

โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
ในแผนงานทดลองพื้นฐาน



นางสาว ชลธิชา โกศลชวาล
นาย ธีรช บริบาลประสิทธิ์
นางสาว วรางคณา วิฐรัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **51760**
วัน,เดือน,ปี **29 ก.ค. 2547**

b.....
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statistical Package for Basic Experimental Design



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for

The Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในแผนงานทดลองพื้นฐาน
โดย นางสาวชลธิชา โกศลชวาล
นายธีรช บรีบาลประสิทธิ์
นางสาววรางคณา วิรุรัตน์
ภาควิชา สถิติประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นำปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต



(ผศ. วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี)

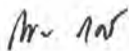
หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ



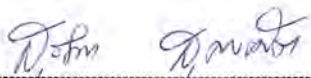
(ผศ. สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์)

ประธานกรรมการ



(ผศ. ณนทัย ราตรี)

กรรมการ



(อาจารย์สุจิตรา สุขคนธมัต)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง	โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในแผนงานทดลองพื้นฐาน
โดย	นางสาวชลธิชา โกศลชวาล นายธีรช บรืบาลประสิทธิ์ นางสาวรวงคณา วัชรรัตน์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

งานวิจัย ถือเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการหาเหตุผล หรือข้อความรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยได้มีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วย โปรแกรม spss เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติชนิดหนึ่งที่มีชื่อเสียงและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของวิธีการทางสถิติ วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ คือ คิดพัฒนาโปรแกรม และเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาทางสถิติในโปรแกรมสำเร็จรูปในวิชาการวางแผนการทดลอง เรื่อง แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ , แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ , แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ , การทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนแบบต่างๆ และ การเปรียบเทียบเชิงซ้อนในแผนแบบต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic V.6 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม การออกแบบโปรแกรมมีรูปแบบและลักษณะการใช้งานคล้ายกับโปรแกรม spss เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากว่า ผู้ใช้อาจจะเคยใช้ และรู้วิธีการใช้งานของโปรแกรม spss มาบ้างแล้ว ส่วนผู้ที่ไม่ทราบถึงวิธีการใช้งาน ก็สามารถศึกษา ได้จากคู่มือการใช้

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีส่วนช่วยในการคำนวณ และวิเคราะห์ผลข้อมูลว่าเป็นไปตามมติฐานของการทดลองนั้นๆ หรือไม่ หลังจากผ่านการทดสอบการทำงานของโปรแกรมนี้อแล้ว พบว่าความสะดวกในการใช้งาน และความถูกต้องของโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการที่ได้เลือกมานั้น มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ดี เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Statistical Package for Basic Experimental Design
Name	Miss Chonticha Kosonchawan Mr. Threerat Borribanprasit Miss warangkana Witurat
Department	Applied Statistics
Program	Applied Statistics
Academic Year	2003
Special Project Advisor	Assit Professor Sittichai Charoensettasilp

ABSTRACT

The research is one part of country development. We can receive benefit from research that to lead into reason or knowledge. Statistics program is assist for data analyze example SPSS program. SPSS program is reputation and become popular for analyze but it does not occupy for total statistics subject matter.

A special project purpose more statistics content and develop program. We pay attention to Experimental Design. The topic is Completely Randomized Design, Randomized Complete Block Design, Latin Square Design, Factorial Experimental and Multiple Comparison. We develop program by Visual Basic version 6.0. A form looks like spss 's form in order to easy to use because someone may use SPSS later.

Program is developed to give assistance to calculate and analyze data. We test ability of program already. It's suitable to assist for data analyze.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน และบุคคลหลายฝ่าย ซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ คือ

คุณครู อาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่เบื้องต้นจนถึงปัจจุบัน

ผศ. สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ต่างๆ ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนตรวจรอบและแก้ไข ในการจัดทำปัญหาพิเศษจนเสร็จสมบูรณ์

ผศ. ณหทัย ราตรี และอาจารย์สุจิตรา สுகนธมัต ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง รวมทั้งสนับสนุนในการทำปัญหาพิเศษนี้

เจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

คุณพ่อ คุณแม่ ของพวกเรา ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษเสร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นางสาวชลธิชา โกศลชวาล

นายธีรช บิบาลประสิทธิ์

นางสาววรางคณา วิภูรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนการทำงาน	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 การทดลอง	5
2.1.2 นิยามศัพท์	5
2.1.3 ตัวแบบ	6
2.1.4 แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์	6
2.1.5 แผนงานทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์	7
2.1.6 แผนงานทดลองแบบละตินสแควร์	9
2.1.7 การทดลองแบบแฟคทอเรียล	10
2.1.8 ข้อมูลสูญหาย	11
2.1.9 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน	12
2.2 โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 ศึกษาวิธีในการหาค่าในแผนงานทดลองแบบต่างๆ	19
3.2 ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย	19
3.3 การพัฒนาโปรแกรม	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 การตรวจสอบโปรแกรม	19
3.5 จัดทำคู่มือการใช้งาน	20
3.6 สรุปผลงานวิจัย	20
บทที่ 4 ผลงานวิจัยและวิจารณ์	
4.1 แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์	21
4.2 แผนงานทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์	26
4.3 แผนงานทดลองแบบละตินสแควร์	36
4.4 การทดลองแบบแฟคทอเรียล	41
4.5 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน	64
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	71
5.2 ข้อเสนอแนะ	71
ภาคผนวก	72
คู่มือการใช้งาน	79
บรรณานุกรม	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
4.1	แสดงผลผลิตของข้าวโพด 4 สายพันธุ์	21
4.2	แสดงปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดง	24
4.3	แสดงความทนทานของส่วนผสมของยาง 4 ชนิด	25
4.4	แสดงน้ำหนักอาหารที่ถูกล่อยสลายเป็นของเหลว (กรัม/จานเลี้ยงเชื้อ)	27
4.5	แสดงผลผลิตของถั่ว 4 สายพันธุ์ (กรัม / กระถาง)	30
4.6	แสดงผลผลิตของมะม่วง 4 สายพันธุ์	32
4.7	แสดงน้ำหนักอาหารที่ถูกล่อยสลายเป็นของเหลว (กรัม/จานเลี้ยงเชื้อ) ในกรณีที่มีข้อมูลไม่ครบ	34
4.8	แสดงผลผลิตที่ได้จากเครื่องจักร 4 เครื่อง โดยมีคนคุมเครื่อง 4 คน	37
4.9	แสดงน้ำหนักความแข็งแรงของฉนวน	40
4.10	แสดงผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามสัญญาอนุญาตจรรยาบรรณของนักขับซีรี่ย์นต์	43
4.11	แสดงความแข็งแรงของจุดเชื่อมในการประกอบรถยนต์	48
4.12	แสดงข้อมูลของแพคทอเรียลในละตินสแควร์	56
4.13	แสดงผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราสีส้ม	60
4.14	แสดงผลการทดลองเป็นผลผลิตต่อกิโลกรัม	62
4.15	แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของข้าวโพดในแต่ละสายพันธุ์	64
4.16	แสดงผลการคำนวณค่า W_k ในแต่ละช่วงห่าง	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	จอภาพที่ประกอบไปด้วย Icon ต่างๆ ที่ใช้สำหรับเรียกใช้ Project ใหม่ขึ้นมาใช้งาน	15
2	ส่วนที่ใช้สำหรับสร้างจอภาพ โดยจะทำหน้าที่เป็นพื้นหลังของจอภาพทุกครั้งของการเปิด Project ใหม่	16
3	ส่วนที่ใช้ในการเขียนCodeของโปรแกรม	17
4	ส่วนที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของ object	17
5	เครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้	18
6	แสดงการเริ่มติดตั้งโปรแกรม	79
7	แสดงการเลือก Directory ที่จัดเก็บไฟล์ในHarddisk	80
8	แสดงการนำโปรแกรมมาไว้ใน Folder ที่อยู่ในเมนูของโปรแกรม	80
9	แสดงการติดตั้งตัวโปรแกรมไฟล์มายัง HardDisk	81
10	แสดงการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์	81
11	แสดงหน้าจอของ Variable view	82
12	แสดงส่วนต่างๆของเมนูโปรแกรม	82
13	แสดงหน้าจอของ Variable view	83
14	แสดงหน้าจอของ Variable view เมื่อกรอกชื่อของตัวแปรเป็นตัวเลข	84
15	แสดงหน้าจอของ Variable view เมื่อกรอกชื่อของตัวแปรซ้ำ	84
16	แสดงหน้าจอของ Data view	85
17	แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ CRD	86
18	แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบ CRD ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว	87
19	แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ CRD	87
20	แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ RCBD	88
21	แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบ RCBD ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว	89
22	แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ RCBD	89
23	แสดงหน้าจอของ Data view ที่มีการกรอกข้อมูลไม่ครบ	90
24	แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ RCBD	90
25	หน้าต่างแสดงความต้องการในการประมาณค่า Missing Data	91
26	แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ เมื่อมีการประมาณค่า Missing Data	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
27	แสดงหน้าตาของการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ LS	93
28	แสดงหน้าตาของการทดลองแบบ LS ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว	94
29	แสดงหน้าตาต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ LS	94
30	แสดงหน้าตาต่างในการเลือกแผนแบบของการทดลองแบบแฟคทอเรียล(2 Factorial)	95
31	แสดงหน้าตาของการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยใช้แผนแบบ CRD (2 Factorial)	96
32	แสดงหน้าตาต่างของการทดลองแบบแฟคทอเรียล	97
33	แสดงหน้าตาต่างผลลัพธ์ แบบแฟคทอเรียลโดยใช้แผนแบบ CRD (2 Factorial)	98
34	แสดงหน้าตาต่างในการเลือกแผนแบบของการทดลองแบบแฟคทอเรียล(3 Factorial)	99
35	แสดงหน้าตาต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยใช้แผนแบบ CRD (3 Factorial)	99
36	แสดงหน้าตาต่างของการทดลองแบบแฟคทอเรียล	100
37	แสดงหน้าตาต่างผลลัพธ์ แบบแฟคทอเรียลโดยใช้แผนแบบ CRD (3 Factorial)	101
38	แสดงหน้าตาต่างการคำนวณการเปรียบเทียบเชิงซ้อนวิธีต่างๆ	101
39	แสดงหน้าตาต่างเมื่อเลือกการเปรียบเทียบเชิงซ้อน	102
40	แสดงหน้าตาต่างผลลัพธ์ ของการเปรียบเทียบเชิงซ้อน	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1) ความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะการณ์ของโลกทุกวันนี้มีความก้าวหน้า และแข่งขันกันอย่างสูง ทั้งในด้านเทคโนโลยี สารสนเทศ และการตลาดโลกฯ ทำให้การคาดการณ์เกี่ยวกับอนาคต โดยอาศัยข้อมูลหรือ ประสบการณ์อย่างผิวเผินไม่สามารถทำได้อีกต่อไป นักวิชาการในหลายๆ ประเทศจึงได้มีการทำ วิจัย ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการหาเหตุผล หรือข้อความรู้ เพื่อนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา และนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้า

จึงเห็นได้ว่างานวิจัยเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของประเทศ ซึ่งงานวิจัยเมื่อแบ่ง ตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์แล้ว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ได้จากการ สัมภาษณ์ และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งปัจจุบันการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยได้มีการนำ โปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วย โปรแกรม spss เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปชนิดหนึ่งที่น่าสนใจใช้กันอย่าง แพร่หลาย ซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่งย่อยที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ แต่ยังไม่ครอบคลุม เนื้อหาทั้งหมดของวิธีการทางสถิติ ดังเช่น แผนงานทดลองแบบต่างๆ ที่โปรแกรม spss ยังไม่ ครอบคลุม คือ แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ , แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ , แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ , การทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนแบบต่างๆ และ การ เปรียบเทียบเชิงซ้อนในแผนแบบต่างๆ

ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ และประโยชน์ของโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ใน การคำนวณ และวิเคราะห์ผล สำหรับผู้ที่มีความต้องการใช้แผนแบบการทดลองเหล่านี้ ดังนั้น คณะผู้จัดทำ จึงได้คิดที่จะพัฒนา และเพิ่มเติมโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์ข้อมูลมี ความสะดวก รวดเร็ว และสามารถเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับผู้วิจัยได้อีก ด้วย

2) วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

2.1) เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการคำนวณข้อมูลในแผนงานทดลอง ดังนี้

- แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)
- แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design)
- แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)
- การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)
- การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) นำความรู้ ความสามารถในการเขียนโปรแกรม Visual Basic มาประยุกต์ใช้

3) ขอบเขตการศึกษา

โปรแกรมสำเร็จรูปมีเนื้อหาความรู้ครอบคลุมเฉพาะวิชาการวางแผนการทดลอง ในระดับปริญญาตรีเท่านั้น โดยมีเนื้อหาต่างๆ ดังนี้

- 3.1) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)
- 3.2) แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design)
- 3.3) แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)
- 3.4) การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)
 - แผนแบบสุ่มสมบูรณ์
 - แผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
 - แผนแบบละตินสแควร์
- 3.5) การเปรียบเทียบเชิงซ้อน
 - วิธีผลต่างน้อยสำคัญน้อยสุด ของฟิชเชอร์ (LSD)
 - วิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของ Tukey
 - วิธีเปรียบเทียบของสตีเวนส์-นิวแมน-คูลส์ (SNK)
 - วิธีเปรียบเทียบด้วยพิสัยของต้นแคณ
 - วิธีเปรียบเทียบด้วยพิสัยของต้นเนท

4) ขั้นตอนการทำงาน

- 4.1) กำหนดหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
- 4.2) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 4.3) นำเสนอโครงร่างปัญหาพิเศษ และปรับปรุงแก้ไข
- 4.4) จัดทำและส่งโครงร่างปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์
- 4.5) ศึกษาแผนการทดลองแบบต่างๆที่ใช้ในโปรแกรม และศึกษาโปรแกรมเพิ่มเติม
- 4.6) ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณ
- 4.7) ลงมือสร้างโปรแกรม
- 4.8) ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข
- 4.9) จัดทำรายงาน และรูปเล่มปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
1.กำหนดหัวเรื่องที่จะศึกษา	_____								
2.ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	_____								
3.นำเสนอโครงร่างปัญหาพิเศษ และปรับปรุงแก้ไข		_____							
4.จัดทำและส่งโครงร่างปัญหา พิเศษฉบับสมบูรณ์			_____						
5.ศึกษาแผนการทดลองแบบต่างๆ ที่ใช้ในโปรแกรม และศึกษา โปรแกรมเพิ่มเติม			_____	_____					
6.ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการ คำนวณ					_____				
7.ลงมือสร้างโปรแกรม					_____	_____			
8.ทดสอบความถูกต้องของ โปรแกรม พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข						_____	_____		
9.จัดทำรายงาน และรูปเล่มปัญหา พิเศษ								_____	

6) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 6.1) เพื่อเป็นทางเลือก สำหรับผู้วิจัยที่ต้องการใช้แผนแบบการทดลองในการวิเคราะห์ผล
- 6.2) ช่วยให้การประมวลผลมีความสะดวกรวดเร็ว
- 6.3) สามารถประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรม Visual Basic กับวิชาทางด้านสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การทดลอง (Experimental)

การทดลอง เป็นการเสาะหาข่าวสาร ข้อเท็จจริง หรือคำตอบ โดยมีการวางแผนทดลองไว้ล่วงหน้า ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ค้นหาความจริงใหม่ๆ
- ยืนยันข้อเท็จจริงที่มีอยู่แล้ว แต่ยังไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นโดยเด่นชัด
- ปรับใช้กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ มีคำตอบจากการทดลองอยู่แล้ว แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมอย่างหนึ่ง เมื่อนำผลการทดลองไปใช้กับถิ่นที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากเดิม อาจจะไม่ดีเท่าที่ควร

2.1.2 นิยามศัพท์

ศัพท์พื้นฐานทั่วไปที่ใช้ในการวางแผนการทดลอง ได้แก่

- 1.การทดลอง (experimental) การทดลองหนึ่งๆ คือ ปฏิบัติการหนึ่งที่ทำภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมได้ เพื่อค้นหาผลหรือกฎที่ยังไม่รู้ เพื่อจะทดสอบหรือสร้างสมมติฐานหรือเพื่ออธิบายกฎที่รู้แล้ว
- 2.ปัจจัยหรือแฟคเตอร์ (factor) คือ เงื่อนไขที่ควบคุมได้ในการทดลองหนึ่งๆ ปัจจัยเป็นตัวแปรอิสระ และตัวแปรหนึ่งๆมีค่าได้หลายค่าหรือหลายชนิด เรียกว่า ระดับ(level) ของปัจจัย
- 3.ทรีตเมนต์ (treatment) คือ ระดับที่เจาะจงระดับหนึ่งของปัจจัย
- 4.หน่วยทดลอง (experimental unit) คือ วัตถุที่รับทรีตเมนต์หนึ่งเพื่อวัดผลลัพธ์หนึ่งค่า หนึ่งหน่วยทดลองอาจเป็นกลุ่มของผู้บริโภคกลุ่มหนึ่ง ต้นไม้ต้นหนึ่ง สัตว์ตัวหนึ่งหรือหนึ่งคอก เป็นต้น
- 5.ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง(experimental error) คือ ค่าของความผันแปร หรือความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองที่ได้รับทรีตเมนต์เดียวกัน
- 6.การซ้ำ(replication) คือ ทรีตเมนต์ใดทรีตเมนต์หนึ่ง ปรากฏขึ้นกับสิ่งทดลองมากกว่า 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ตัวแบบ

ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณผลการทดลอง แยกออกเป็น 3 แบบ คือ

1. ตัวแบบอิทธิพลเจาะจง (fix effect model) คือมีการเจาะจงทรีตเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง a ทรีตเมนต์ การสรุปจะครอบคลุมเฉพาะทรีตเมนต์ที่เจาะจงเท่านั้น อิทธิพลของทรีตเมนต์เจาะจงจะเป็นค่าคงที่ และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมจะเป็นค่าคงที่ด้วย

2. ตัวแบบอิทธิพลสุ่ม (random effect model) คือ การทดลองที่ใช้ทรีตเมนต์ที่สุ่มจากประชากรขนาดใหญ่ของทรีตเมนต์ อิทธิพลของทรีตเมนต์จะเป็นตัวแปรสุ่ม และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมจะเป็นแบบสุ่มด้วย

3. ตัวแบบอิทธิพลผสม (mix effect model) คือ การที่มีทั้งแบบเจาะจง และแบบสุ่ม หรือมีอิทธิพลสิ่งแวดล้อมทั้งแบบเจาะจง และแบบสุ่ม

2.1.4 แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)

แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์หรือแผนงานทดลองแบบสุ่มตลอด เขียนย่อว่า CRD เป็นแผนงานทดลองที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับการทดลองที่หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ หรือแม้จะมีความแปรผันน้อยมาก CRD สามารถใช้กับงานทดลองที่มี ทรีตเมนต์จำนวนมากๆได้ และแต่ละทรีตเมนต์ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนหน่วยทดลองเท่ากัน หรือ จำนวนซ้ำเท่ากัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจำแนกแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ทางเดียวเป็นการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการทดลองโดยการให้ปัจจัยเพียงอย่างเดียว แต่แยกออกเป็นหลายระดับหรือหลายชนิด โดยพิจารณาแหล่งความผันแปรที่เกิดจาก ทรีตเมนต์เท่านั้น

