design (2 to 15 factors) ดังหมายเลข 1 จากนั้นทำการเลือก Number of Factor ซึ่งตัวเขที่จะใส่หมายถึงจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์ สำหรับงานวิจัยนี้เลือก Number of Factor เท่ากับ 4 ดังหมายเลข 2 และคลิกที่ปุ่ม Designs ดังหมายเลข 3



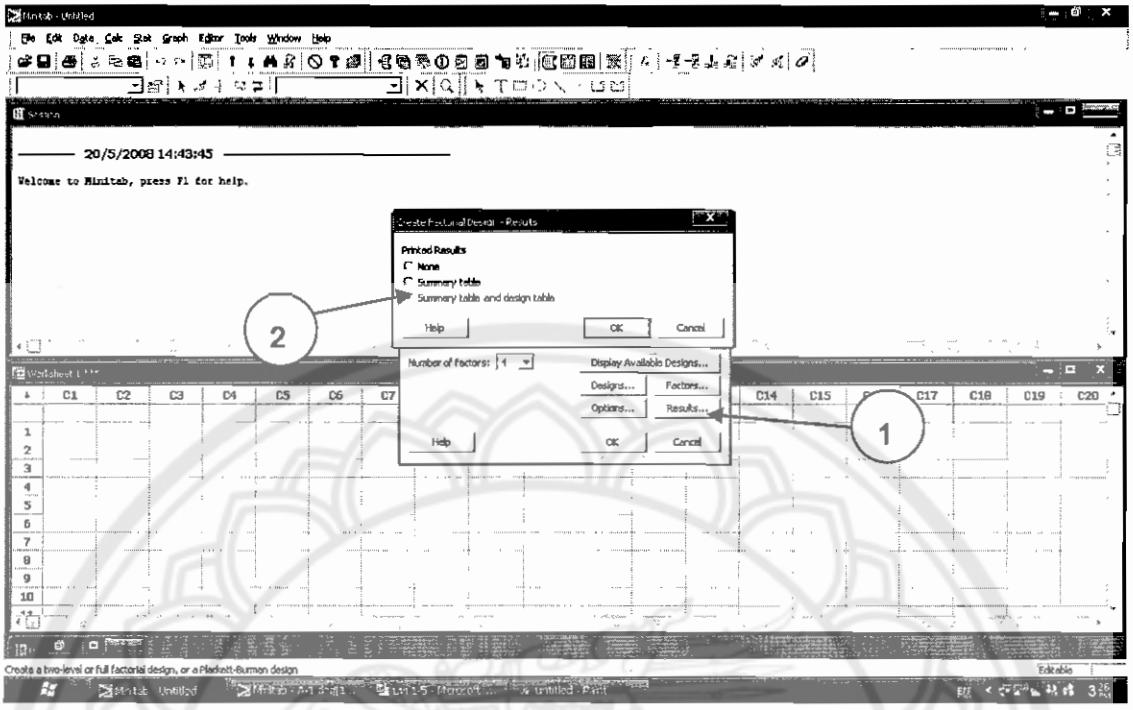
รูปที่ 4.12 แสดงการกรอกค่าพารามิเตอร์และกำหนด Number of Replicates

จากรูปที่ 4.12 เมื่อคลิกที่ปุ่ม Designs ดังรูปที่ 4.11 แล้วจะปรากฏหน้าต่าง Create Factorial Design-Designs ขึ้น เพื่อให้กรอกชื่อพารามิเตอร์ ดังหมายเลข 1 และช่อง Number of Levels จะเป็นช่องที่กำหนดระดับของพารามิเตอร์ ดังหมายเลข 2 ส่วนหมายเลข 3 ช่อง Number of Replicates จะกำหนดจำนวน Replicates สำหรับงานวิจัยนี้จะกำหนดจำนวน Replicates เท่ากับ 10