ตัวแบบ

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, \dots, a$$

$$; \quad j = 1, \dots, b$$

เมื่อ X_{ij} = ค่าสังเกตจากหน่วยทดลองที่ j ซึ่งได้รับทรีตเมนต์ที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยรวมยอด

α_i = อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ i

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีข้อสมมติว่า $\sum_i \alpha_i = 0$ และ $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

ในการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i = \mu$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad \text{สำหรับ } i \text{ และ } j \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ทฤษฎีบท เอกลักษณ์ของผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares Identity)

$$\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = r \sum_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 + \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{i.})^2$$

ให้ $SST = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 =$ ผลบวกกำลังสองของทั้งหมด (total sum of squares)

$SSTr = r \sum_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 =$ ผลบวกกำลังสองของทรีตเมนต์ (treatment sum of squares)

$SSE = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{i.})^2 =$ ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (error sum of squares)

นั่นคือ $SST = SSTr + SSE$

2.1.5 แผนแบบการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design)

แผนงานทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์เขียนย่อว่า RBD เป็นแผนงานที่ใช้เมื่อหน่วยทดลองสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มโดยอาศัยลักษณะใดลักษณะหนึ่ง และให้มีหน่วยทดลองภายในกลุ่มเท่ากับจำนวนทรีตเมนต์ กลุ่มดังกล่าวเรียกว่า "บล็อก" การจัดเป็นกลุ่มมีจุดประสงค์ให้หน่วยทดลองที่อยู่ในบล็อกเดียวกัน มีลักษณะเหมือนกัน มีความสม่ำเสมอมากที่สุด หรือความแปรผันระหว่างหน่วยทดลองภายในแต่ละบล็อกมีน้อยที่สุด เพื่อที่เมื่อหน่วยทดลองได้รับทรีตเมนต์แล้ว ความแตกต่างที่พบจะได้เป็นความแตกต่างของทรีตเมนต์เป็นส่วนใหญ่ และให้ความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองที่อยู่ในแต่ละบล็อกต่างกันมากที่สุด ทุกทรีตเมนต์ปรากฏในทุกบล็อก การจัดทรีตเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองในแต่ละบล็อกเป็นไปอย่างสุ่ม ในระหว่างการดำเนินการทดลองต้องพยายามปฏิบัติต่อหน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันให้เหมือนกันมากที่สุด เช่น การเก็บเกี่ยวต้องเก็บเกี่ยวทุกแปลงที่อยู่ในบล็อกเดียวกันให้เสร็จในวันเดียวกัน หรือโดยคนๆเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแบบ

$$\begin{aligned} X_{ij} &= \mu + \alpha_i + B_j + \varepsilon_{ijk} & ; & \quad i = 1, \dots, a \\ & & ; & \quad j = 1, \dots, b \\ & & ; & \quad k = 1, \dots, s \end{aligned}$$

ถ้า $s=1$ จะได้

$$\begin{aligned} X_{ij} &= \mu + \alpha_i + B_j + \varepsilon_{ij} & ; & \quad i = 1, \dots, a \\ & & ; & \quad j = 1, \dots, b \end{aligned}$$

เมื่อ X_{ij} = ค่าสังเกตจากบล็อกที่ j ซึ่งได้รับทรีตเมนต์ที่ i
 μ = ค่าเฉลี่ยรวมยอด
 α_i = อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ i
 B_j = อิทธิพลของบล็อกที่ j
 ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

โดยมีข้อสมมติว่า $\sum_i \alpha_i = 0$, $\sum_j B_j = 0$ และ $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

ในการทดลองสมมติฐาน

ความแปรผันที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ทรีตเมนต์ที่ต่างกัน

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_t = \mu$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_{i'} \quad ; \quad i \neq i'$$

ความแปรผันที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างบล็อก

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_r = \mu$$

$$H_1: \mu_j \neq \mu_{j'} \quad ; \quad j \neq j'$$

ทฤษฎีบท เอกลักษณะของผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares Identity)

$$\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = r \sum_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 + t \sum_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2 + \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2$$

$$\text{ให้ } SST = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSTr = r \sum_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSB = t \sum_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSE = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..})^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ $SST = SSTr + SSB + SSE$

2.1.6 แผนงานทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)

แผนงานทดลองแบบละตินสแควร์เขียนย่อว่า LS ใช้เมื่อทราบหน่วยทดลองมีความผันแปร 2 แหล่ง หรือ 2 ทิศทาง ซึ่งต่างกับ RBD ที่หน่วยทดลองมีความผันแปรเพียงทิศทางเดียว

ดังนั้นเพื่อให้สามารถควบคุมความผันแปรหรือแยกความผันแปรดังกล่าวออกจากความคลาดเคลื่อนจากการทดลองให้เหลือแต่ส่วนที่ไม่สามารถทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนหรือควบคุมไม่ได้จริงๆ หรือทั้ง 2 อย่าง เราจะจัดกลุ่มของหน่วยทดลองออกเป็น 2 กลุ่มตามแหล่ง หรือ ทิศทางความแปรผันนั้น โดยที่

- กลุ่มหนึ่งเรียกว่า “แถวอน(row)” ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีข้อมูลเรียงอยู่ตามแถวอนในตารางแสดงข้อมูล
- อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า “แถวตั้ง(column)” ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีข้อมูลเรียงอยู่ตามแนวตั้งในตารางแสดงข้อมูล

ทั้งแถวอนและแนวตั้งจะต้องมีครบทุกทรีตเมนต์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยทั้งสาม จุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถแยกความแปรผันของแถวอนและแถวตั้ง ออกจากความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง ซึ่งจะมีผลให้ผู้ทดลองสามารถวัดอิทธิพลของแต่ละทรีตเมนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตัวแบบ

$$X_{ij(k)} = \mu + R_i + B_j + \tau_{(k)} + \epsilon_{ijk}$$

เมื่อ $X_{ij(k)}$ = ค่าสังเกตจากแถวอนที่ i แถวตั้งที่ j ซึ่งรับทรีตเมนต์ k

μ = ค่าเฉลี่ยรวบยอด

R_i = อิทธิพลของแถวอนที่ i

B_j = อิทธิพลของแถวอนที่ j

$\tau_{(k)}$ = อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ k

ϵ_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

โดยมีข้อสมมติว่า $X_{ij} \sim N(\mu_i, \sigma^2)$ $X_{ij} \sim N(\mu_j, \sigma^2)$ $X_k \sim N(\mu_k, \sigma^2)$

$$\sum_i R_i = 0 \quad \sum_j B_j = 0 \quad \sum_k \tau_{(k)} = 0$$

$$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองสมมติฐาน

ความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ทรีตเมนต์ที่แตกต่างกัน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_r = \mu$$

$$H_1 : \mu_k \neq \mu_{k'} \quad ; k \neq k'$$

ความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการความแตกต่างระหว่างแถวนอน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_r = \mu$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'} \quad ; i \neq i'$$

ความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการความแตกต่างระหว่างแถวตั้ง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_r = \mu$$

$$H_1 : \mu_j \neq \mu_{j'} \quad ; j \neq j'$$

ทฤษฎีบท เอกลักษณ์ของผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares Identity)

$$\sum_i \sum_j \sum_k (x_{ij(k)} - \bar{x}_{..})^2 = r \sum_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2 + r \sum_j (\bar{x}_j - \bar{x}_{..})^2 + r \sum_k (\bar{x}_{(k)} - \bar{x}_{..})^2 + \sum_i \sum_j \sum_k (x_{ij(k)} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{(k)} + 2\bar{x}_{..})^2$$

$$\text{ให้ } SSR = \sum_i \sum_j \sum_k (x_{ij(k)} - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSB = r \sum_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSTr = r \sum_j (\bar{x}_j - \bar{x}_{..})^2$$

$$SSE = \sum_i \sum_j \sum_k (x_{ij(k)} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{(k)} + 2\bar{x}_{..})^2$$

$$\text{นั่นคือ } SST = SSR + SSB + SSTr + SSE$$

2.1.7 การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiments)

เป็นวิธีการจัดทรีตเมนต์ให้แก่หน่วยทดลอง ในงานทดลองแฟคเตอร์ (หรือตัวแปร หรือ ปัจจัย) ที่ต้องการศึกษาอาจมีหลายแฟคเตอร์ แต่ละแฟคเตอร์แยกออกได้อย่างน้อย 2 ระดับ หรือ 2 ชนิด ซึ่งชนิดหรือระดับของแฟคเตอร์ เรียกว่า ทรีตเมนต์ ซึ่งจะได้ทรีตเมนต์ชุดใหม่ แล้วนำทรีตเมนต์ชุดใหม่ไปจัดให้หน่วยทดลอง การทดลองแบบแฟคทอเรียลมีขนาดตั้งแต่ 2×2 ขึ้นไป อาจเขียนเป็น 2^2 แฟคทอเรียล, 3^2 แฟคทอเรียล การทดลองแบบแฟคทอเรียลมิได้เป็นแผนการทดลอง (design) แต่เป็นเพียงวิธีการจัดทรีตเมนต์ที่ใช้ในแผนการทดลองแบบต่างๆ กล่าวคือ ผู้ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้แผนการทดลองแบบใดก็ได้ที่เหมาะสมกับงานนั้น เช่น CRD , RBD , LS ฯลฯ เพียงแต่จัดทรีตเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองให้อยู่ในรูปแฟคทอเรียล

2.1.8 ข้อมูลสูญหาย (missing data)

ในการทดลองบางครั้งอาจมีค่าสังเกตสูญหาย หรือใช้ไม่ได้บ้าง เราอาจประเมินค่าสังเกตที่หายไป ได้ ซึ่งค่าประมาณนี้มีได้ให้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติม หากเป็นเพียงค่าที่ช่วยให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลือ

2.1.8.1 แผนแบบการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์

ค่าสังเกตหายเพียงค่าเดียว คำนวณดังนี้

$$X = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)}$$

เมื่อ X = ค่าสังเกตที่สูญหายไป

r, t = จำนวนบล็อก และจำนวนทรีตเมนต์ตามลำดับ

B, T = ผลบวกของค่าสังเกตในบล็อกและทรีตเมนต์ที่มีค่าหายไป

G = เป็นยอดรวมค่าสังเกตทั้งหมด

เมื่อได้ค่า X ก็คำนวณค่าต่างๆ ในตาราง anova เช่นเดิม แต่ df ของ SST และ SSE จะต้องลดจากเดิมเท่ากับ 1 เพราะ X เป็นค่าที่สมมติขึ้นเพื่อความสะดวกในการคำนวณเท่านั้น

ไม่ใช่ค่าสังเกตจริงๆ จึงไม่มีความคลาดเคลื่อน และนำ $\frac{[B - (t-1)X]^2}{t(t-1)}$ ลบออกจาก SST ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง ของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่มีข้อมูลสูญหายไป (\bar{x}_1) กับค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์อื่น (\bar{x}_2) เท่ากับ

$$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{s^2 \left[\frac{2}{r} + \frac{t}{r(r-1)(t-1)} \right]}$$

2.1.8.2 แผนแบบการทดลองแบบละตินสแควร์

ค่าสังเกตหายเพียงค่าเดียว คำนวณดังนี้

$$X = \frac{r(R+C+T) - 2G}{(r-1)(r-2)}$$

เมื่อ X = ค่าสังเกตที่สูญหายไป

R = เป็นผลรวมของค่าสังเกตในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- C = เป็นผลรวมของค่าสังเกตในแนวตั้ง
 T = เป็นผลรวมของทริตเมนต์ที่สูญหาย
 G = เป็นยอดรวมค่าสังเกตทั้งหมด

เมื่อได้ค่า X ก็คำนวณค่าต่างๆ ในตาราง anova เช่นเดิม แต่ df ของ SST และ SSE จะต้องลดจากเดิมเท่ากับ 1 เพราะ X เป็นค่าที่สมมติขึ้นเพื่อความสะดวกในการคำนวณเท่านั้น มาพิจารณาค่าสังเกตจริงๆ จึงไม่มีความคลาดเคลื่อน และนำ $\frac{[G - R - C - (r-1)T]^2}{(r-1)(r-2)^2}$ ลบออกจาก SST ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง ของค่าเฉลี่ยทริตเมนต์ที่มีข้อมูลสูญหายไป (\bar{x}_1) กับค่าเฉลี่ยของทริตเมนต์อื่น (\bar{x}_2) เท่ากับ

$$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{s^2 \left[\frac{2}{r} + \frac{t}{(r-1)(r-2)} \right]}$$

2.1.9 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

หมายถึง การเปรียบเทียบระหว่างทริตเมนต์ต่างๆ เพื่อหาว่า ทริตเมนต์ใดบ้างที่แตกต่างกัน ซึ่งก็คือ วิธีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยต่างๆ มีหลายวิธี ได้แก่

1. Fisher's Least Significant Difference : LSD

เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทริตเมนต์เป็นคู่ๆ โดยกำหนดค่าน้อยที่สุดขึ้นมาค่าหนึ่งเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทริตเมนต์คู่ใดมีค่าเกินกว่าค่าที่กำหนดแล้ว ก็ถือว่าคู่นั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}} s_d = t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{s^2 \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

โดย t เป็นค่าเปิดจากตารางที่ระดับนัยสำคัญ และใช้ df ของความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

S^2 คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Tukey'S Honestly Significant Difference

คล้ายคลึงกับ LSD คำนวณได้ดังนี้

$$W = q_{\alpha, p, s_{\bar{x}}} = q_{\alpha, p} \sqrt{\frac{s^2}{2} \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

โดย $q_{\alpha, p}$ เป็นค่าที่เปิดจากตาราง Upper Percentage Points of the Studentized Range ที่ระดับนัยสำคัญ และใช้ df ของความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง p ที่ปรากฏในตารางเป็นจำนวนทรีตเมนต์

3. Duncan'S New Multiple Range Procedure

เป็นวิธีที่ดีกว่า LSD ตรงที่มีได้ใช้เพียงค่าเดียวเป็นตัวเปรียบเทียบ แต่ใช้ค่า LSR เป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งจะมีหลายค่าแตกต่างกันตามขนาดของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ แต่ละคู่ภายหลังที่ได้จัดเรียงค่าแล้ว

$$LSR = SSR_{\alpha, p, s_{\bar{x}}} = SSR_{\alpha, p} \sqrt{\frac{s^2}{2} \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

โดย $SSR_{\alpha, p}$ เป็นค่าที่เปิดจากตารางชื่อ Significant Studentized Ranges สำหรับ 5 % และ 1% ที่ระดับนัยสำคัญ α และใช้ df ของความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง p ที่ปรากฏในตาราง SSR คือจำนวนค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งจะเท่ากับผลต่างของอันดับบวกกับ 1

4. Student-Newman-Keuls Procedure : SNK

เป็นวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนที่ใกล้เคียงกับวิธีของ Tukey ต่างกันตรงที่ค่านัยสำคัญที่เป็นตัวเปรียบเทียบ กับผลต่างของค่าเฉลี่ยสองค่า แทนที่จะเป็นค่านัยสำคัญค่าเดียว วิธีการนี้จะมีค่านัยสำคัญที่เป็นตัวเปรียบเทียบหลายค่า ขึ้นอยู่กับช่วงความห่างของค่าเฉลี่ยคู่หนึ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ ซึ่งขั้นตอนมีดังนี้

1. เรียงลำดับของค่าเฉลี่ยแต่ละสิ่งทดลอง จากมากไปหาน้อย หรือน้อยไปหามาก
2. คำนวณหาผลต่างของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง \bar{Y}_i กับ \bar{Y}_j และหาด้วยว่าค่าทั้งสองห่างกันเป็นช่วงห่างเท่ากับเท่าไร จากนั้นก็คำนวณ

$$W_k = q_{\alpha(k, v)} \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ n_i และ n_j เป็นจำนวนค่าสังเกตและขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนซ้ำ r จากวิธีการทดลองที่ i และ j ตามลำดับ

MSE เป็นค่าความคลาดเคลื่อนจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย $df = v$

k เป็นจำนวนช่วงที่ค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ห่างกัน

$q_{\alpha}(k,v)$ เป็นค่าขอบเขตวิกฤตขอบเขตบน จากตารางการแจกแจงแบบ Studentized Range

3. ถ้าค่าสัมบูรณ์ที่คำนวณได้ของ $|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > W_k$ แสดงว่า μ_i และ μ_j แตกต่างกัน

5. Bonferroni Method

เป็นเทคนิคสำหรับหาขอบเขตบน (upper bound) ของนัยสำคัญทั้งหมดของการทดสอบสมมติฐาน และเป็นเทคนิคสำหรับหาขอบเขตล่าง (lower bound) ของระดับความเชื่อมั่นทั้งหมดของการทดสอบสมมติฐาน วิธีการ คือ คำนวณช่วงความเชื่อมั่นของอัตราส่วนความแปรปรวน ถ้าช่วงเชื่อมั่นที่คำนวณได้คลุมค่า 1 แสดงว่าความแปรปรวนทั้งสองมีค่าเท่ากัน แต่ถ้าหากว่า ค่า 1 ไม่อยู่ภายในช่วงเชื่อมั่นที่คำนวณได้ แสดงว่าความแปรปรวนทั้งสองไม่เท่ากัน สูตรในการหาช่วงเชื่อมั่น คือ

$$\frac{s_1^2}{s_2^2} \frac{1}{F\left(1 - \frac{\alpha}{2}, v_1, v_2\right)} < \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} < F\left(1 - \frac{\alpha}{2}, v_1, v_2\right)$$

โดยที่
$$s_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

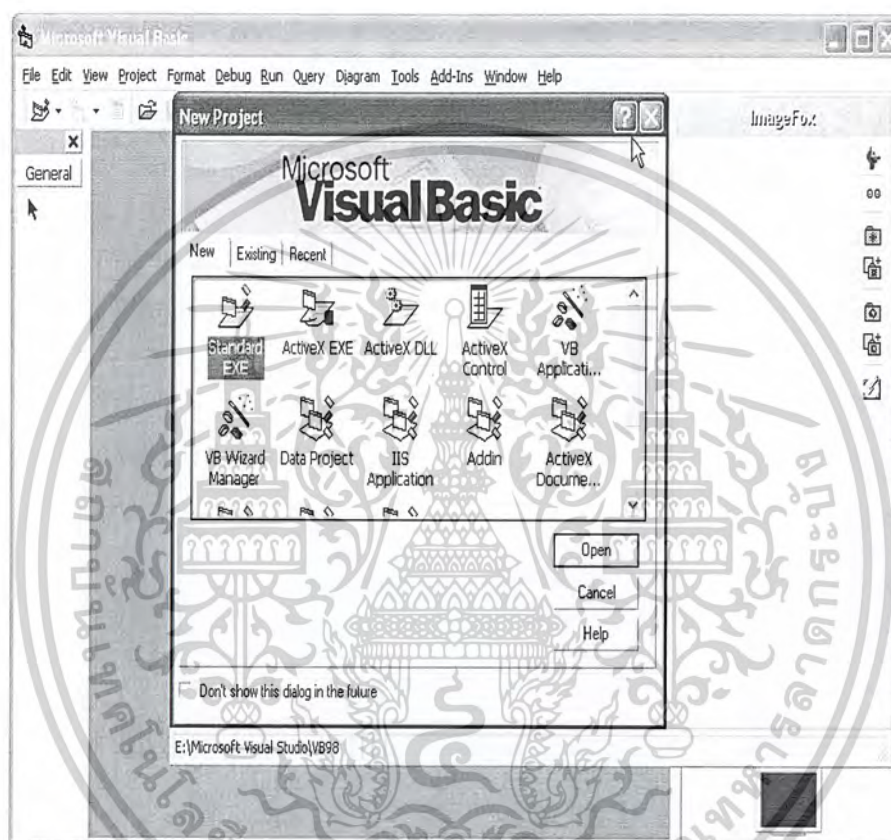
2.2 โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป

Visual Basic เวอร์ชัน 6 เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน window ประกอบไปด้วยเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยพัฒนาโปรแกรม สามารถทำได้ด้วยความรวดเร็ว ช่วยให้เขียนโปรแกรมได้ง่าย เนื่องจากการเขียนโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งเพียงแต่เลือก control ที่เหมาะสม แล้ววางลงบน form ก็สามารถสร้างจอภาพที่ติดต่อกับผู้ใช้ รวมทั้งเทคนิคการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานให้กับ control ต่างๆ ความสามารถในการจัดการข้อมูลนั้น vb6 มีเครื่องมือต่างๆที่ติดต่อกับฐานข้อมูลอย่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เราสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลหลายชนิด การเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1. เป็นจอภาพที่ประกอบด้วย icon ต่างๆ ที่ใช้สำหรับเรียกใช้ project ใหม่ขึ้นมาใช้งานดังรูป

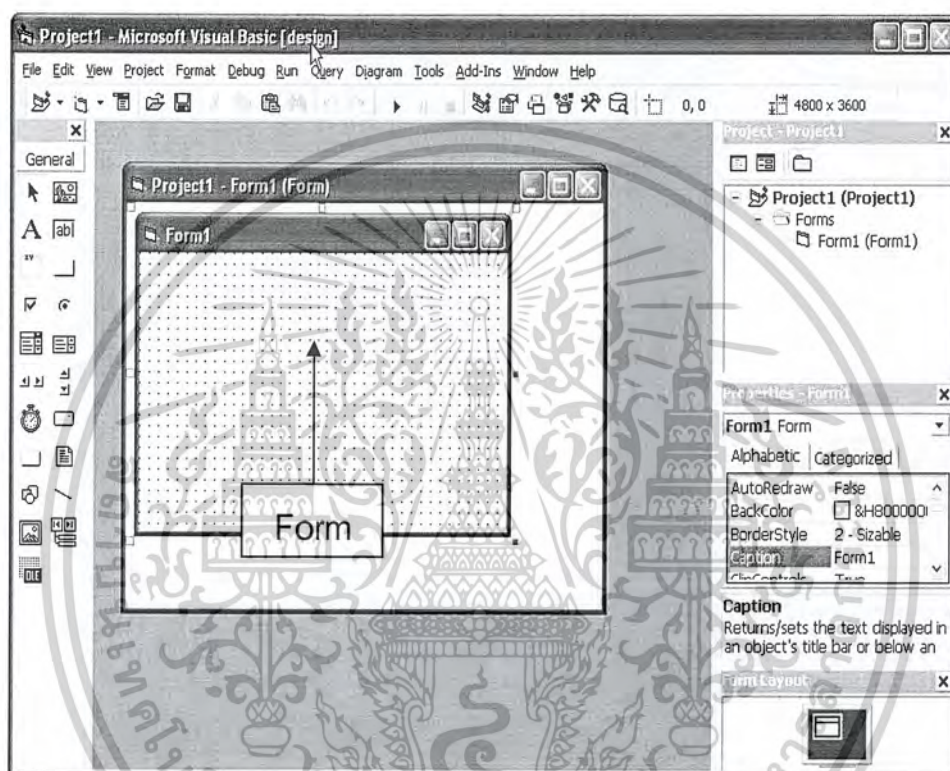


รูปที่ 1 เป็นจอภาพที่ประกอบไปด้วย Icon ต่างๆ ที่ใช้สำหรับเรียกใช้ Project ใหม่ขึ้นมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเปิดใช้โปรแกรม visual basic ครั้งแรก โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอดังนี้

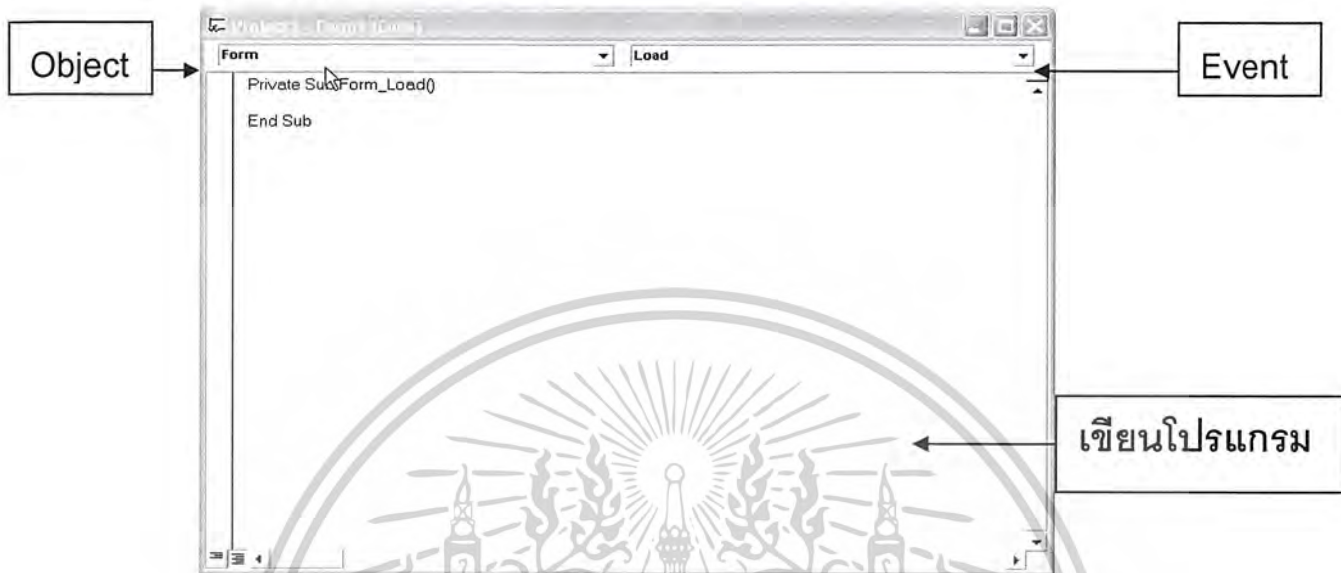
- Form เป็นส่วนที่ใช้สำหรับสร้างจอภาพของโปรแกรม โดยทำหน้าที่เป็นพื้นของจอภาพ สามารถสร้างองค์ประกอบของแอปพลิเคชัน โดยการนำออบเจ็กต์มาใส่ในฟอร์ม



รูปที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้สำหรับสร้างจอภาพ โดยจะทำหน้าที่เป็นพื้นหลังของจอภาพทุกครั้งของการเปิด Project ใหม่

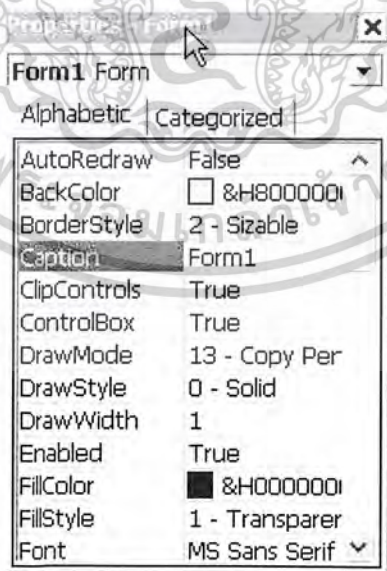
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Editor ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้ในการเขียนCodeของโปรแกรม

- properties ใช้กำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละ object ที่ปรากฏอยู่บน form การคลิกเลือกที่ออบเจ็คใดในฟอร์มจะทำให้คุณสมบัติที่แสดงใน window เปลี่ยนไปตามออบเจ็คที่เลือก



Caption
Returns/sets the text displayed in an object's title bar or below an

รูปที่ 4 เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของ object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- toolbox เป็นแถบเครื่องมือที่ประกอบด้วยไอคอนต่างๆ ซึ่งเรียกว่า "control" ใช้ร่วมกับ form เพื่อสร้างจอภาพของ project control แต่ละตัวจะมีชื่อและหน้าที่ที่ต่างกันไป เมื่อต้องการดูชื่อของ control ใด ก็เพียงแต่เลื่อนเมาท์ไปชี้ยัง control นั้น



รูปที่ 5 เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างส่วนที่โต้ตอบกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 ศึกษาวิธีในการหาค่าในแผนงานทดลองแบบต่างๆ

ผู้จัดทำศึกษาแผนงานทดลองในแบบต่างๆ และสูตรที่ใช้ในการคำนวณของแต่ละแผนงานทดลองในแต่ละวิธีโดยละเอียด ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณ

3.2 ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้จัดทำศึกษาโปรแกรม Visual Basic ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการเขียนโปรแกรม รวมทั้งวิธีการเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานต่างๆ เพื่อให้เข้าใจและเป็นแนวทาง เพื่อนำมาเขียนพัฒนาโปรแกรม

3.3 การพัฒนาโปรแกรม

แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

- กำหนดความต้องการของโปรแกรมที่จะทำการพัฒนาทั้งหมด ว่าต้องการให้มีรูปแบบอย่างไร และขอบเขตเท่าใด
- การออกแบบโปรแกรมมีรูปแบบและลักษณะการใช้งานคล้ายกับโปรแกรม spss เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากว่า ผู้ใช้อาจจะเคยใช้ และรู้วิธีการใช้งานของโปรแกรม spss มาบ้างแล้ว ส่วนผู้ที่ไม่ทราบถึงวิธีการใช้งาน ก็สามารถศึกษา ได้จากคู่มือการใช้ได้
- เขียนโปรแกรม

3.4 การตรวจสอบโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น อาจมีข้อผิดพลาดในการคำนวณได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบค่าที่คำนวณได้ โดยการนำข้อมูลตัวอย่างในแบบฝึกหัดจากหนังสือมาคำนวณโดยใช้โปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้ว และนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณเอง รวมทั้งนำออกทดลองใช้งานจริงเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด หรือข้อบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 จัดทำคู่มือการใช้งาน

เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้งานของโปรแกรม

3.6 สรุปผลงานวิจัย

พิจารณาจากการตรวจสอบโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นมาว่ามีความเหมาะสมในการใช้งานมากน้อยแค่ไหน ค่าต่างที่คำนวณได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกับค่าที่ได้จากการคำนวณเอง ว่ามีความถูกต้องหรือไม่อย่างไร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลงานวิจัยและวิจารณ์

การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในคำนวณผลลัพธ์สำหรับแผนงานทดลองแบบต่างๆ ผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งานและมีความถูกต้อง เนื่องจากผู้จัดทำได้นำข้อมูลต่างๆมาตรวจสอบกับโปรแกรมแล้ว ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

4.1 แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)

แผนการทดลองแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับงานทดลองที่หน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ หรือแม้จะมีก็มีความแปรผันน้อยมาก สามารถใช้กับงานทดลองที่มีจำนวนมากๆได้ และแต่ละทรีตเมนต์ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนหน่วยทดลองเท่ากันหรือจำนวนซ้ำเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 1 ในการปลูกข้าวโพด 4 สายพันธุ์ คือ A B C และ D ต้องการเปรียบเทียบว่าสายพันธุ์ไหนให้ผลผลิตที่ดีกว่า จึงทำการปลูกในดินที่มีความสม่ำเสมอ และ มีการดูแลเหมือนกัน ทำการทดลองได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลผลิตของข้าวโพด 4 สายพันธุ์

พันธุ์(treatment)	ผลผลิต				ผลรวม (total)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
A	3	4	2	5	14	3.5
B	8	9	10	9	36	9.0
C	10	8	12	8	38	9.5
D	14	12	15	17	58	14.5
					146	9.125

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

สำหรับ i และ j อย่างน้อย 1 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned}\text{หา CT} &= \frac{X_{..}^2}{N} \\ &= \frac{146^2}{4 \times 4} \\ &= 1,332.25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา SST} &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 x_{ij}^2 - CT \\ &= (3)^2 + (4)^2 + \dots + (17)^2 - CT \\ &= 1,606 - 1,332.25 \\ &= 273.75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา SSTr} &= \sum_{i=1}^4 \frac{x_i^2}{r_i} - CT \\ &= \frac{(14)^2}{4} + \frac{(36)^2}{4} + \frac{(38)^2}{4} + \frac{(58)^2}{4} - 1,332.25 \\ &= 242.75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา SSE} &= SST - SSTr \\ &= 273.75 - 242.75 \\ &= 31\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา MStr} &= \frac{SSTr}{df(\text{treatment})} \\ &= \frac{242.75}{3} \\ &= 80.917\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา MSE} &= \frac{SSE}{df(\text{error})} \\ &= \frac{31}{4(4-1)} \\ &= 2.583\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หา } F_{\text{cal}} &= \frac{MStr}{MSE} \\ &= \frac{80.917}{2.583} \\ &= 31.323\end{aligned}$$

เปิดตารางสถิติ หาค่า $F_{\text{table}} = F_{0.05, 3, 12}$ จะได้ 3.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

S.V.	SS	df	MS	F
Treatment	242.75	3	80.917	31.323*
Error	31.00	12	2.583	
Total	273.75	15		

เนื่องจาก $F_{cal} > F_{table}$ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตของข้าวโพดให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างน้อย 2 สายพันธุ์

Output 1

Completely Randomized Design

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	242.75	80.92	31.36*
Error	12	31.00	2.58	
Total	15	273.75		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
Treatment มี 1=ข้าวโพดพันธุ์ A, 2=ข้าวโพดพันธุ์ B, 3=ข้าวโพดพันธุ์ C, 4=ข้าวโพดพันธุ์ D

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	242.75	242.75
SSE	31.00	31.00
SST	273.75	273.75
F_{cal}	31.323	31.36
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 2 ตารางต่อไปนี้จะแสดงปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดง ที่ได้รับการฉีดสารสูตรต่าง 6 สูตร การทดลองทำในเรือนทดลองใช้ 5 กระจ่างต่อทรีตเมนต์ ปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดงแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณไนโตรเจนในถั่วแดง

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
32.6	24.8	19.4	21.0	14.4	19.4
27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

Output 1

Completely Randomized Design

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	5	847.05	169.41	14.37*
Error	24	282.93	11.79	
Total	29	1,129.98		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
Treatment มี 1=สูตรT1, 2=สูตรT2, 3=สูตรT3, 4=สูตรT4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	847.05	847.05
SSE	282.93	282.93
SST	1,129.98	1,129.98
F_{cal}	14.37	14.37
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 3 ต้องการทดสอบความทนทานของส่วนผสมของยาง 4 ชนิด ได้เตรียมส่วนผสมไว้ชนิดละ 4 ตัวอย่าง รวมเป็น 16 ตัวอย่าง เพื่อใช้ทดสอบ แต่ปรากฏว่าส่วนผสมตัวอย่างหนึ่งของชนิดแรกเสีย ใช้ทดสอบไม่ได้ จึงเหลือเพียง 3 ตัวอย่าง สำหรับชนิดแรก ผลการตรวจสอบได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงความทนทานของส่วนผสมของยาง 4 ชนิด

ทริตเมนต์ / หน่วยทดลอง	A	B	C	D
1	42	45	44	109
2	0	64	82	120
3	63	33	64	116
4	-	29	74	97

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Completely Randomized Design				
SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	3	12,961.98	4,320.66	12.15*
Error	11	3,911.75	355.61	
Total	14	16,873.73		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ส่วนผสมของยางชนิดA, 2=ส่วนผสมของยางชนิดB, 3=ส่วนผสมของยางชนิดC, 4=ส่วนผสมของยางชนิดD

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	12,961.98	12,961.98
SSE	3,911.75	3,911.75
SST	16,873.73	16,873.73
F _{cal}	12.15	12.15
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H ₀	ปฏิเสธสมมติฐาน H ₀

4.2 แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design)

แผนการทดลองนี้ จะใช้ได้เมื่อพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรผันในหน่วยทดลองหนึ่ง ต้องมีการควบคุมความแปรผันของหน่วยทดลอง โดยการจับบล็อก ซึ่งมีหลักที่สำคัญ คือ การจัดให้หน่วยทดลองที่อยู่ในบล็อกเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด และหน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกกัน มีความแตกต่างกันมากที่สุด

ตัวอย่างที่ 4 ต้องการเปรียบเทียบอิทธิพลของเชื้อรา 6 ชนิด ที่มีต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด ให้ชนิดของอาหารเป็นบล็อก ในแต่ละชนิดมี 6 งาน ทำการวัดผลจากน้ำหนักอาหารที่ถูกย่อยสลายเป็นของเหลว ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนักอาหารที่ถูกย่อยสลายเป็นของเหลว (กรัม/จานเลี้ยงเชื้อ)

ชนิดของเชื้อรา (treatment)	บล็อก (ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ)				ผลรวมของ สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	32.1	35.6	41.9	35.4	145.0	36.25
2	30.1	31.5	37.1	30.8	129.5	32.38
3	25.4	27.4	33.8	31.1	117.7	29.42
4	24.1	33.0	35.6	31.4	124.1	31.02
5	26.1	31.0	33.8	31.9	122.8	30.70
6	23.2	24.8	26.7	26.7	101.4	25.35
ผลรวมของบล็อก	161.0	183.3	208.9	187.3	740.5	30.85

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

สำหรับ i และ j อย่างน้อย 1 ค่า

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \text{หา CT} &= \frac{X_{..}^2}{N} \\ &= \frac{740.5^2}{6 \times 4} \\ &= 22,847.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SST} &= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 x_{ij}^2 - CT \\ &= (32.1)^2 + (30.1)^2 + \dots + (26.7)^2 - CT \\ &= 23,339.87 - 22,847.51 \\ &= 492.36 \end{aligned}$$

$$\text{หา SSTr} = \sum_{i=1}^6 \frac{x_{i.}^2}{r} - CT$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= \frac{145.0^2}{4} + \dots + \frac{101.4^2}{4} - CT \\
 &= 23,102.78 - 22,847.51 \\
 &= 255.28
 \end{aligned}$$

หา SSB

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{j=1}^4 \frac{x_{.j}^2}{t} - CT \\
 &= \frac{161.0^2}{4} + \frac{183.3^2}{4} + \frac{208.9^2}{4} + \frac{187.3^2}{4} - CT \\
 &= 23,040.1 - 22,847.51 \\
 &= 192.55
 \end{aligned}$$

หา SSE

$$\begin{aligned}
 &= SST - SSB - SStr \\
 &= 492.36 - 192.55 - 255.28 \\
 &= 44.53
 \end{aligned}$$

หา MStr

$$\begin{aligned}
 &= \frac{SSTr}{df(\text{treatment})} \\
 &= \frac{255.28}{6-1} \\
 &= 51.06
 \end{aligned}$$

หา MSB

$$\begin{aligned}
 &= \frac{SSB}{df(\text{block})} \\
 &= \frac{192.55}{4-1} \\
 &= 64.18
 \end{aligned}$$

หา MSE

$$\begin{aligned}
 &= \frac{SSE}{df(\text{error})} \\
 &= \frac{44.53}{(4-1)(6-1)} \\
 &= 2.97
 \end{aligned}$$

หา $F_{\text{cal}}(\text{treatment})$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{MStr}{MSE} \\
 &= \frac{51.06}{2.97} \\
 &= 17.19
 \end{aligned}$$