รูปที่ 4.13 แสดงการกำหนดค่าในฟังก์ชัน Option

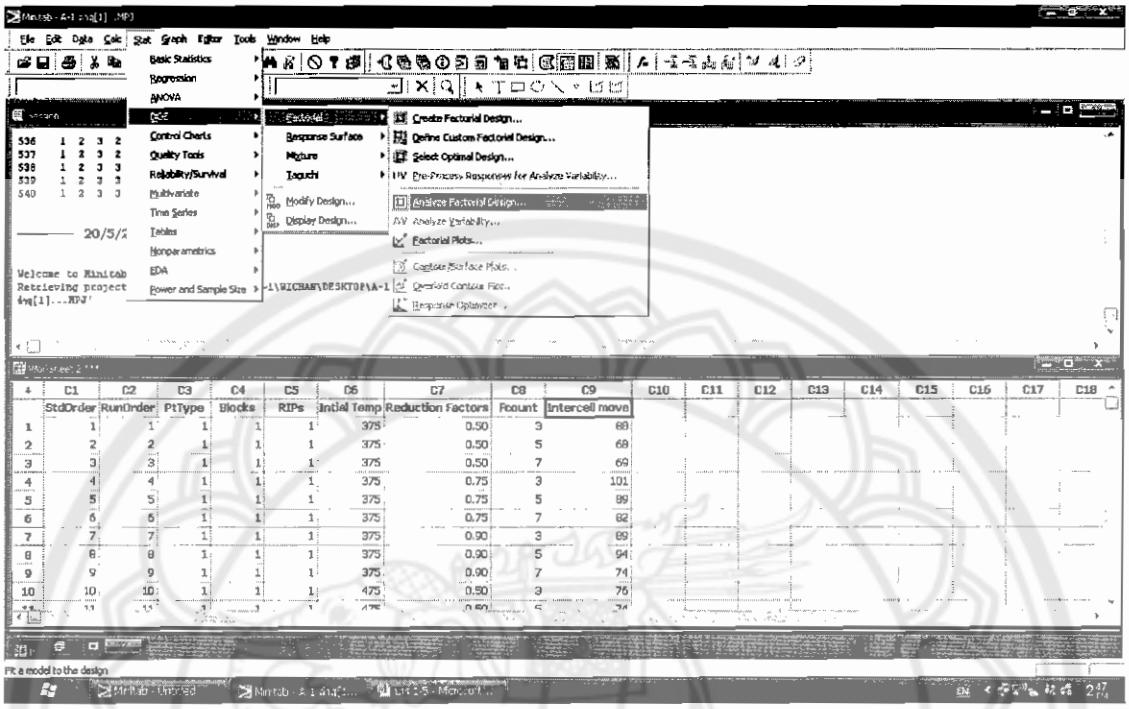
จากรูปที่ 4.13 เมื่อทำการกำหนดจำนวน Replicates เท่ากับ 10 แล้ว ให้คลิกที่หมายเลข 1 จะปรากฏหน้าต่าง Create Factorial Design- Option ขึ้น ให้เลือกนำเครื่องหมายถูกออกจากช่อง Randomize runs ดังหมายเลข 2 จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 4.14 แสดงการกำหนดค่าในฟังก์ชัน Result

จากรูปที่ 4.14 เมื่อทำตามขั้นตอนของรูปที่ 4.13 เรียบร้อยแล้ว ให้คลิก Result ดังหมายเลขที่ 1 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Create Factorial Design- Result ขึ้น ให้เลือกช่อง Summary table and design table

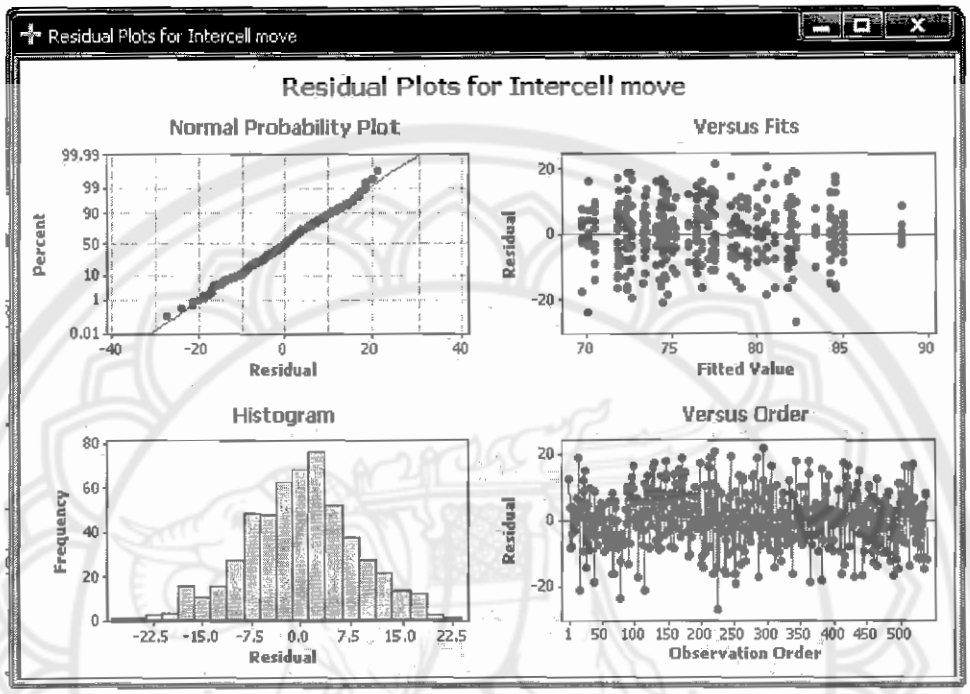
ในส่วนต่อไปนี้ก่อนที่จะทำการแสดงผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมทางสถิติ จะกล่าวถึงขั้นตอนการเลือกใช้ฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยดูได้จากรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงการเลือกฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

จากรูปที่ 4.15 เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมทางสถิติแล้วจะเริ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากตาราง A-1 สามารถเลือกฟังก์ชันที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ โดยคลิกที่แถบเครื่องมือที่ชื่อ Stat > DOE > Factorial > Analyze Factorial Design ตามลำดับ

ส่วนต่อไปนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์เพื่อที่จะหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยจะอธิบายไว้ดังรูปที่ 4.16 ถึงรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงลักษณะส่วนตกค้าง (Residuals) ของข้อมูล

จากรูปที่ 4.16 กราฟของส่วนตกค้างที่ได้ เมื่อนำไปพล็อตกับ Normal Probability Plot แล้วพบว่ามีลักษณะเป็นเส้นตรง ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าส่วนตกค้างของข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นสมมุติฐานในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล หากกราฟที่ได้มีลักษณะที่ไม่ใช่ Normal Plot ก็แสดงว่าข้อมูลที่ได้มีการเบี่ยงเบนมากนั่นหมายถึงข้อมูลที่ได้ก็จะไม่มีความน่าเชื่อถือนั่นเอง

ในส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากโปรแกรมทางสถิติเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าพารามิเตอร์ตัวใดบ้างที่มีผลกับคำตอบ