หา $F_{\text{cal}}(\text{block})$

$$= \frac{MSB}{MSE}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{64.18}{2.97}$$

$$= 21.61$$

เปิดตารางสถิติ หาค่า $F_{\text{table}}(\text{treatment}) = F_{0.05(5,15)} = 2.90$

$$F_{\text{table}}(\text{block}) = F_{0.05(3,15)} = 3.29$$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

S.V.	SS	df	MS	F
Treatment	255.28	5	51.06	17.19*
Block	192.55	3	64.18	
Error	44.53	15	2.97	
Total	492.36	23		

เนื่องจาก $F_{\text{cal}} > F_{\text{table}}$ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของชนิดของเชื้อราแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิด

Randomized Complete Block Design

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	5	255.28	51.06	17.19*
Block	3	192.55	64.18	21.61*
Error	15	44.53	2.97	
Total	23	492.36		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ชนิดของเชื้อราที่1, 2=ชนิดของเชื้อราที่2, 3=ชนิดของเชื้อราที่3, 4=ชนิดของเชื้อราที่4, 5=ชนิดของเชื้อราที่5, 6=ชนิดของเชื้อราที่6.
Block มี 1=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่1, 2=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่2, 3=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่3, 4=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	255.28	255.28
SSB	192.55	192.55
SSE	44.53	44.53
SST	492.36	492.36
$F_{cal}(treatment)$	17.19	17.19
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนจากข้อมูลผลผลิต (กรัม / กระถาง) ของถั่ว 4 สายพันธุ์ดังนี้ ตารางที่ 4.5 แสดงผลผลิตของถั่ว 4 สายพันธุ์ (กรัม / กระถาง)

Treatment	Block			
	1	2	3	4
1	12	15	14	14
2	20	22	19	18
3	16	17	15	13
4	12	13	9	7

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output 7

Randomized Complete Block Design

SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	3	186.00	62.00	36.05*
Block	3	29.50	9.83	5.72
Error	9	15.50	1.72	
Total	15	231.00		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
 Treatment มี 1=ถั่วชนิดที่1, 2=ถั่วชนิดที่2, 3=ถั่วชนิดที่3, 4=ถั่วชนิดที่4
 Block มี 1=กระถางที่1, 2=กระถางที่2, 3=กระถางที่3, 4=กระถางที่4

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	186.00	186.00
SSB	29.50	29.50
SSE	15.50	15.50
SST	231.00	231.00
$F_{cal}(treatment)$	36.05	36.05
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 6 ต้องการเปรียบเทียบคุณภาพของมะม่วง 4 สายพันธุ์ คือ A,B,C และ D ซึ่งทำการทดลองปลูกใน 4 จังหวัด คือ 1,2,3 และ 4 ทำการแบ่งจังหวัดเป็นบล็อก ดังนี้ ตารางที่ 4.6 แสดงผลผลิตของมะม่วง 4 สายพันธุ์

Treatment	Block			
	1	2	3	4
A	6	7	2	2
B	8	8	6	4
C	10	8	8	6
D	12	11	12	10

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	3	103.50	34.50	24.82*
Block	3	30.00	10.00	7.19*
Error	9	12.50	1.39	
Total	15	146.00		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=มะม่วงพันธุ์A, 2=มะม่วงพันธุ์B, 3=มะม่วงพันธุ์C, 4=มะม่วงพันธุ์D
 Block มี 1=จังหวัดที่ 1, 2=จังหวัดที่2, 3=จังหวัดที่3, 4=จังหวัดที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	103.50	103.50
SSB	30	30
SSE	12.50	12.50
SST	146	146
$F_{cal}(\text{Treatment})$	24.82	24.82
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ข้อมูลสูญหาย (missing data)

ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ถ้าเกิดข้อมูลของหน่วยตัวอย่างบางหน่วยขาดหายไป ก็จะไม่เป็นปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลมากนัก เพราะถือว่าข้อมูลจากประชากรกลุ่มนั้นยังมีตัวอย่างอื่นเหลืออยู่ แต่การวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จะต้องมีการสุ่มทุกทรีตเมนต์ ถ้าหน่วยตัวอย่างบางหน่วยสูญหาย เราต้องมีการประมาณค่าเนื่องจากวางแผนการทดลองของ RCBD จำนวนประชากรเท่ากับ rt ซึ่งหนึ่งประชากรก็จะมีแค่ 1 ตัวแทน ดังนั้นเมื่อตัวแทนหายไปก็จะขาดไป 1 ตัวก็คือ ข้อมูลหายไปหนึ่งประชากรเลย

ตัวอย่างที่ 7 จากตัวอย่างที่ 4 ถ้าสมมติให้ในบล็อกที่ 3 ทรีตเมนต์ที่ 2 ขาดหายไป ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลืออยู่จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงน้ำหนักอาหารที่ถูกย่อยสลายเป็นของเหลว (กรัม/จานเลี้ยงเชื้อ) ในกรณีที่ข้อมูลไม่ครบ

Treatment	Block				Total
	1	2	3	4	
1	32.1	35.6	41.9	35.4	145
2	30.1	31.5	X	30.8	92.4
3	25.4	27.4	33.8	31.1	117.7
4	24.1	33.0	35.6	31.4	124.1
5	26.1	31.0	33.8	31.9	122.8
6	23.2	24.8	26.7	26.7	101.4
Total	161.0	183.0	171.8	187.3	703.4

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ ประมาณค่าข้อมูลที่สูญหายจากสูตร

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)} \\
 &= \frac{4(171.8 = X_3) + 6(92.4 = X_2) - 703.4}{(4-1)(6-1)} \\
 &= 35.9
 \end{aligned}$$

หา $X_{..}$ ตัวใหม่

$$\begin{aligned}
 X_{..} &= 703.4 + 35.9 \\
 &= 739.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา CT} &= \frac{X_{..}^2}{N} \\
 &= \frac{739.3^2}{24} \\
 &= 22,773.52
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SST} &= \sum \sum x_{ij}^2 - CT \\
 &= 23,252.27 - 22,773.52 \\
 &= 478.75
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{หา SSB} = \frac{1}{t} \sum X_{i.}^2 - CT$$

จะต้องหา total ของ block ที่ 3 ก่อน คือ

$$\begin{aligned} X_{3.} &= 171.8 + 35.9 \\ &= 207.7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น SSB} &= \frac{1}{6} [161^2 + 183.3^2 + 207.7^2 + 187.3^2] - CT \\ &= 22,956.74 - 22,773.52 \\ &= 183.22 \end{aligned}$$

$$\text{หา SSTr} = \frac{1}{r} \sum X_{.j}^2 - CT$$

จะต้องหา total ของทรีตเมนต์ ที่ 2 ก่อน คือ

$$\begin{aligned} X_{.2} &= 92.4 + 35.9 \\ &= 128.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น SSTr} &= \frac{1}{4} [145^2 + 128.3^2 + \dots + 101.4^2] - CT \\ &= 23,025.45 - 22,773.52 \\ &= 251.93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSE} &= SST - SSB - SSTr \\ &= 478.75 - 183.22 - 251.93 \\ &= 43.60 \end{aligned}$$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	SS	df	MS	F
Treatment	251.93	3	61.07	16.18
Block	183.22	5	50.38	
Error	43.60	14	3.11	
Total	478.75	22		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Randomized Complete Block Design				
SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	5	248.99	49.80	16.01*
Block	3	183.07	61.02	19.62*
Error	14	43.60	3.11	
Total	23	475.66		

Missing Data=35.880

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ชนิดของเชื้อราที่1, 2=ชนิดของเชื้อราที่2, 3=ชนิดของเชื้อราที่3, 4=ชนิดของเชื้อราที่4, 5=ชนิดของเชื้อราที่5, 6=ชนิดของเชื้อราที่6,
Block มี 1=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่1, 2=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่2, 3=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่3, 4=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่4

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	251.93	248.99
SSB	183.22	183.07
SSE	43.60	43.60
SST	478.75	475.66
$F_{cal}(\text{Treatment})$	16.18	16.01
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

4.3 แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)

การวางแผนแบบละตินสแควร์ คือ การจัดตั้งทดลองลงในบล็อก 2 ทาง เราใช้แผนการทดลองนี้เพื่อขจัดอิทธิพลเนื่องจากความแปรผันของหน่วยทดลองได้ 2 ทิศทาง คือ ทางแถวและทางคอลัมน์

ตัวอย่างที่ 8 ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร A B C D โดยมีคนคุมเครื่อง 4 คน และมีระยะเวลาในการใช้เครื่อง 4 เวลา ผลผลิตที่ได้จากเครื่องจักรมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลผลิตที่ได้จากเครื่องจักร 4 เครื่อง โดยมีคนคุมเครื่อง 4 คน

เวลา	คนคุมเครื่องจักร				ผลรวม
	1	2	3	4	
1	31(C)	43(D)	67(A)	36(B)	177
2	39(D)	96(A)	40(B)	48(C)	223
3	57(B)	33(C)	40(D)	84(A)	214
4	85(A)	46(B)	48(C)	50(D)	229
ผลรวม	212	218	195	218	843

Treatment	A	B	C	D
ผลรวม	332	179	160	172

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

$$H_0 : \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

สำหรับ i และ j อย่างน้อย 1 ค่า

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \text{หา CT} &= \frac{\sum x_{ijk}^2}{N} \\ &= \frac{(843)^2}{4 \times 4} \\ &= 44,415.562 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SST} &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 x_{ijk}^2 - \text{CT} \\ &= (31)^2 + (43)^2 + \dots + (48)^2 + (50)^2 - 44,415.562 \\ &= 5,959.438 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSR} &= \sum_{i=1}^4 \frac{x_{i..}^2}{t} - \text{CT} \\ &= \frac{177^2}{4} + \frac{223^2}{4} + \frac{214^2}{4} + \frac{229^2}{4} - 44,415.562 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= 408.188 \\
 \text{หา SSC} &= \sum_{j=1}^4 \frac{x_{.j}^2}{t} - CT \\
 &= \frac{212^2}{4} + \frac{218^2}{4} + \frac{195^2}{4} + \frac{218^2}{4} - 44,415.562 \\
 &= 88.688 \\
 \text{หา SSTR} &= \sum_{k=1}^4 \frac{x_{.k}^2}{t} - CT \\
 &= \frac{332^2}{4} + \frac{179^2}{4} + \frac{160^2}{4} + \frac{172^2}{4} - 44,415.562 \\
 &= 4,946.688 \\
 \text{หา SSE} &= SST - SSR - SSC - SSTR \\
 &= 5,959.438 - 408.188 - 88.688 - 4,946.688 \\
 &= 515.874 \\
 \text{หา MStr} &= \frac{SSTR}{df(treatment)} \\
 &= \frac{4,946.688}{4-1} \\
 &= 1,648.90 \\
 \text{หา MSR} &= \frac{SSR}{df(row)} \\
 &= \frac{408.188}{4-1} \\
 &= 136.06 \\
 \text{หา MSC} &= \frac{SSC}{df(column)} \\
 &= \frac{88.688}{4-1} \\
 &= 29.56 \\
 \text{หา MSE} &= \frac{SSE}{df(error)} \\
 &= \frac{515.874}{(4-1)(4-2)} \\
 &= 85.98 \\
 \text{หา } F_{CAL} &= \frac{MStr}{MSE}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{1,648.90}{85.98}$$

$$= 19.177$$

เปิดตารางหาค่า $F_{cal} = F_{0.05(3,6)} = 4.76$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	SS	df	MS	F
SSR	408.188	3	136.06	
SSC	88.688	3	29.56	
SSTr	4946.688	3	1,648.90	19.177
SSE	515.874	6	85.98	
Total	5959.438	15		

เนื่องจาก $F_{cal} > F_{table}$ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่า มีเครื่องจักร มีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างน้อย อย่างน้อย 2 เครื่อง

ผลจากโปรแกรมได้ดังนี้

SOV	df.	SS	MS	F
Row	3	408.19	136.06	1.58
Column	3	88.69	29.56	0.34
Treatment	3	4,946.69	1,648.90	19.18*
Error	6	515.87	85.98	
Total	15	5959.44		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
 Treatment 1=, 2=, 3=, 4=
 Row มี 1=ระยะเวลาที่1, 2=ระยะเวลาที่2, 3=ระยะเวลาที่3, 4=ระยะเวลาที่4
 Column 1=คนคุมคนที่1, 2=คนคุมคนที่2, 3=คนคุมคนที่3, 4=คนคุมคนที่4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	4,946.688	4,946.69
SSR	408.188	408.19
SSC	88.688	88.69
SSE	515.874	515.87
SST	5,959.438	5959.44
$F_{cal}(treatment)$	19.177	19.18
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 9 วิเคราะห์ต้องการทดสอบความแข็งแรงของฉนวนที่ทำมาจากดินผสม 5 ชนิด คือ A,B,C,D และ E เขาจึงได้สร้างเตาเผาที่มีอุณหภูมิต่างกันจากด้านหน้า ไปสู่ด้านหลัง และจากด้านบนไปสู่ส่วนล่าง โดยใช้ชั้นบนสุดล่างเป็นแถว และตำแหน่งจากด้านหน้าไปสู่อีกด้านหลังเป็นคอลัมน์ นำฉนวนใส่เตาเผาจัดเป็นความแข็งแรงของฉนวน ได้ผลการทดลอง ดังนี้ ตารางที่ 4.9 แสดงน้ำหนักความแข็งแรงของฉนวน

	1	2	3	4	5
1	33.8(A)	33.7(B)	30.4(D)	32.7(C)	24.4(E)
2	37.0(D)	28.8(E)	33.5(B)	34.6(A)	33.4(C)
3	35.8(C)	35.6(D)	36.9(A)	26.7(E)	35.1(B)
4	33.2(E)	37.1(A)	37.4(C)	38.1(B)	34.1(D)
5	34.8(B)	39.1(C)	32.7(E)	37.4(D)	36.4(A)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Latin Square Design				
SOV	df.	SS	MS	F
Row	4	87.40	21.85	7.12*
Column	4	16.56	4.14	1.35(ns)
Treatment	4	155.89	38.97	12.69*
Error	12	36.81	3.07	
Total	24	296.66		

*ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
 (ns)= Not Significant
 Treatment มี 1=ดินชนิดที่1, 2=ดินชนิดที่2, 3=ดินชนิดที่3, 4=ดินชนิดที่4, 5=ดินชนิดที่5
 Row มี 1=อุณหภูมิแถวที่1, 2=อุณหภูมิแถวที่2, 3=อุณหภูมิแถวที่3, 4=อุณหภูมิแถวที่4, 5=อุณหภูมิแถวที่5
 Column มี 1=อุณหภูมิหลักที่1, 2=อุณหภูมิหลักที่2, 3=อุณหภูมิหลักที่3, 4=อุณหภูมิหลักที่4, 5=อุณหภูมิหลักที่5

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSTr	155.89	155.89
SSR	87.40	87.40
SSC	16.56	16.56
SSE	36.81	36.81
SST	296.66	296.66
$F_{cal}(\text{Treatment})$	12.69	12.69
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

4.4 การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)

การทดลองแบบแฟคทอเรียล เป็นวิธีการจัดทรีตเมนต์ให้แก่หน่วยทดลอง ในงานทดลอง แฟคเตอร์ ที่ต้องการศึกษาอาจมีหลายแฟคเตอร์ แต่ละแฟคเตอร์แยกได้อย่างน้อย 2 ระดับ เราจะรวมหรือผสมระดับต่างๆของแฟคเตอร์ตั้งแต่ 2 แฟคเตอร์แฟคเตอร์ขึ้นไป ซึ่งจะได้ทรีตเมนต์ชุดใหม่ แล้วนำทรีตเมนต์ชุดใหม่นี้ไปจัดให้หน่วยทดลอง จำนวนของทรีตเมนต์ชุดใหม่ จะเท่ากับจำนวน ส่วนผสมของระดับต่างๆของแฟคเตอร์ การทดลองแบบแฟคทอเรียลมิได้เป็นแผนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองแบบใดก็ได้ที่เหมาะสมกับงานนั้น ซึ่งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สามารถเลือกได้ 3 การทดลอง คือ

1. แผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)
2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design)
3. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)

ตัวอย่างที่ 10 ศึกษาถึงอิทธิพลของแอลกอฮอล์ต่อการปฏิบัติตามสัญญาณจราจรของนักขับที่รถยนต์ นักศึกษาหญิง 6 คน นักศึกษาชาย 6 คน

1. กลุ่มที่ 1 : นักศึกษาแต่ละคนจะได้ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมปริมาณน้อยก่อนการทดลอง
2. กลุ่มที่ 2 : นักศึกษาแต่ละคนจะได้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมปริมาณปานกลางก่อนการทดลอง
3. กลุ่มที่ 3 : นักศึกษาแต่ละคนจะได้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมปริมาณสูงก่อนการทดลอง
4. กลุ่มที่ 4 : ไม่ได้รับแอลกอฮอล์เลย

ต้องการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของปริมาณแอลกอฮอล์ระดับต่างๆกัน และความแตกต่างของจำนวนการกระทำผิดในแต่ละเพศ โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามสัญญาจนจบของนักขับซี้รถยนต์

		ปริมาณแอลกอฮอล์(B)				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	
เพศ(A)	หญิง	1	1	2	3	
		2	4	3	7	
		4	3	4	8	
		3	2	3	9	
		2	1	2	4	
		0	1	1	5	
	รวม	12	12	15	36	75
	ชาย	2	4	2	3	
		3	2	5	5	
		5	3	4	6	
4		5	5	4		
1		3	6	1		
3		4	2	5		
รวม	18	21	24	24	87	

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

1) H_0 : อิทธิพลร่วมของ AB = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ AB \neq 0

2) H_0 : $\mu_{a_1} = \mu_{a_2}$

H_1 : $\mu_{a_1} \neq \mu_{a_2}$

3) H_0 : $\mu_{b_1} = \mu_{b_2} = \mu_{b_3} = \mu_{b_4}$

 H_1 : มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \text{หา CT} &= \frac{X_{...}^2}{N} \\ &= \frac{(75+87)^2}{48} \\ &= 546.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SST} &= \sum x_{ijk}^2 - \text{CT} \\ &= (1^2+2^2+4^2+\dots+4^2+1^2+5^2) - 546.75 \\ &= 718 - 546.75 \\ &= 171.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSA} &= \frac{1}{rb} \sum A_i^2 - \text{CT} \\ &= \frac{(75)^2}{24} + \frac{(87)^2}{24} - 546.75 \\ &= 234.375 + 315.375 - 546.75 \\ &= 649.75 - 546.75 \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSB} &= \frac{1}{ra} \sum B_j^2 - \text{CT} \\ &= \frac{(30)^2}{12} + \frac{(33)^2}{12} + \frac{(39)^2}{12} + \frac{(60)^2}{12} - 546.75 \\ &= 592.5 - 546.75 \\ &= 45.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSAB} &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r} - \text{SSA} - \text{SSB} - \text{CT} \\ &= \frac{12^2}{6} + \frac{12^2}{6} + \frac{15^2}{6} + \frac{36^2}{6} + \frac{18^2}{6} + \frac{21^2}{6} + \frac{24^2}{6} + \frac{24^2}{6} \\ &\quad - 3 - 45.75 - 546.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSE} &= \text{SST} - \text{SSA} - \text{SSB} - \text{SSAB} \\ &= 171.25 - 3 - 45.75 - 25.5 \\ &= 97 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{หา MSA} &= \frac{SSA}{df(A)} \\ &= \frac{3}{2-1} \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSB} &= \frac{SSB}{df(B)} \\ &= \frac{45.75}{4-1} \\ &= 15.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSAB} &= \frac{SSAB}{df(AB)} \\ &= \frac{25.50}{1 \times 3} \\ &= 8.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSE} &= \frac{SSE}{df(error)} \\ &= \frac{97}{47-1-3-3} \\ &= 2.425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{CAL} &= \frac{MSAB}{MSE} \\ &= \frac{8.50}{2.425} \\ &= 3.51 \end{aligned}$$

$$\text{เปิดตารางหาค่า } F_{table} = F_{3,40} = 2.84$$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	SS	df	MS	F
เพศ (A)	3	1	3	1.24
ปริมาณแอลกอฮอล์ (B)	45.75	3	15.25	6.29
เพศ × ปริมาณแอลกอฮอล์ (AB)	25.50	3	8.50	3.51*
ความคลาดเคลื่อน	97.00	40	2.425	
รวม	171.25	47		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $F_{cal} > F_{table}$ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่าง ปริมาณของแอลกอฮอล์ที่ได้รับ กับเพศ