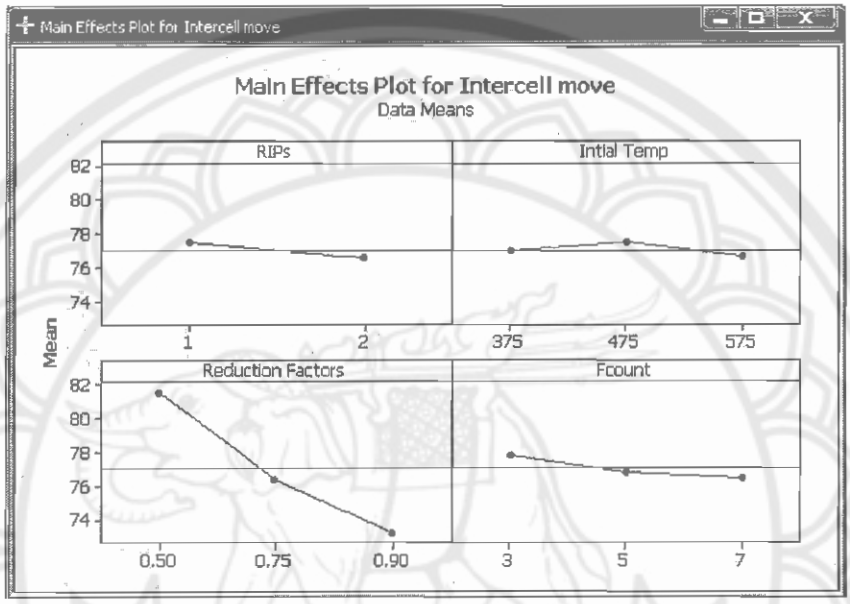
Analysis of Variance for Intercell move, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
RIPs	1	112.07	112.07	112.07	1.47	0.226
Intial Temp	2	72.68	72.68	36.34	0.48	0.622
Reduction Factors	2	6424.13	6424.13	3212.07	42.06	**0.000**
Fcount	2	165.64	165.64	82.82	1.08	0.339
RIPs*Intial Temp	2	234.43	234.43	117.22	1.53	0.217
RIPs*Reduction Factors	2	388.58	388.58	194.29	2.54	0.080
RIPs*Fcount	2	2.71	2.71	1.36	0.02	0.982
Intial Temp*Reduction Factors	4	355.96	355.96	88.99	1.17	0.325
Intial Temp*Fcount	4	107.84	107.84	26.96	0.35	0.842
Reduction Factors*Fcount	4	860.96	860.96	215.24	2.82	**0.025**
RIPs*Intial Temp*Reduction Factors	4	259.16	259.16	64.79	0.85	0.495
RIPs*Intial Temp*Fcount	4	247.22	247.22	61.81	0.81	0.520
RIPs*Reduction Factors*Fcount	4	230.71	230.71	57.68	0.76	0.555
Intial Temp*Reduction Factors*Fcount	8	581.22	581.22	72.65	0.95	0.474
RIPs*Intial Temp*Reduction Factors*Fcount	8	539.62	539.62	67.45	0.88	0.530
Error	486	37114.00	37114.00	76.37		
Total	539	47696.93				

S = 8.73878 R-Sq = 22.19% R-Sq(adj) = 13.70%

(R-Sqaหรือ R-Sqa(adj) อธิบายให้ทราบว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ซึ่งหากค่า R-Sqa หรือ R-Sqa(adj) มีค่าใกล้ 1 หมายความว่า ตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมาก แต่หาก R-Sqa หรือ R-Sqa(adj) มีค่าใกล้ 0 หมายความว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือมีความสัมพันธ์น้อยมาก ตัวแปรอิสระ คือ ค่าการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุด และ ตัวแปร คือ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ)

จากผลที่ได้สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลกับคำตอบ มี 2 ค่า คือ Reduction Factors และ Reduction Factors*Fcount โดยดูได้จากค่า P-Value ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 ซึ่งเมื่อตั้งค่า Reduction Factors และ Reduction Factors*Fcount ไว้ที่ Level สูงก็จะทำให้คำตอบที่ได้มีค่าที่ดี นั่นคือ จำนวนการเลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่ลดลงนั่นเอง

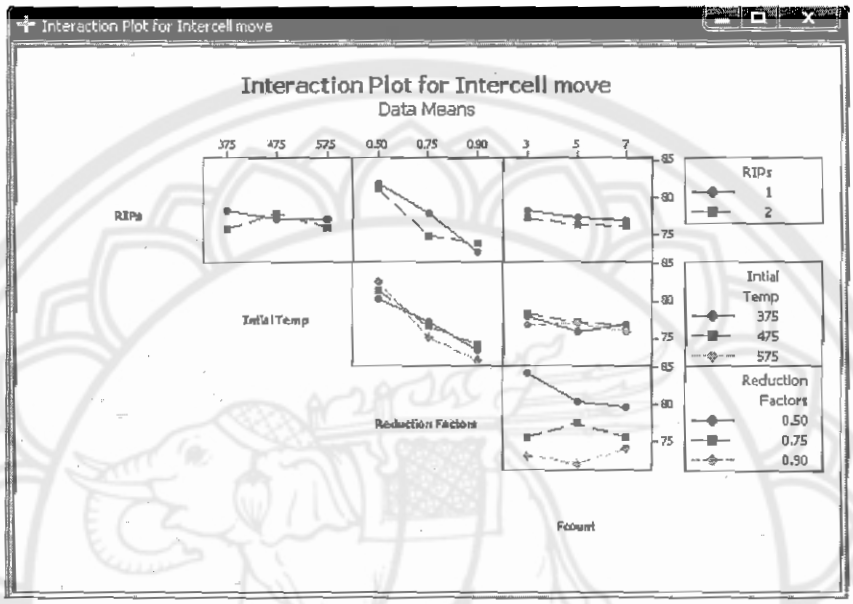


รูปที่ 4.17 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดโดยการใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยวิเคราะห์

จากรูปที่ 4.17 เป็นการแสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุดจากผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา A-1 โดยการนำโปแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยทำการวิเคราะห์ โดยให้แกน X เป็นจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ แกน Y เป็นพารามิเตอร์ที่ Level ต่างๆซึ่งกราฟที่ได้สามารถบอกให้ทราบว่าควรตั้งค่าพารามิเตอร์ไว้ที่ Level ใดบ้าง ผลที่ได้มีดังนี้

- Rips เลือกแบบที่ 2 นั่นคือ แบบเลื่อน
- Initial Temperature เลือกที่อุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียส
- Reduction Factor เลือกที่ค่า 0.9
- Fcount ควรเลือกที่ 7

เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.15 แล้วพบว่า ค่า Fcount ที่มีผลต่อการที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดคือ Fcount ที่ 5 ดั้งนั้น Fcount ที่ 5 จึงถูกเลือกให้เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 4.18 แสดงกราฟ Interaction จะช่วยในการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการหาคำตอบ

จากรูปที่ 4.18 กราฟ Interaction จะช่วยในการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

- ในการเปรียบเทียบ rips ทั้ง 2 แบบกับ Initial Temperature ทั้ง 3 แบบคือ 375 475 และ 575 โดยค่าคำตอบจะใกล้เคียงกัน แต่ rips แบบที่ 2 จะได้ค่าดีกว่า และค่า Initial Temperature ที่ 575 จะดีกว่าค่า 375 475

- เมื่อเปรียบเทียบค่า Reduction Factor กับคำตอบของ Rips จะใกล้เคียงกันมากแต่ค่า Reduction Factor ของ 0.9 จะให้ค่าที่ดีสุด

- เมื่อเทียบ Fcount กับ Rips แบบที่สองจะให้ค่าที่ดีกว่าแบบที่ 1 ทั้งสามค่าแต่ Fcount ให้ค่าที่ใกล้กันมาก

- Initial Temperature เมื่อเปรียบเทียบกับ Reduction Factor ค่าของอุณหภูมิที่ 575 และค่า Reduction Factor ที่ 0.9 จะให้ค่าที่ดีที่สุด

- Reduction Factor เมื่อเปรียบเทียบกับ Fcount ค่าของ Reduction Factor ที่ 0.9 และ Fcount ที่ 5 จะให้ค่าคุณภาพคำตอบที่ดีที่สุด

ดังนั้นควรตั้งค่าพารามิเตอร์ดังนี้ คือ

- Rips เลือกแบบที่ 2 นั่นคือ แบบเลื่อน
- Initial Temperature เลือกที่อุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียส
- Reduction Factor เลือกที่ค่า 0.9
- Fcount เลือกที่ 5