2 Factorial in Completely Randomized Design

SOV	df.	SS	MS	F
Fac A	1	3.00	3.00	1.23(ns)
Fac B	3	45.75	15.25	6.28*
AB	3	25.50	8.50	3.50*
Error	40	97.00	2.43	
Total	47	171.25		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
 (ns) = none sign
 Fac A มี 1 = ชาย, 2 = หญิง
 Fac B มี 1 = กลุ่มที่ 1, 2 = กลุ่มที่ 2, 3 = กลุ่มที่ 3, 4 = กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSA	3	3
SSB	45.75	45.75
SSAB	25.50	25.50
SSE	97	97
SST	171.25	171.25
$F_{cal}(A)$	1.23	1.23
$F_{cal}(B)$	6.28	6.28
$F_{cal}(AB)$	3.51	3.50
ผลสรุปของ A	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ B	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AB	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 11 ต้องการทดสอบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อมและปริมาณโครเมียมที่ใช้ มีผลต่อความแข็งแรงของจุดเชื่อมในการประกอบรถยนต์หรือไม่ โดยทำการเลือกผู้ผลิต 2 ราย คือ M_1 และ M_2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดขนาด $D_1 = 30$ mm $D_2 = 60$ mm และ $D_3 = 90$ mm และปริมาณโครเมียม 3 ระดับ คือ $c_1 = 1\%$ $c_2 = 1.5\%$ และ $c_3 = 2\%$ โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ให้รายงานที่ผลิตเป็นบล็อกได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงความแข็งแรงของจุดเชื่อมในการประกอบรถยนต์

ผู้ผลิต (A)	ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง (B)	โครเมียม (C)					
		Line 1			Line 2		
		c_1	c_2	c_3	c_1	c_2	c_3
M_1	D_1	76.2	79.2	80.7	77.6	78.8	81.8
	D_2	75	77.8	80.4	75.7	78.2	80.6
	D_3	76.7	78.3	80.6	76.5	79	81.6
M_2	D_1	75.1	76.0	78.8	75.8	76.4	79.4
	D_2	74	76.2	79.8	74.4	77.1	79.2
	D_3	72.2	74.8	77.8	73	74.8	78.1

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

1) H_0 : อิทธิพลร่วมของ ABC = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ ABC \neq 0

2) H_0 : อิทธิพลร่วมของ AB = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ AB \neq 0

3) H_0 : อิทธิพลร่วมของ BC = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ BC \neq 0

4) H_0 : อิทธิพลร่วมของ AC = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ AC \neq 0

5) H_0 : $\mu_{M_1} = \mu_{M_2}$

H_1 : $\mu_{M_1} \neq \mu_{M_2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$6) H_0 : \mu_{D_1} = \mu_{D_2} = \mu_{D_3}$$

H_1 : มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

$$7) H_0 : \mu_{C_1} = \mu_{C_2} = \mu_{C_3}$$

H_1 : มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \text{หา CT} &= \frac{x_{...}^2}{N} \\ &= \frac{(2,787.6)^2}{36} \\ &= 215,853.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SST} &= \sum_{i,j,k,l} x_{ijkl}^2 - CT \\ &= (79.2^2 + 76.2^2 + \dots + 78.1^2) - CT \\ &= 216,059.72 - 215,853.16 \\ &= 206.56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSA} &= \frac{1}{rbc} \sum_i A_i^2 - CT \\ &= \frac{(1414.7)^2}{18} + \frac{(1372.9)^2}{18} - CT \\ &= 215,901.69 - 215,853.16 \\ &= 48.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSB} &= \frac{1}{rac} \sum_j B_j^2 - CT \\ &= \frac{(935.8)^2}{12} + \frac{(928.4)^2}{12} + \frac{(923.4)^2}{12} - CT \\ &= 215,858.64 - 215,853.16 \\ &= 6.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSC} &= \frac{1}{rab} \sum_k C_k^2 - CT \\ &= \frac{(902.2)^2}{12} + \frac{(926.6)^2}{12} + \frac{(958.8)^2}{12} - CT \\ &= 215,987.48 - 215,853.16 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 134.32$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSAB} &= \frac{\sum_{i,j} Y_{ij..}^2}{rc} - \text{SSA} - \text{SSB} - \text{CT} \\ &= \frac{474.3^2}{6} + \frac{467.7^2}{6} + \dots + \frac{450.7^2}{6} - 48.53 - 6.48 - 215,853.16 \\ &= 9.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSAC} &= \frac{\sum_{i,k} Y_{i.k.}^2}{rb} - \text{SSA} - \text{SSC} - \text{CT} \\ &= \frac{457.7^2}{6} + \frac{471.3^2}{6} + \dots + \frac{473.1^2}{6} - 48.53 - 134.33 - 215,853.16 \\ &= 0.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSBC} &= \frac{\sum_{j,k} Y_{.jk.}^2}{ra} - \text{SSB} - \text{SSC} - \text{CT} \\ &= \frac{304.7^2}{4} + \frac{310.4^2}{4} + \dots + \frac{318.1^2}{4} - 6.48 - 134.32 - 215,853.16 \\ &= 1.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SS(bl)} &= \frac{1}{abc} \sum_l bl_l^2 - \text{CT} \\ &= \frac{1389.6^2}{18} + \frac{1398^2}{18} - 215,853.16 \\ &= 1.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSABC} &= \frac{1}{r} \sum_{i,j,k} X_{ijk.}^2 - \text{SSA} - \text{SSB} - \text{SSC} - \text{SSAB} - \text{SSAC} - \text{SSBC} - \text{CT} \\ &= \frac{153.8^2}{2} + \frac{158^2}{2} + \dots + \frac{155.9^2}{2} - 48.53 - 6.48 - 134.32 - 9.52 - 0.54 \\ &\quad - 1.98 - 215,853.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SSE} &= \text{SST} - \text{SSA} - \text{SSB} - \text{SSC} - \text{SSAB} - \text{SSAC} - \text{SSBC} - \text{SSABC} - \text{SS(bl)} \\ &= 2.34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSA} &= \frac{\text{SSA}}{df(A)} \\ &= \frac{48.53}{2-1} \\ &= 48.53 \end{aligned}$$

$$\text{หา MSB} = \frac{\text{SSB}}{df(B)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= \frac{6.48}{3-1} \\
 &= 3.24 \\
 \text{หา MSC} &= \frac{SSC}{df(C)} \\
 &= \frac{134.32}{3-1} \\
 &= 67.16 \\
 \text{หา MSAB} &= \frac{SSAB}{df(AB)} \\
 &= \frac{9.52}{1 \times 2} \\
 &= 4.76 \\
 \text{หา MSAC} &= \frac{SSAC}{df(AC)} \\
 &= \frac{0.54}{1 \times 2} \\
 &= 0.27 \\
 \text{หา MSBC} &= \frac{SSBC}{df(BC)} \\
 &= \frac{1.98}{2 \times 2} \\
 &= 0.495 \\
 \text{หา MSAB} &= \frac{SSABC}{df(ABC)} \\
 &= \frac{0.84}{1 \times 2 \times 2} \\
 &= 0.21 \\
 \text{หา MS}(bl) &= \frac{SS(bl)}{df(bl)} \\
 &= \frac{1.96}{2-1} \\
 &= 1.96 \\
 \text{หา MSE} &= \frac{SSE}{df(error)} \\
 &= \frac{2.34}{17} \\
 &= 0.138
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(A) &= \frac{MSA}{MSE} \\ &= \frac{48.53}{0.138} \\ &= 351.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(B) &= \frac{MSB}{MSE} \\ &= \frac{3.24}{0.138} \\ &= 23.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(C) &= \frac{MSC}{MSE} \\ &= \frac{67.16}{0.138} \\ &= 486.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(AB) &= \frac{MSAB}{MSE} \\ &= \frac{4.76}{0.138} \\ &= 34.49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(AC) &= \frac{MSAC}{MSE} \\ &= \frac{0.274}{0.138} \\ &= 1.99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(BC) &= \frac{MSBC}{MSE} \\ &= \frac{0.495}{0.138} \\ &= 3.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(ABC) &= \frac{MSABC}{MSE} \\ &= \frac{0.213}{0.138} \\ &= 1.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}}(b) &= \frac{MS(b)}{MSE} \\ &= \frac{1.96}{0.138} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 14.20$$

$$\text{เปิดตารางหาค่า } F_{\text{table}} = F(A)_{1,17} = 4.45$$

$$F(B)_{2,17} = 4.45$$

$$F(C)_{2,17} = 3.55$$

$$F(AB)_{2,17} = 3.59$$

$$F(AC)_{2,17} = 3.59$$

$$F(BC)_{4,17} = 2.97$$

$$F(ABC)_{4,17} = 2.97$$

$$F(b)_{1,17} = 4.45$$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	SS	df	MS	F
Block	1.96	1	1.96	14.20
A	48.53	1	48.53	351.67*
B	6.49	2	3.25	23.48*
C	134.33	2	67.17	486.67*
AB	9.53	2	4.77	34.49*
AC	0.55	2	0.28	1.99
BC	1.98	4	0.495	3.59*
ABC	0.85	4	0.213	1.54
error	2.35	17	0.138	
Total	206.57	35		

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลร่วมของปัจจัย A, B และ C ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน จึงต้องมาพิจารณาตัวแปรพร้อมที่น้อยลงมา คือ อิทธิพลร่วม AB, AC และ BC ซึ่งปรากฏว่า ปัจจัย AB มีอิทธิพลร่วมกัน และปัจจัย BC มีอิทธิพลร่วมกัน นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ผู้ผลิต กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม มีผลต่อความแข็งแรงของจุดเชื่อมในการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กับ ปริมาณโครเมียม มีผลต่อความแข็งแรงของจุดเชื่อมใน การประกอบรถยนต์ เช่นกัน

Output 2

|Factorial in Randomize Complete Block Design 3 Factorial

SOV	df.	SS	MS	F
Block	1	1.95	1.95	13.93
A	1	48.53	48.53	346.64(ns)
B	2	6.49	3.24	23.14(ns)
C	2	134.33	67.16	479.71(ns)
AB	2	9.54	4.77	34.07*
AC	2	0.55	0.28	2.00(ns)
BC	4	1.98	0.50	3.57*
ABC	4	0.83	0.21	1.50(ns)
Error	17	2.36	0.14	
Total	35	206.56		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
 (ns)=Not Significant
 FactorA มี 1=ผู้ผลิต M1, 2=ผู้ผลิต M2
 FactorB มี 1=เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 mm, 2=เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 mm, 3=เส้นผ่าศูนย์กลาง 90 mm
 FactorC มี 1=โครเมียม1%, 2=โครเมียม1.5%, 3=โครเมียม2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSA	48.53	48.53
SSB	6.49	6.49
SSC	134.33	134.33
SSAB	9.53	9.54
SSAC	0.55	0.55
SSBC	1.98	1.98
SSABC	0.85	0.83
SSE	2.35	2.50
Block	1.96	1.95
$F_{cal}(A)$	351.67	346.64
$F_{cal}(B)$	23.48	23.21
$F_{cal}(C)$	486.67	479.79
$F_{cal}(AB)$	34.49	34.07
$F_{cal}(AC)$	1.99	2.00
$F_{cal}(BC)$	3.59	3.57
$F_{cal}(ABC)$	1.54	1.50
ผลสรุปของ A	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ B	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ C	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AB	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AC	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ BC	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ ABC	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 12 ใช้แผนการทดลองแบบ Latin Square
ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลของเฟดทอเรียลในละตินสแควร์

Column \ Row	1	2	3	4
1	33.8(a ₁ b ₁)	33.7(a ₁ b ₂)	30.4(a ₂ b ₁)	32.7(a ₂ b ₂)
2	37.0(a ₁ b ₂)	28.8(a ₂ b ₁)	33.5(a ₂ b ₂)	34.6(a ₁ b ₁)
3	35.8(a ₂ b ₁)	35.6(a ₂ b ₂)	36.9(a ₁ b ₁)	26.7(a ₁ b ₂)
4	33.2(a ₂ b ₂)	37.1(a ₁ b ₁)	37.4(a ₁ b ₂)	38.1(a ₂ b ₁)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

สมมติฐานสำหรับการทดสอบ

1) H_0 : อิทธิพลร่วมของ AB = 0

H_1 : อิทธิพลร่วมของ AB \neq 0

2) H_0 : $\mu_{a_1} = \mu_{a_2}$

H_1 : $\mu_{a_1} \neq \mu_{a_2}$

3) H_0 : $\mu_{b_1} = \mu_{b_2}$

H_1 : $\mu_{b_1} \neq \mu_{b_2}$

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$\begin{aligned} \text{หา CT} &= \frac{X_{...}^2}{N} \\ &= \frac{(545.3)^2}{16} \\ &= 18,584.5056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา SST} &= \sum x_{ijk}^2 - CT \\ &= (33.8^2 + 37.7^2 + \dots + 38.1^2) - 18,584.5056 \\ &= 18,741.95 - 18,584.5056 \\ &= 157.4444 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSA} &= \frac{1}{rb} \sum_i A_i^2 - CT \\
 &= \frac{(277.2)^2}{8} + \frac{(268.1)^2}{8} - 18,584.5056 \\
 &= 9,604.98 + 8,984.70125 - 18,584.5056 \\
 &= 5.17565
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSB} &= \frac{1}{ra} \sum_j B_j^2 - CT \\
 &= \frac{(275.5)^2}{8} + \frac{(269.8)^2}{8} - 18,584.5056 \\
 &= 9,487.53 + 9,099.005 - 18,584.5056 \\
 &= 2.0294
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSR} &= \sum_{i=1}^4 \frac{x_i^2}{t} - CT \\
 &= \frac{130.6^2}{4} + \frac{133.9^2}{4} + \frac{135^2}{4} + \frac{145.8^2}{2} - 18,584.5056 \\
 &= 32.5473
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSC} &= \sum_{j=1}^4 \frac{x_{.j}^2}{t} - CT \\
 &= \frac{139.8^2}{4} + \frac{135.2^2}{4} + \frac{138.2^2}{4} + \frac{132.1^2}{2} - 18,584.5056 \\
 &= 8.6769
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSAB} &= \frac{\sum_{i,j} Y_{ij}^2}{r} - SSA - SSB - CT \\
 &= \frac{142^2}{4} + \frac{134.8^2}{4} + \frac{133.1^2}{4} + \frac{135^2}{4} \\
 &\quad - 5.1765 - 2.0294 - 18,584.5056 \\
 &= 5,069.44 + 4,542.76 + 4,428.9025 + 4,556.25 - 5.1765 - \\
 &\quad 2.0294 - 18,584.5056 \\
 &= 5.64185
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หา SSE} &= SST - SSA - SSB - SSAB - SSR - SSC \\
 &= 157.444 - 5.17565 - 2.0294 - 5.64185 - 32.5473 - 8.6769 \\
 &= 103.3733
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{หา MSA} &= \frac{SSA}{df(A)} \\ &= \frac{5.17565}{1} \\ &= 5.17565 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSB} &= \frac{SSB}{df(B)} \\ &= \frac{2.0294}{1} \\ &= 2.0294 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSR} &= \frac{SSR}{df(\text{Row})} \\ &= \frac{32.5473}{3} \\ &= 10.8491 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSC} &= \frac{SSC}{df(\text{Column})} \\ &= \frac{8.6769}{3} \\ &= 2.8923 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSAB} &= \frac{SSAB}{df(AB)} \\ &= \frac{5.64185}{1} \\ &= 5.64185 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา MSE} &= \frac{SSE}{df(\text{error})} \\ &= \frac{103.3733}{6} \\ &= 17.2289 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } F_{\text{CAL}} &= \frac{MSAB}{MSE} \\ &= \frac{5.64185}{17.2289} \\ &= 0.3275 \end{aligned}$$

$$\text{เปิดตารางหาค่า } F_{\text{table}} = F_{1,6} = 5.99$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	SS	df	MS	F
Row	32.5473	3	10.8491	0.63
Column	8.6769	3	2.8823	0.17
A	5.17564	1	5.17564	0.300
B	2.0294	1	2.0294	0.1178
AB	5.64185	1	5.64185	0.3275
ความคลาดเคลื่อน	103.3733	6	17.2289	
รวม	157.4444	47		

$F_{table} > F_{cal}$ จึงยอมรับสมมติฐาน

SOV	df	SS	MS	F
Row	3	32.55	10.85	0.64
Column	3	8.68	2.89	0.17
FactorA	1	5.18	5.18	0.30(ns)
FactorB	1	2.03	2.03	0.12(ns)
AB	1	5.64	5.64	0.33(ns)
Error	6	103.36	17.23	
Total	15	157.44		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
(ns)= Not Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSR	32.5473	32.55
SSC	8.6769	8.68
SSA	5.17564	5.18
SSB	2.0294	2.03
SSAB	5.64185	5.64
SSE	103.3733	103.36
SST	157.4444	157.44
$F_{cal}(A)$	0.300	0.30
$F_{cal}(B)$	0.1178	0.12
$F_{cal}(AB)$	0.3275	0.33
ผลสรุปของ A	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ B	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AB	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 13 ในการศึกษาถึงอุณหภูมิ 2 ระดับ ความชื้น 2 ระดับ และรูปแบบของภาชนะที่ใส่เลี้ยงเชื้อ 3 แบบ ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราสีส้มหรือไม่ จึงทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวนที่รีดเมนส์ละ 3 ซ้ำ และวัดขนาดของกลุ่มเชื้อราที่เกิดขึ้นได้ผลดังนี้ ตารางที่ 4.13 แสดงผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราสีส้ม

		C								
A	B	C_1			C_2			C_3		
a_1	b_1	12	16	6	18	14	20	16	12	14
	b_2	12	18	16	4	4	8	8	14	12
a_2	b_1	10	12	18	12	16	14	4	6	8
	b_2	6	4	8	6	4	10	10	8	6

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output 5

3 Factorial in Completely Randomized Design

SOV	df.	SS	MS	F
FactorA	1	106.78	106.78	12.16*
FactorB	1	136.11	136.11	15.50*
FactorC	2	16.89	8.45	0.96(ns)
AB	1	1.00	1.00	0.11(ns)
AC	2	32.89	16.45	1.87(ns)
BC	2	152.89	76.45	8.71*
ABC	2	128.00	64.00	7.29*
Error	24	210.66	8.78	
Total	35	785.22		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
(ns)= Not Significant

FactorA มี 1=อุณหภูมิที่1, 2=อุณหภูมิที่2
FactorB มี 1=ความชื้นที่1, 2=ความชื้นที่2
FactorC มี 1=เชือกชนิดที่1, 2=เชือกชนิดที่2, 3=เชือกชนิดที่3

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSA	106.78	106.78
SSB	136.10	136.11
SSC	16.88	16.89
SSAB	1.00	1.00
SSAC	32.89	32.89
SSBC	152.90	152.89
SSABC	128.00	128.00
SSE	210.67	210.66
$F_{cal}(A)$	12.15	12.16
$F_{cal}(B)$	15.50	15.50
$F_{cal}(C)$	0.95	0.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$F_{cal}(AB)$	0.11	0.11
$F_{cal}(AC)$	1.87	1.87
$F_{cal}(BC)$	8.71	8.71
$F_{cal}(ABC)$	7.29	7.29
ผลสรุปของ A	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ B	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ C	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AB	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AC	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ BC	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ ABC	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 14 ต้องการศึกษามลภาวะใช้ปุ๋ย 3 อัตรา คือ $P_1 =$ ไม่ใส่ปุ๋ย $P_2 = 25$ kg/ไร่ $P_3 = 50$ kg/ไร่ ต่อต้นถั่ว 2 ชนิด คือ $T_1 =$ ต้นเตี้ยพุ่ม $T_2 =$ ต้นสูงโปร่ง ได้ผลการทดลองเป็นผลผลิตต่อกิโลกรัม ดังนี้ ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองเป็นผลผลิตต่อกิโลกรัม

		Block			
		1	2	3	4
T_1	P_1	11.5	13.6	14.3	14.5
	P_2	17.1	17.6	17.6	18.1
	P_3	18.2	17.6	18.2	18.9
T_2	P_1	11.0	11.2	12.1	12.6
	P_2	8.3	10.5	9.1	12.8
	P_3	15.7	16.7	16.6	17.5

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output 6

2 Factorial in Randomize Complete Block Design

SOV	df.	SS	MS	F
FactorA	1	77.40	77.40	133.45(ns)
FactorB	2	99.87	49.94	86.10(ns)
AB	2	44.11	22.06	38.03*
Block	3	13.32	4.44	7.66
Error	15	8.68	0.58	
Total	23	243.38		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01
(ns)= Not Significant

FactorA มี 1=ต้นพุ่มเตี้ย, 2=ต้นสูงโปร่ง
FactorB มี 1=P1, 2=P2, 3=P3

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับผลจากโปรแกรม

	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
SSBlock	13.32	13.32
SSA	77.40	77.40
SSB	99.88	99.87
SSAB	44.10	44.11
SSE	8.68	8.68
$F_{cal}(A)$	133.45	133.45
$F_{cal}(B)$	86.10	86.10
$F_{cal}(AB)$	38.02	38.03
ผลสรุปของ A	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ B	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0
ผลสรุปของ AB	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

ตัวอย่างที่ 15 จากตัวอย่างที่ 1 ในแผนการทดลองแบบ CRD เมื่อผลการทดสอบความแปรปรวน คือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จะต้องทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน เพื่อทดสอบว่า คู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของข้าวโพดในแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์	ค่าเฉลี่ย
A	3.5 (\bar{Y}_A)
B	9.0 (\bar{Y}_B)
C	9.5 (\bar{Y}_C)
D	14.5 (\bar{Y}_D)

1) วิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยสุด ของฟิชเชอร์ (LSD)

วิธีทำ จาก
$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$LSD_{0.05} = t_{0.025, 12} \sqrt{\frac{2(2.583)}{4}}$$

$$= (2.179)(1.136)$$

$$= 2.47$$

ใช้ LSD ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกคู่ ได้ผลการคำนวณ ดังนี้

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_A| = 14.5 - 3.5 = 11.0 > 2.47$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_B| = 14.5 - 9.0 = 5.5 > 2.47$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_C| = 14.5 - 9.5 = 5.0 > 2.47$$

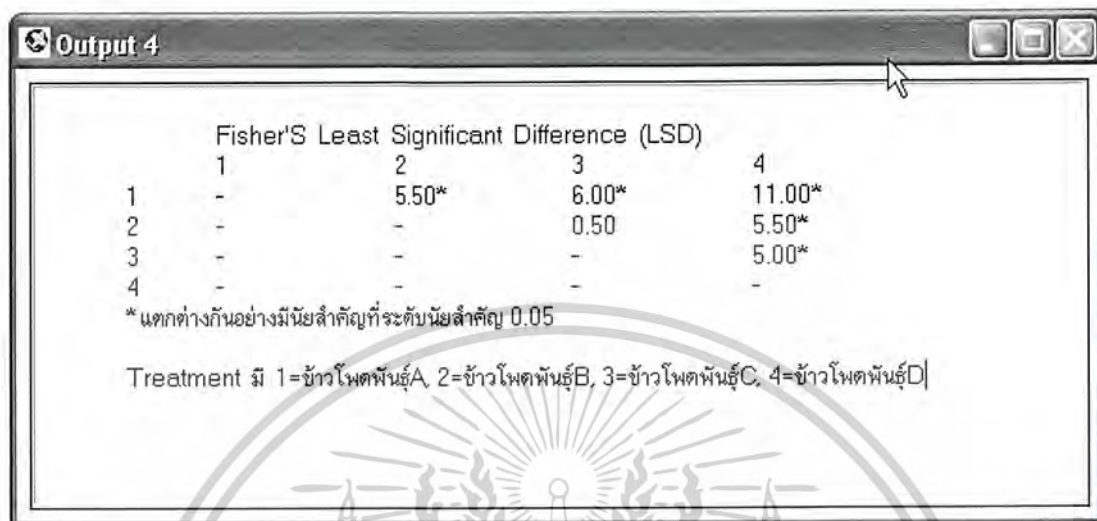
$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_A| = 9.5 - 3.5 = 6.0 > 2.47$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_B| = 9.5 - 9.0 = 0.5 < 2.47$$

$$|\bar{Y}_B - \bar{Y}_A| = 9.0 - 3.5 = 5.5 > 2.47$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมได้ดังนี้



พันธุ์

A B C D

สามารถสรุปได้ว่า สายพันธุ์ A แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ B, C และ D สายพันธุ์ D แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A, B และ C แต่สายพันธุ์ B และ C ไม่แตกต่างกัน

2) วิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของ Tukey

วิธีทำ

$$\text{จาก } W = q_{\alpha}(t, v) \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$W = q_{0.05}(4, 12) \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= (4.20) \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 3.36$$

ใช้ W ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกคู่ ได้ผลการคำนวณ ดังนี้

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_A| = 14.5 - 3.5 = 11.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_B| = 14.5 - 9.0 = 5.5 > 3.36$$

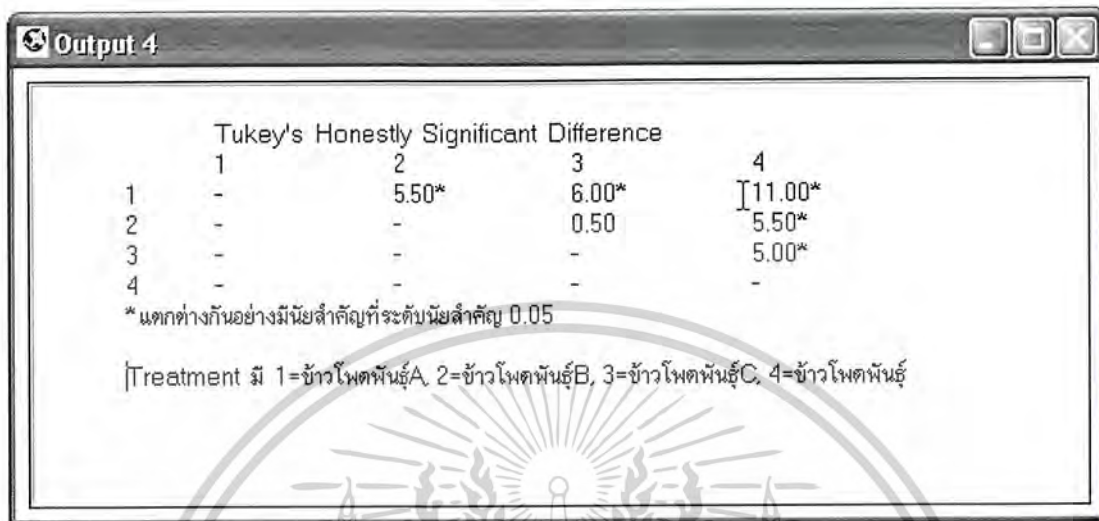
$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_C| = 14.5 - 9.5 = 5.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_A| = 9.5 - 3.5 = 6.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_B| = 9.5 - 9.0 = 0.5 < 3.36$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|\bar{Y}_B - \bar{Y}_A| = 9.0 - 3.5 = 5.5 > 3.36$$



พันธุ์

A B C D

สามารถสรุปได้ว่า สายพันธุ์ A แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ B, C และ D สายพันธุ์ D แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A, B และ C แต่สายพันธุ์ B และ C ไม่แตกต่างกัน

3) วิธีเปรียบเทียบของสตีเวน-นิวแมน-คูลส์ (S-N-K)

วิธีทำ จาก $W_k = q_{\alpha}(k,v) \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$; เมื่อ k คือ จำนวนช่วงค่าเฉลี่ยที่ห่างกัน

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ค่าเฉลี่ยตัวอย่างห่างกัน 4 ช่วง

ผลการคำนวณ W_k ในแต่ละช่วงห่าง

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการคำนวณค่า W_k ในแต่ละช่วงห่าง

k	2	3	4
$q_{\alpha}(k,v)$	3.08	3.77	4.20
W_k	2.46	3.02	3.36

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_B| = 5.5$ ห่างกัน 2 ช่วง $k = 2$

$$W_2 = q_{0.05}(2,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 3.08 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 2.46$$

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_C| = 6.0$ ห่างกัน 3 ช่วง $k = 3$

$$W_3 = \alpha_{0.05}(3,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

$$= 3.77 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 3.02$$

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_D| = 11.0$ ห่างกัน 4 ช่วง $k = 4$

$$W_4 = \alpha_{0.05}(4,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

$$= 4.20 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 3.36$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_A| = 14.5 - 3.5 = 11.0 > 3.36$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_B| = 14.5 - 9.0 = 5.5 > 3.02$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_C| = 14.5 - 9.5 = 5.0 > 2.46$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_A| = 9.5 - 3.5 = 6.0 > 3.02$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_B| = 9.5 - 9.0 = 0.5 < 2.46$$

$$|\bar{Y}_B - \bar{Y}_A| = 9.0 - 3.5 = 5.5 > 2.46$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Student-Newman-Keuls Procedure (S-N-K)				
ค่าเฉลี่ย=	14.5	9.5	9.0	3.5
	4	3	2	1
4	-	5.00*	5.50*	11.00*
3	-	-	0.50	6.00*
2	-	-	-	5.50*
1	-	-	-	-

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ข้าวโพดพันธุ์A, 2=ข้าวโพดพันธุ์B, 3=ข้าวโพดพันธุ์C, 4=ข้าวโพดพันธุ์D

พันธุ์

A B C D

สามารถสรุปได้ว่า สายพันธุ์ A แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ B,C และ D สายพันธุ์ D แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A,B และ C แต่สายพันธุ์ B และ C ไม่แตกต่างกัน

4) วิธีเปรียบเทียบด้วยพิสัยของดินแดน

วิธีทำ จาก $U_k = q^*_\alpha(k,v) \sqrt{\frac{MSE}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$; เมื่อ k คือ จำนวนช่วงค่าเฉลี่ยที่ห่างกัน

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ค่าเฉลี่ยตัวอย่างห่างกัน 4 ช่วง

ผลการคำนวณ U_k ในแต่ละช่วงห่าง

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการคำนวณค่า U_k ในแต่ละช่วงห่าง

k	2	3	4
$q^*_\alpha(k,v)$	3.08	3.23	3.33
U_k	2.46	2.58	2.66

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_B| = 5.5$ ห่างกัน 2 ช่วง k = 2

$$U_2 = q^*_{0.05}(2,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 3.08 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 2.46$$

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_C| = 6.0$ น่างัน 3 ช่วง $k=3$

$$U_3 = q_{0.05}^*(3,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

$$= 3.23 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 2.58$$

ค่าผลต่างของ $|\bar{Y}_A - \bar{Y}_D| = 11.0$ น่างัน 4 ช่วง $k=4$

$$U_4 = q_{0.05}^*(4,12) \sqrt{\frac{MSE}{4}}$$

$$= 3.33 \sqrt{\frac{(2.583)}{4}}$$

$$= 2.66$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_A| = 14.5 - 3.5 = 11.0 > 2.66$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_B| = 14.5 - 9.0 = 5.5 > 2.58$$

$$|\bar{Y}_D - \bar{Y}_C| = 14.5 - 9.5 = 5.0 > 2.46$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_A| = 9.5 - 3.5 = 6.0 > 2.58$$

$$|\bar{Y}_C - \bar{Y}_B| = 9.5 - 9.0 = 0.5 < 2.46$$

$$|\bar{Y}_B - \bar{Y}_A| = 9.0 - 3.5 = 5.5 > 2.46$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output 5

Duncan'S New Multiple Range Procedure

ค่าเฉลี่ย=	14.5	9.5	9.0	3.5
	4	3	2	1
4	-	5.00*	5.50*	11.00*
3	-	-	0.50	6.00*
2	-	-	-	5.50*
1	-	-	-	-

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ข้าวโพดพันธุ์A, 2=ข้าวโพดพันธุ์B, 3=ข้าวโพดพันธุ์C, 4=ข้าวโพดพันธุ์D

พันธุ์

A B C D

สามารถสรุปได้ว่า สายพันธุ์ A แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ B,C และ D สายพันธุ์ D แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A,B และ C แต่สายพันธุ์ B และ C ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้ คือ เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่าย และอำนวยความสะดวกในการใช้งานให้แก่นักวิจัย และบุคคลทั่วไปที่สนใจ โดยสามารถใช้โปรแกรมนี้ในการคำนวณหาค่าในแผนงานทดลองแบบพื้นฐาน ดังนี้

- แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)
- แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design)
- แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (Latin Square Design)
- การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)
- การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ ผู้จัดทำได้ทำการค้นคว้าข้อมูลดังกล่าวจากหนังสือ, เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวางแผนการทดลอง, สอบถามจากผู้รู้ และทำความเข้าใจถึงรายละเอียด ขั้นตอนเงื่อนไข หลักการคำนวณที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้มาพัฒนาโปรแกรม จะเห็นว่าโปรแกรมนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และมีความถูกต้อง การใช้งานโปรแกรมเป็นไปอย่างง่าย ใช้เวลาในการศึกษาโปรแกรมไม่มากนัก เนื่องจากกรออกแบบโปรแกรมเป็นแบบหัวข้อให้เลือก โดยไม่ต้องมีการใช้คำสั่งใดๆ ก็สามารถใช้งานได้เลย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าคณะผู้จัดทำมีความต้องการที่จะพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้ประโยชน์ และสามารถอำนวยความสะดวกให้ได้มากที่สุด แต่ยังมีติดด้วยหลายประการ โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจึงยังไม่สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ไม่ครบทุกความต้องการ ผู้จัดทำจึงขอเสนอแนะไว้ในกรณีที่ผู้ใช้สนใจต้องการจะพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้งานได้มากกว่านี้ดังนี้

1. ในการสรุปผลยังไม่สามารถ คำนวณหาค่า p-value มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญได้
2. การคำนวณค่าของข้อมูลสูญหาย สามารถทำการคำนวณประมาณค่าข้อมูลที่หายไปเพียง 1 ค่า เท่านั้น ยังไม่สามารถหาค่าที่ข้อมูลหายไปหลายค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERCENTAGE POINTS $t[\lambda; \nu]$ OF STUDENT'S t DISTRIBUTION

λ d.f.	.75	.90	.95	.975	.99	.995	.9975	.999
1	1.00	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.321	318.309
2	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327
3	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214
4	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173
5	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893
6	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208
7	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785
8	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501
9	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297
10	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144
11	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025
12	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930
13	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852
14	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787
15	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733
16	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686
17	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.223	3.646
18	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610
19	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579
20	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552
21	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527
22	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505
23	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485
24	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.090	3.467
25	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450
26	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435
27	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421
28	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408
29	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396
30	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385
35	.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	2.996	3.340
40	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307
45	.680	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	2.952	3.281
50	.679	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937	3.261
55	.679	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	2.925	3.245
60	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232
70	.678	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	2.899	3.211
80	.678	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887	3.195
90	.677	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632	2.878	3.183
100	.677	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871	3.174
120	.677	1.289	1.657	1.980	2.351	2.618	2.860	3.153
200	.676	1.286	1.652	1.972	2.345	2.601	2.838	3.131
500	.675	1.283	1.648	1.965	2.334	2.586	2.820	3.107
∞	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERCENTAGE POINTS $F[\lambda; v_1, v_2]$ OF STUDENT'S F DISTRIBUTION

v_1 v_2	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	.95	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
1	.975	648	800	864	900	922	937	948	957	963	969	973	977
	.99	405	500	540	562	576	586	593	598	602	606	608	611
	.95	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
2	.975	38.5	3.90	39.2	39.2	39.3	39.3	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4
	.99	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4
	.95	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74
3	.975	17.4	16.0	15.4	15.1	14.9	14.7	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.3
	.99	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	27.1	27.1
	.95	7.71	6.94	6.59	6.39	6.25	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91
4	.975	12.2	10.6	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.79	8.75
	.99	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4
	.95	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.71	4.68
5	.975	10.0	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.57	6.52
	.99	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	9.96	9.89
	.95	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00
6	.975	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.41	5.37
	.99	13.7	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72
	.95	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57
7	.975	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.71	4.67
	.99	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.72	6.54	6.47
	.95	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28
8	.975	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.24	4.20
	.99	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67
	.95	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07
9	.975	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.91	3.87
	.99	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11
	.95	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91
10	.975	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.66	3.62
	.99	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71
	.95	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79
11	.975	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.47	3.43
	.99	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERCENTAGE POINTS $F[\lambda; v_1, v_2]$ OF STUDENT'S F DISTRIBUTION(ต่อ)

v_1	v_2	α	15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞
		.95	246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254
1		.975	985	993	997	100 ¹	101 ¹	101 ¹	101 ¹	101 ¹	101 ¹	102 ¹	102 ¹	102 ¹
		.99	616	621 ¹	623 ¹	626 ¹	629 ¹	630 ¹	631 ¹	633 ¹	634 ¹	635 ¹	636 ¹	637 ¹
		.95	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
2		.975	39.4	39.4	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5
		.99	99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
		.95	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.57	8.55	8.55	8.54	8.53	8.53
3		.975	14.3	14.2	14.1	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9
		.99	26.9	26.7	26.6	2.65	2.64	2.64	2.63	2.62	2.62	2.62	2.61	2.61
		.95	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.69	5.66	5.66	5.65	5.64	5.63
4		.975	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.38	8.36	8.32	8.31	8.29	8.27	8.26
		.99	14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5
		.95	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.43	4.41	4.40	4.39	4.37	4.36
5		.975	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.14	6.12	6.08	6.07	6.05	6.03	6.02
		.99	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.20	9.13	9.11	9.08	9.04	9.02
		.95	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.74	3.71	3.70	3.69	3.68	3.67
6		.975	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.98	4.96	4.92	4.90	4.88	4.86	4.85
		.99	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.06	6.99	6.97	6.93	6.90	6.88
		.95	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.30	3.27	3.27	3.25	3.24	3.23
7		.975	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.28	4.25	4.21	4.20	4.18	4.16	4.14
		.99	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.82	5.75	5.74	5.70	5.67	5.65
		.95	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	3.01	2.97	2.97	2.95	2.94	2.93
8		.975	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.81	3.78	3.74	3.73	3.70	3.68	3.67
		.99	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.03	4.96	4.95	4.91	4.88	4.86
		.95	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.79	2.76	2.76	2.73	2.72	2.71
9		.975	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.47	3.45	3.40	3.39	3.37	3.35	3.33
		.99	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.48	4.42	4.40	4.36	4.33	4.31
		.95	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.62	2.59	2.58	2.56	2.55	2.54
10		.975	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.22	3.20	3.15	3.14	3.12	3.09	3.08
		.99	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.08	4.01	4.00	3.96	3.93	3.91
		.95	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.49	2.46	2.45	2.43	2.42	2.40
11		.975	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.03	3.00	2.96	2.94	2.92	2.90	2.88
		.99	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.81	3.78	3.71	3.69	3.66	3.62	3.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERCENTAGE POINTS $F[\lambda; \nu_1, \nu_2]$ OF STUDENT'S F DISTRIBUTION(ต่อ)