เมื่อได้ชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว จากนั้นนำชุดพารามิเตอร์ดังกล่าวไปทำการทดสอบกับปัญหา A-1 ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะนำมาเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอลิทึ่มกับวิธีอบอ่อนจำลอง แบ่งผลลัพธ์เป็น 2 ผลลัพธ์ดังนี้

- ผลลัพธ์ที่เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด
- ผลลัพธ์ที่เป็นจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.5 แสดงการสรุปผลลัพธ์ที่เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุดและค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุดโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอลิทึ่มกับวิธีอบอ่อนจำลอง

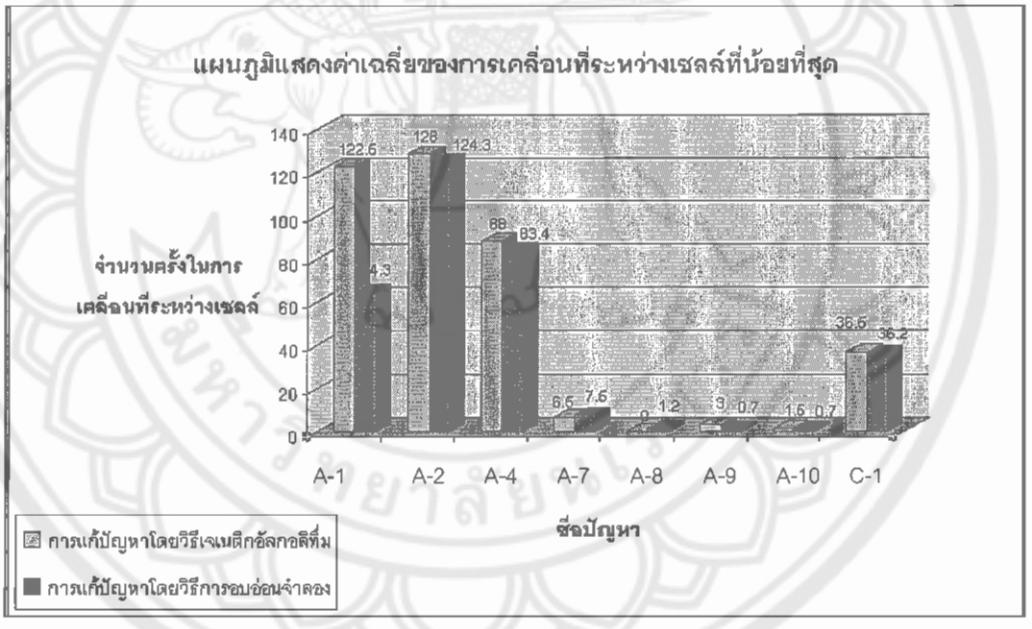
ปัญหา	ขนาดเมตริกซ์	ค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุด			ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุด		
		GA	SA	ผลต่างของการเคลื่อนที่ที่ลดลง (%)	GA	SA	เวลา (นาที)
A-1	24×40	118	40	78%	122.5	64.3	25.57
A-2	24×40	123	116	7%	128	124.3	25.59
A-4	24×40	85	70	15%	88	83.4	24.37
A-7	10×10	6	5	1%	6.5	7.5	4.14
A-8	6×6	0	0	0%	0	1.2	0.45
A-9	8×10	3	0	3%	3	0.7	0.31
A-10	8×10	1	0	1%	1.5	0.7	2.35
C-1	20×20	32	32	0%	36.5	36.2	18.06

จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่า จากปัญหาทั้งหมด 8 ปัญหา โดยรวมผลลัพธ์ของการเคลื่อนที่เฉลี่ยที่น้อยที่สุดโดยใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีอบอ่อนจำลองให้คำตอบดีกว่าผลลัพธ์การเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดโดยใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอลิทึ่ม 6 ปัญหา มีเพียงปัญหา A7และ