ν_1	ν_2	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		.95	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69
12		.975	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.32	3.28
		.99	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16
		.95	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48
15		.975	6.20	4.76	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	3.01	2.96
		.99	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67
		.95	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28
20		.975	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.72	2.68
		.99	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23
		.95	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18
24		.975	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.59	2.54
		.99	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03
		.95	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09
30		.975	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.46	2.41
		.99	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84
		.95	4.08	3.23	2.84	2.61	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.04	2.00
40		.975	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.33	2.29
		.99	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66
		.95	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92
60		.975	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.22	2.17
		.99	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50
		.95	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83
120		.975	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.10	2.05
		.99	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.40	2.34
		.95	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75
∞		.975	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.99	1.94
		.99	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.25	2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERCENTAGE POINTS $F[\lambda; v_1, v_2]$ OF STUDENT'S F DISTRIBUTION(ต่อ)

v_1 v_2	α	15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞
	.95	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.40	2.38	2.35	2.34	2.32	2.31	2.30
12	.975	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.87	2.85	2.80	2.79	2.76	2.74	2.72
	.99	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.57	3.54	3.47	3.45	3.41	3.38	3.36
	.95	2.40	2.33	2.39	2.25	2.20	2.18	2.16	2.12	2.11	2.10	2.08	2.07
15	.975	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.55	2.52	2.47	2.46	2.44	2.41	2.40
	.99	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.08	3.05	2.98	2.96	2.92	2.89	2.87
	.95	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.95	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84
20	.975	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.25	2.22	2.17	2.16	2.13	2.10	2.09
	.99	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.61	2.54	2.52	2.48	2.44	2.42
	.95	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.84	1.80	1.79	1.77	1.75	1.73
24	.975	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.11	2.08	2.02	2.01	1.98	1.95	1.94
	.99	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.40	2.33	2.31	2.27	2.24	2.21
	.95	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.70	1.68	1.66	1.64	1.62
30	.975	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.97	1.94	1.88	1.87	1.84	1.81	1.79
	.99	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.21	2.13	2.11	2.07	2.03	2.01
	.95	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.64	1.59	1.58	1.55	1.53	1.51
40	.975	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.83	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.64
	.99	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.06	2.02	1.94	1.92	1.87	1.83	1.80
	.95	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.53	1.48	1.47	1.44	1.41	1.39
60	.975	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.70	1.67	1.60	1.58	1.54	1.51	1.48
	.99	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.88	1.84	1.75	1.73	1.68	1.63	1.60
	.95	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.46	1.43	1.37	1.35	1.32	1.28	1.25
120	.975	1.95	1.82	1.76	1.69	1.61	1.56	1.53	1.45	1.43	1.39	1.34	1.31
	.99	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.70	1.66	1.56	1.53	1.48	1.42	1.38
	.95	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.35	1.32	1.24	1.22	1.17	1.11	1.00
∞	.975	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.43	1.39	1.30	1.27	1.21	1.13	1.00
	.99	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.52	1.47	1.36	1.32	1.25	1.15	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UPPER PERCENTAGE POINT OF THE STUDENTIZED RANGE

p	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.05	18.1	26.7	32.8	37.2	40.5	43.1	45.4	47.3	49.1	50.6	51.9	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58.0	58.8	59.6
	0.01	90.0	135	164	186	202	216	227	237	246	253	260	266	272	277	282	286	290	294	198
2	0.05	6.09	8.28	9.80	10.89	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	15.06	15.33	15.65	15.91	16.14	16.36	16.57	16.77
	0.01	14.0	19.0	22.3	24.7	26.6	28.2	29.5	30.7	31.7	32.6	33.4	34.1	34.8	35.4	36.0	36.5	37.0	37.5	37.9
3	0.05	4.50	5.88	6.83	7.51	8.04	8.47	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.16	10.35	10.52	10.69	10.84	1.098	11.12	11.24
	0.01	8.26	10.6	12.2	13.3	14.2	15.0	15.6	16.2	16.7	17.1	17.5	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3	19.5	19.8
4	0.05	3.93	5.00	5.76	6.31	6.73	7.06	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.67	8.80	8.92	9.03	9.14	9.24
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.6	11.1	11.5	11.9	12.3	12.6	12.8	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.2	14.4
5	0.05	3.61	4.54	5.18	5.64	5.99	6.28	6.52	6.74	6.93	7.10	7.25	7.39	7.52	7.64	7.75	7.86	7.95	8.04	8.13
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48	10.70	10.89	11.08	11.24	11.40	11.55	11.68	11.81	11.98
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.04	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30	9.48	9.65	9.81	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.35	5.59	5.80	5.99	6.15	6.29	6.42	6.54	6.66	6.75	6.84	6.93	7.01	7.08	7.16
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55	8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.66
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03	8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.66
	0.01	4.80	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65	7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.32	8.41	8.49	8.57
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.66	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.12	6.20	6.27	6.34	6.41	6.47
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.06	7.21	7.36	7.46	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.07	8.15	8.22
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.58	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.14	6.20	6.27	6.33
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13	7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94	7.06	7.17	7.28	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.46	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6.00	6.06	6.11
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79	6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.34	7.42	7.48	7.55
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.03
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66	6.77	6.87	6.96	7.05	7.12	7.20	7.27	7.33	7.39
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.91	5.96
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55	6.65	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26

ข้อควรระวังในการใช้ตารางนี้คือค่าที่แสดงในตารางนี้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่การแจกแจงของตัวแปรสุ่มเป็นแบบปกติเท่านั้น และค่าที่แสดงในตารางนี้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่การแจกแจงของตัวแปรสุ่มเป็นแบบปกติเท่านั้น

UPPER PERCENTAGE POINT OF THE STUDENTIZED RANGE(ตอ)

p	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.34	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
	0.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46	6.56	6.65	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15
17	0.05	2.98	3.62	4.02	4.31	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84
	0.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38	6.48	6.57	6.66	6.73	6.80	6.87	6.94	7.00	7.05
18	0.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.83	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
	0.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31	6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.96
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.26	4.47	4.64	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.88	6.02	6.14	6.25	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89
20	0.05	2.94	3.58	3.96	4.24	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19	6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82
24	0.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.69	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.50	5.55	5.59
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02	6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61
30	0.05	2.89	2.48	3.84	4.11	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48
	0.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85	5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82	4.90	4.98	5.05	5.11	5.17	5.22	5.27	5.32	5.36
	0.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69	5.77	5.84	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.17	6.21
60	0.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
	0.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53	5.60	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02
120	0.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
	0.01	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38	5.44	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83
∞	0.05	2.77	3.32	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.80	4.89	4.93	4.97	5.01
	0.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.98	5.08	5.16	5.23	5.29	5.35	5.40	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

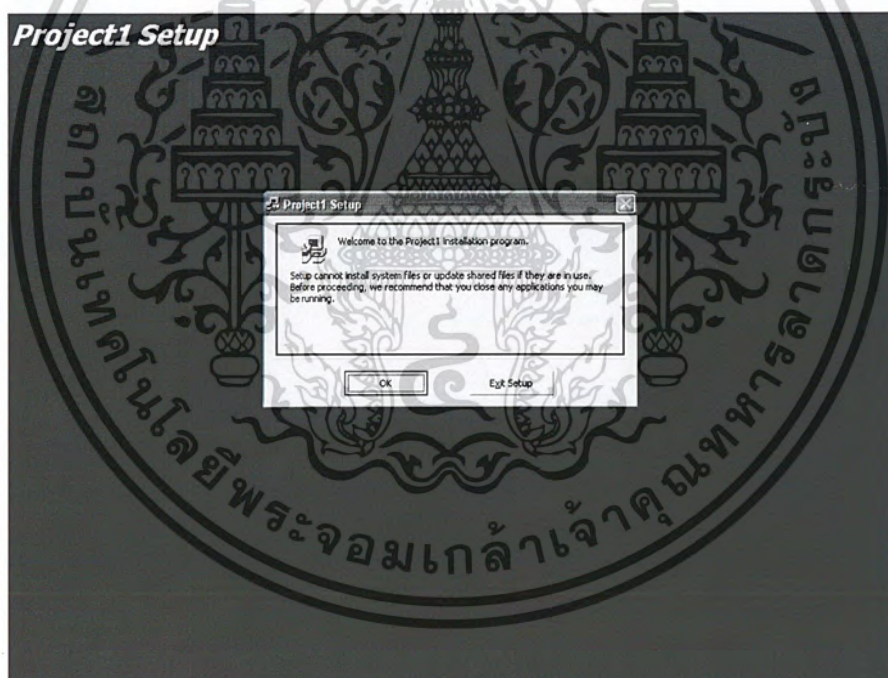
การติดตั้งโปรแกรม

ระบบที่ต้องการ

- หน่วยความจำ RAM 64 MB ขึ้นไป
- พื้นที่ว่างเหลือบน HardDisk อย่างน้อย 2 MB ขึ้นไป
- ระบบปฏิบัติการ Window 98 ขึ้นไป

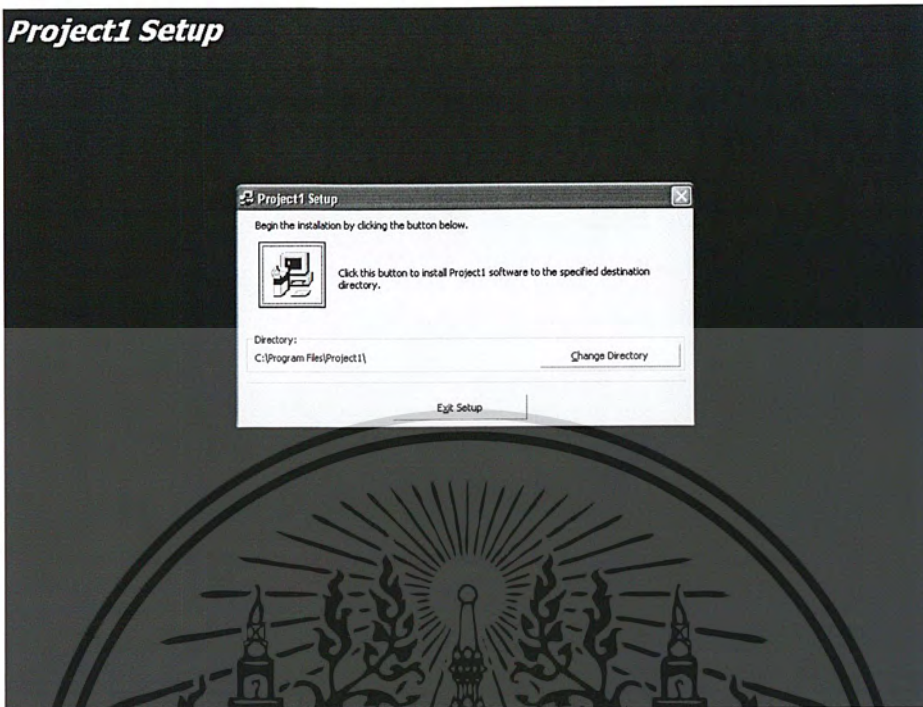
การติดตั้ง

ให้เลือก run จาก Taskbar ของ Start Menu



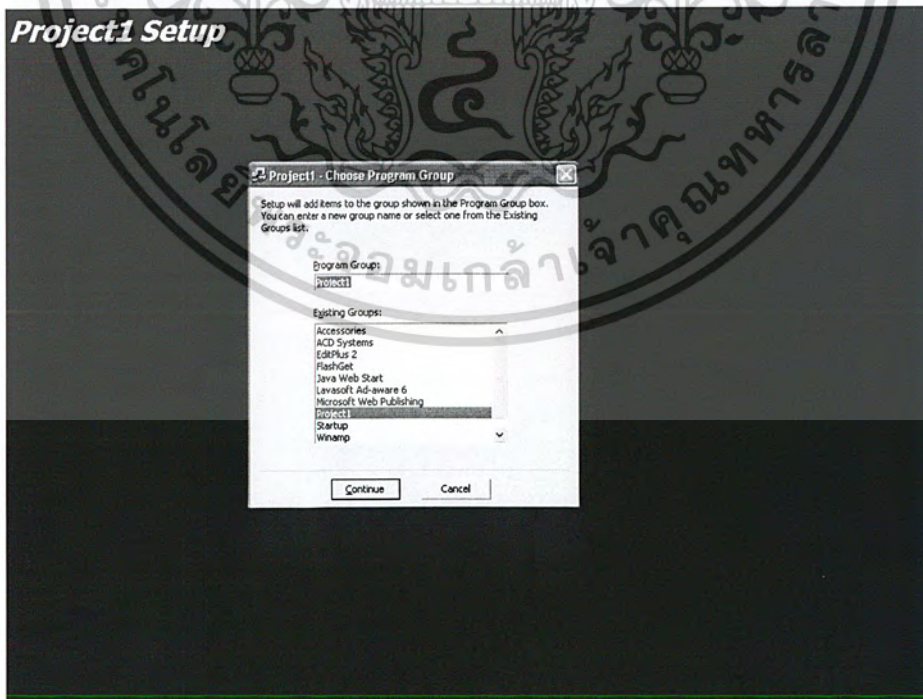
รูปที่ 6 แสดงการเริ่มติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



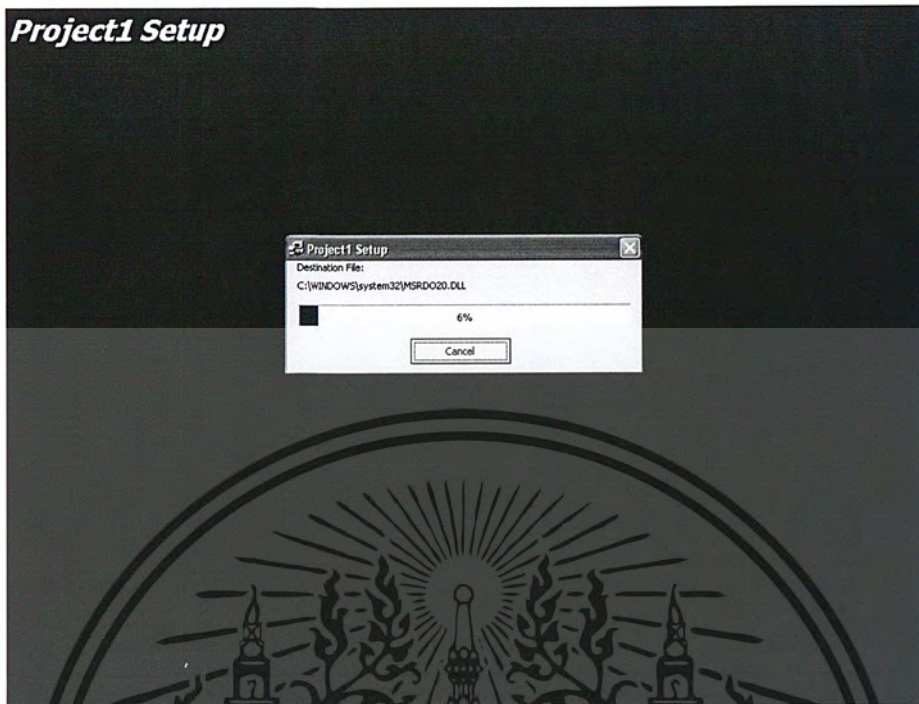
รูปที่ 7 แสดงการเลือก Directory ที่จัดเก็บไฟล์ใน Harddisk

เลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บลงบน HardDisk

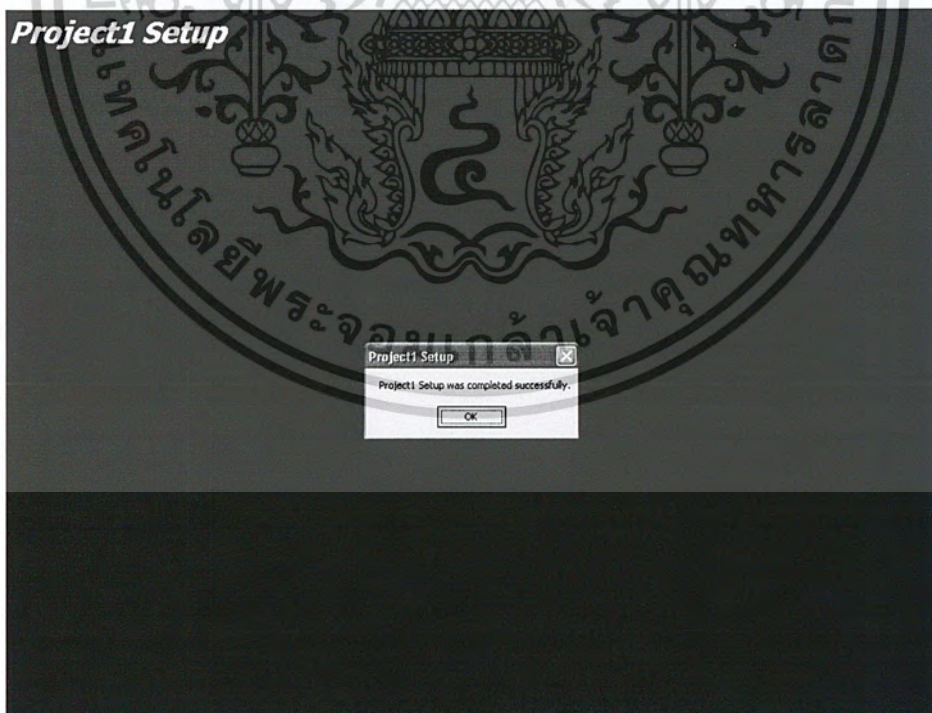


รูปที่ 8 แสดงการนำไปแกรมมาไว้ใน Folder ที่อยู่ในเมนูของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 แสดงการติดตั้งตัวโปรแกรมไฟล์มายัง HardDisk