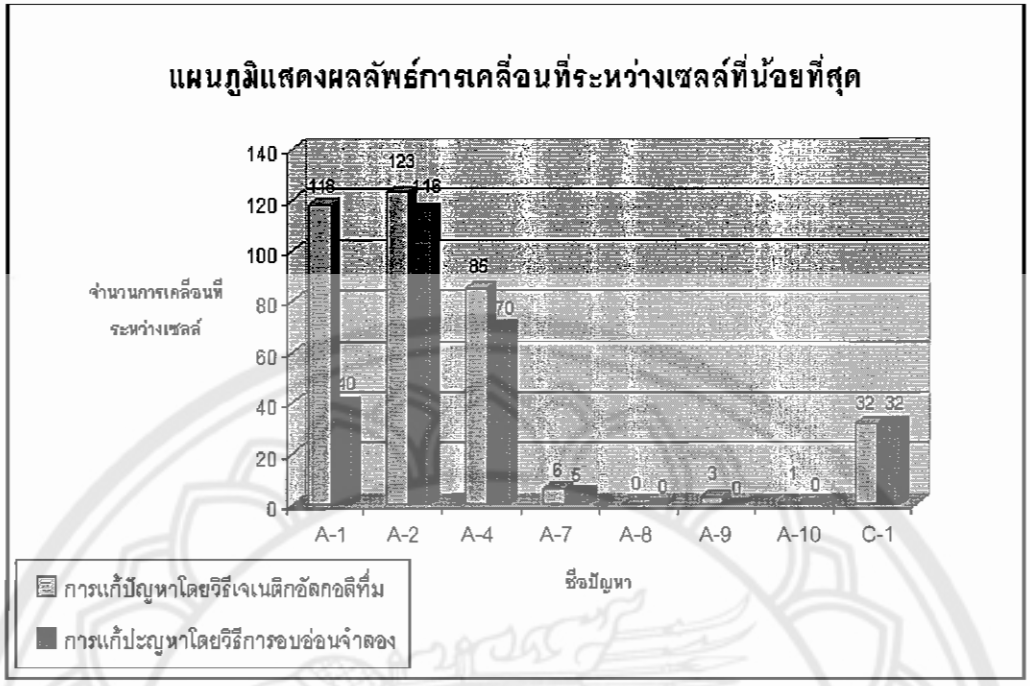
A8 เท่านั้นที่ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดจากการแก้ปัญหาโดยวิธีเจเนติกอัลกอลิที่มดีกว่าผลลัพธ์การเคลื่อนที่เฉลี่ยที่น้อยที่สุดโดยใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีอบอ่อนจำลอง เนื่องจาก ค่าที่ใช้กำหนดโครงแบบเป็นค่าที่เกิดจากการสุ่ม

ส่วนผลลัพธ์ของค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุดสามารถสรุปได้ว่าผลลัพธ์ทั้งหมดจาก 8 ปัญหา ค่าของการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยการอบอ่อนจำลองมีการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ของปัญหาดีกว่าผลลัพธ์การเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดโดยวิธีเจเนติกอัลกอลิที่ม รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมโดยวิธีการอบอ่อนจำลองก็ยังใช้เวลาน้อยกว่าวิธีเจเนติกอัลกอลิที่มอีกด้วย

นอกจากนี้เพื่อให้สามารถมองภาพได้ชัดเจนมากขึ้นจึงได้ทำการสรุปผลลัพธ์ให้แสดงอยู่ในรูปแผนภูมิ ดังรูปที่ 4.19 และ 4.20



รูปที่ 4.19 รูปแผนภูมิแสดงการสรุปผลลัพธ์ที่เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุดโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอลิที่มกับวิธีอบอ่อนจำลอง



รูปที่ 4.20 รูปแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการหาผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอลิทึมกับวิธีอบอ่อนจำลอง

ตารางที่ 4.6 แสดงพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์

Rips	2 (Slide)
Initial Temperature	575
Reduction Factors	0.9
Fcount	5

จากตารางที่ 4.6 จากการที่นำโปรแกรมทางสถิติเข้ามาช่วยเพื่อหาว่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่ที่สุดดังแสดงในตาราง