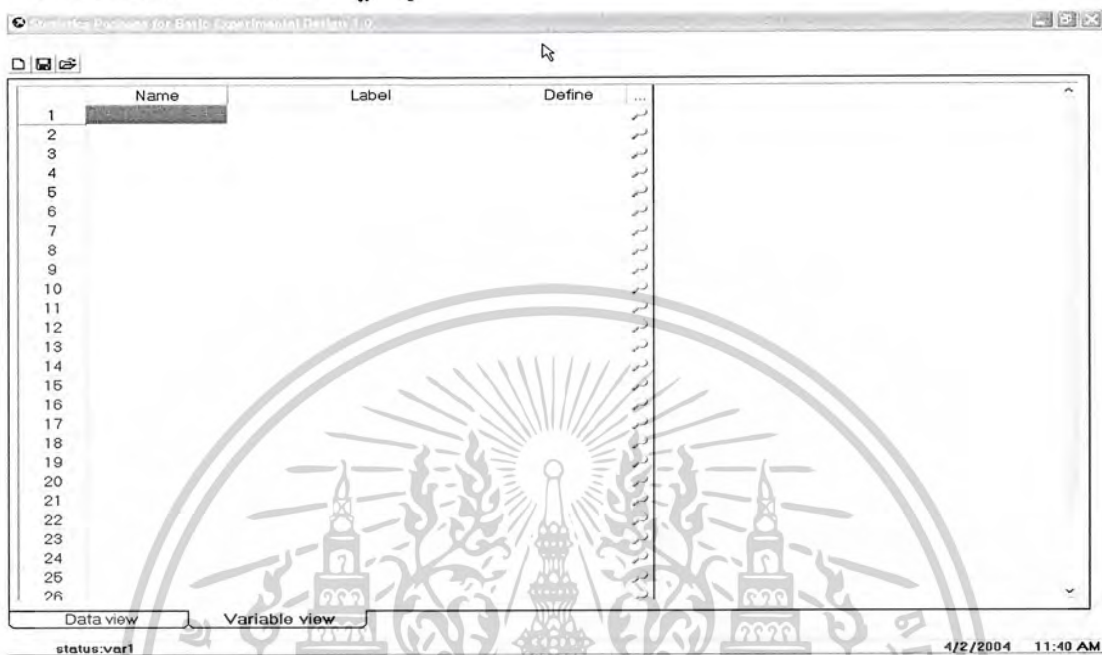


รูปที่ 10 แสดงการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม

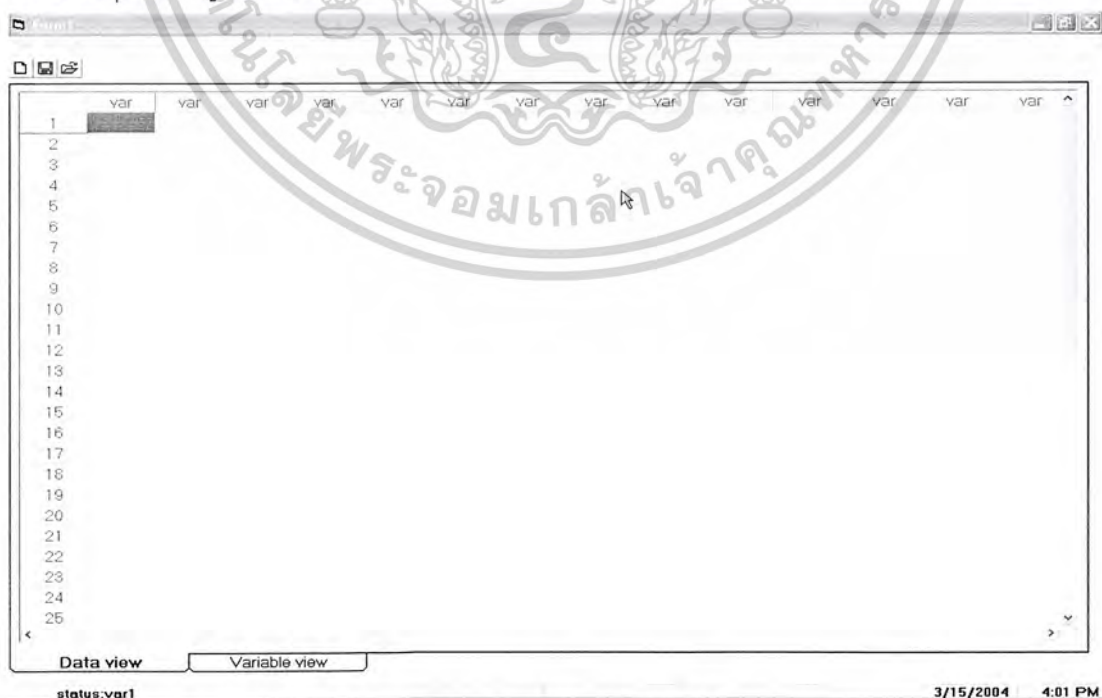
หน้าจอที่พร้อมทำงาน จะปรากฏดังรูป



รูปที่ 11 แสดงหน้าจอของ Variable view

ส่วนประกอบของโปรแกรม

ส่วนต่างๆ ของเมนูโปรแกรม



รูปที่ 12 แสดงส่วนต่างๆ ของเมนูโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. File เมนู เป็นเมนูที่ประกอบด้วยคำสั่งจัดการ File ดังนี้

New	สร้าง File ใหม่
Open	เปิด File ที่มีอยู่ ซึ่งสามารถเปิดได้จาก excel(*.xls) และ Notepad(*.txt)
Save	บันทึก File สามารถบันทึกลง excel(*.xls) และ Notepad(*.txt)
Exit	ออกจากโปรแกรม

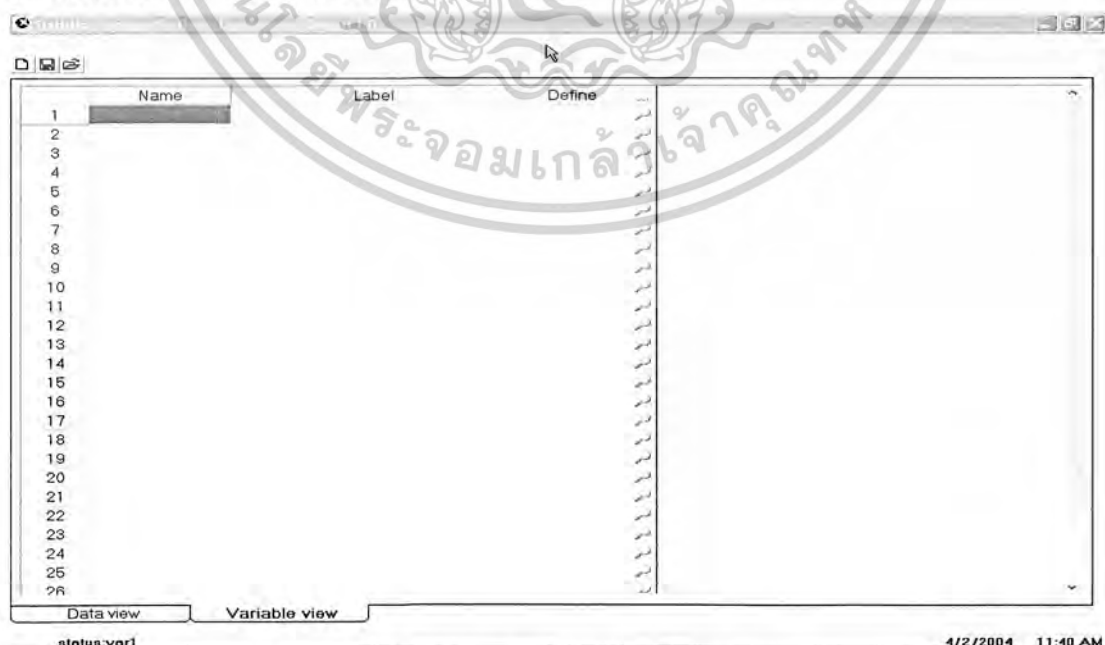
2. Analyze เป็นเมนูที่ประกอบด้วยคำสั่งทางสถิติ ได้แก่

- 2.1 Completely Randomized Design (CRD)
- 2.2 Randomize Complete Block Design (RCBD)
- 2.3 Latin Square Design(LS)
- 2.4 Factorial Experiment แบ่งออกเป็น
 - 2 Factorial
 - 3 Factorial

3. Help เป็นเมนูที่ประกอบด้วยวิธีการใช้งานของโปรแกรม

Variable view

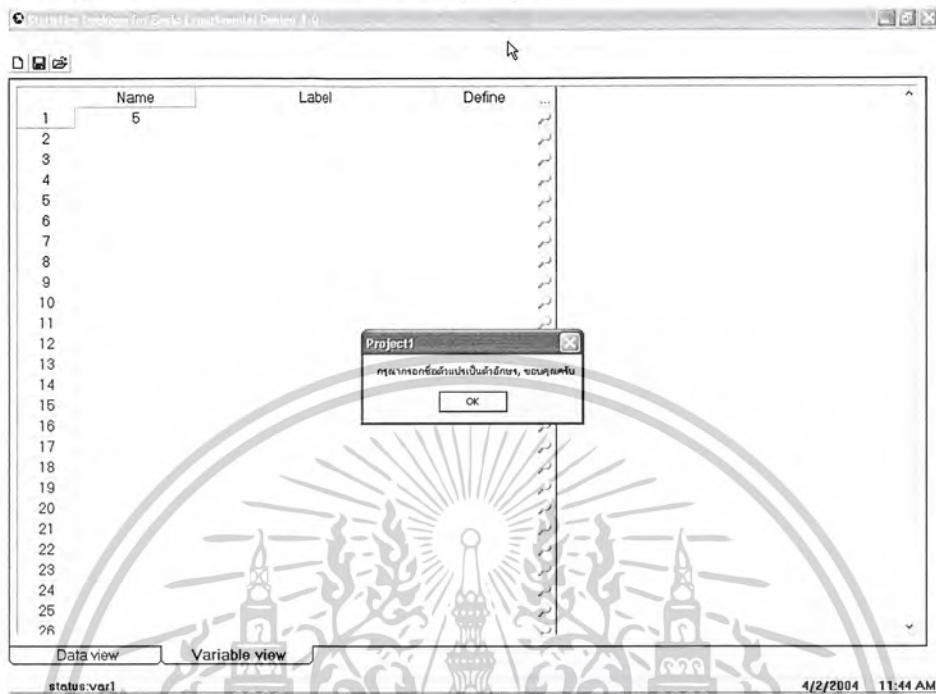
การสร้างแฟ้มข้อมูลโดยใช้โปรแกรม เมื่อเปิดโปรแกรมจะปรากฏที่หน้าของ Variable view ดังรูป การป้อนข้อมูลสามารถกรอกชื่อและรายละเอียดของตัวแปร โดยข้อมูลของ Name ห้ามเว้นวรรค และกรอกเป็นตัวเลข



รูปที่ 13 แสดงหน้าจอของ Variable view

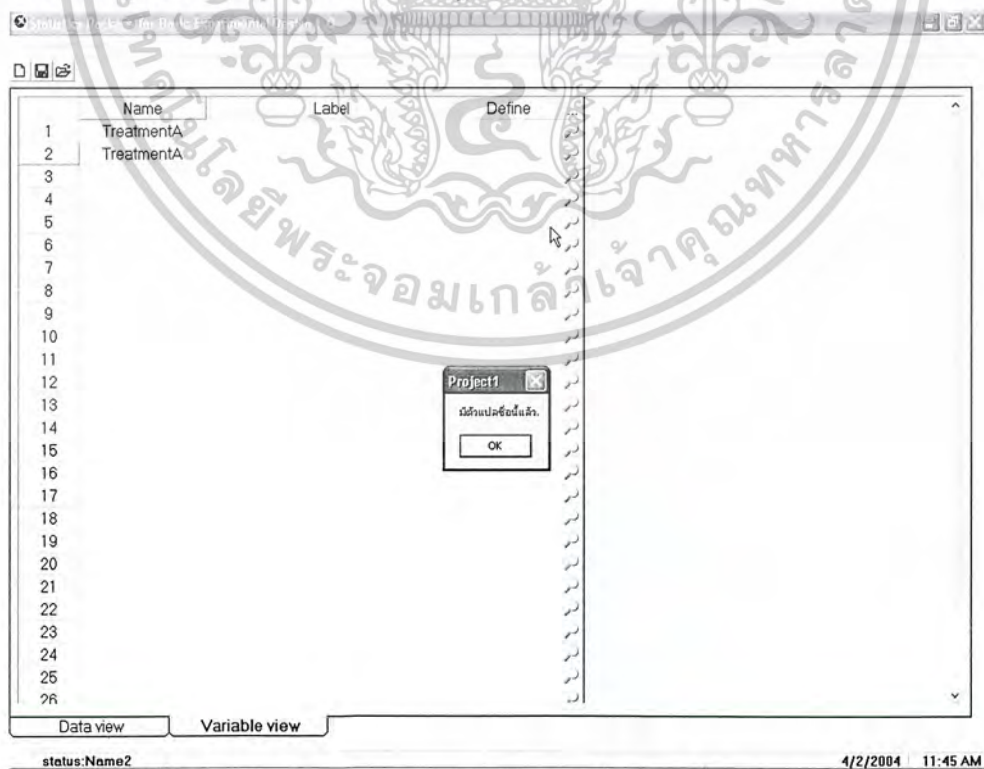
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากกรอกข้อมูลของ Name เป็นตัวเลขจะปรากฏ ดังรูป



รูปที่ 14 แสดงหน้าจอของ Variable view เมื่อกรอกชื่อของตัวแปรเป็นตัวเลข

ในการกรอกข้อมูลของ Name ซ้ำกัน จะปรากฏ ดังรูป



รูปที่ 15 แสดงหน้าจอของ Variable view เมื่อกรอกชื่อของตัวแปรซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data view

เป็นส่วนที่ไว้สำหรับกรอกข้อมูลและค่าสังเกตที่ต้องการนำมาทดสอบ สามารถแก้ไขข้อมูลได้ เมื่อคลิก data view จะปรากฏ ดังรูป



รูปที่ 16 แสดงหน้าจอของ Data view

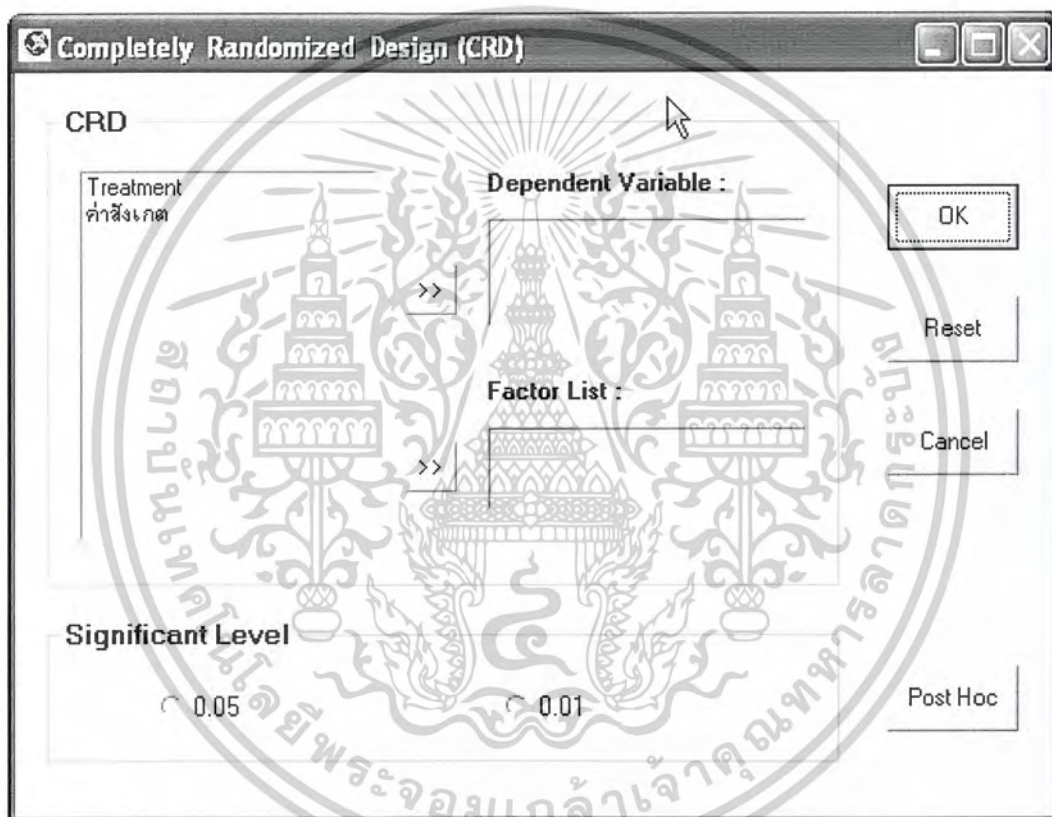
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำข้อมูลมาคำนวณ

จะต้องทำการเลือกแผนการทดลองก่อนว่าต้องการใช้แผนการทดลองใดในการคำนวณ

1. การทดสอบ Completely Randomized Design (CRD)

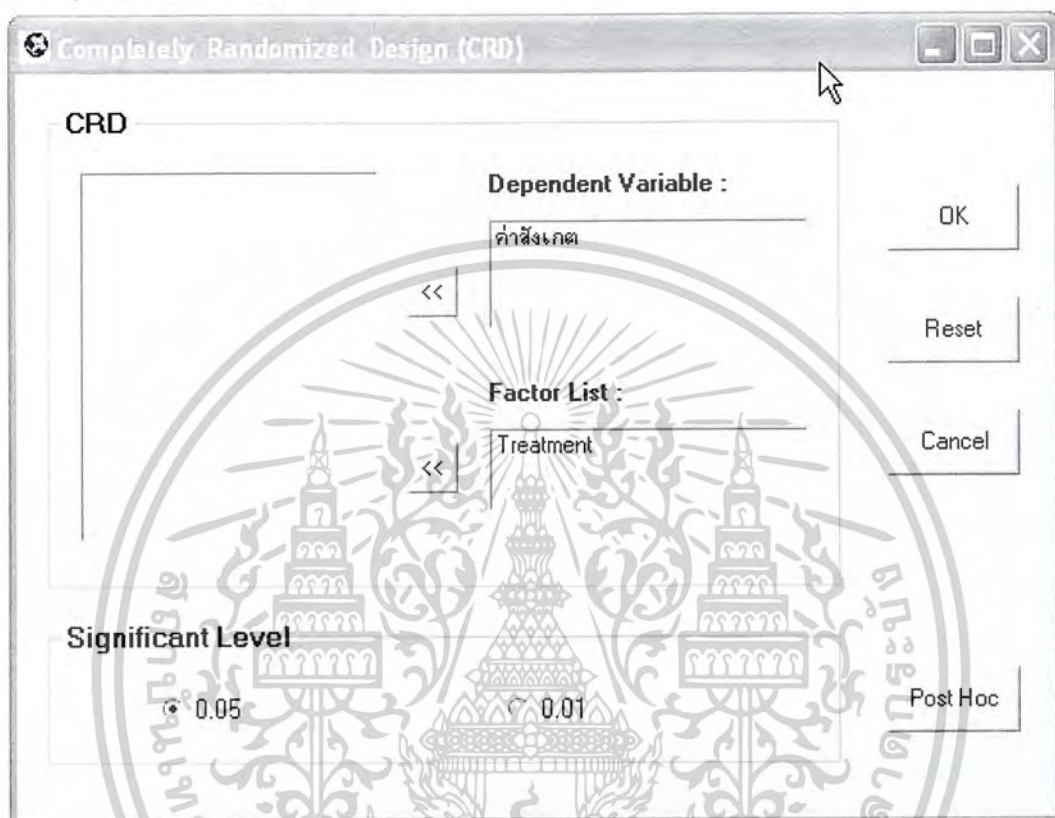
ใช้คำสั่ง Analyze - Completely Randomized Design (CRD) จะได้



รูปที่ 17 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรไว้ใน box ของ Independent Variable และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ใน box ของ Dependent Variable จะได้



รูปที่18 แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบ CRD ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว

หน้าต่าง แสดงผลลัพธ์ที่นำไปทดสอบ

Completely Randomized Design				
SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	3	12,961.98	4,320.66	12.15*
Error	11	3,911.75	355.61	
Total	14	16,873.73		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

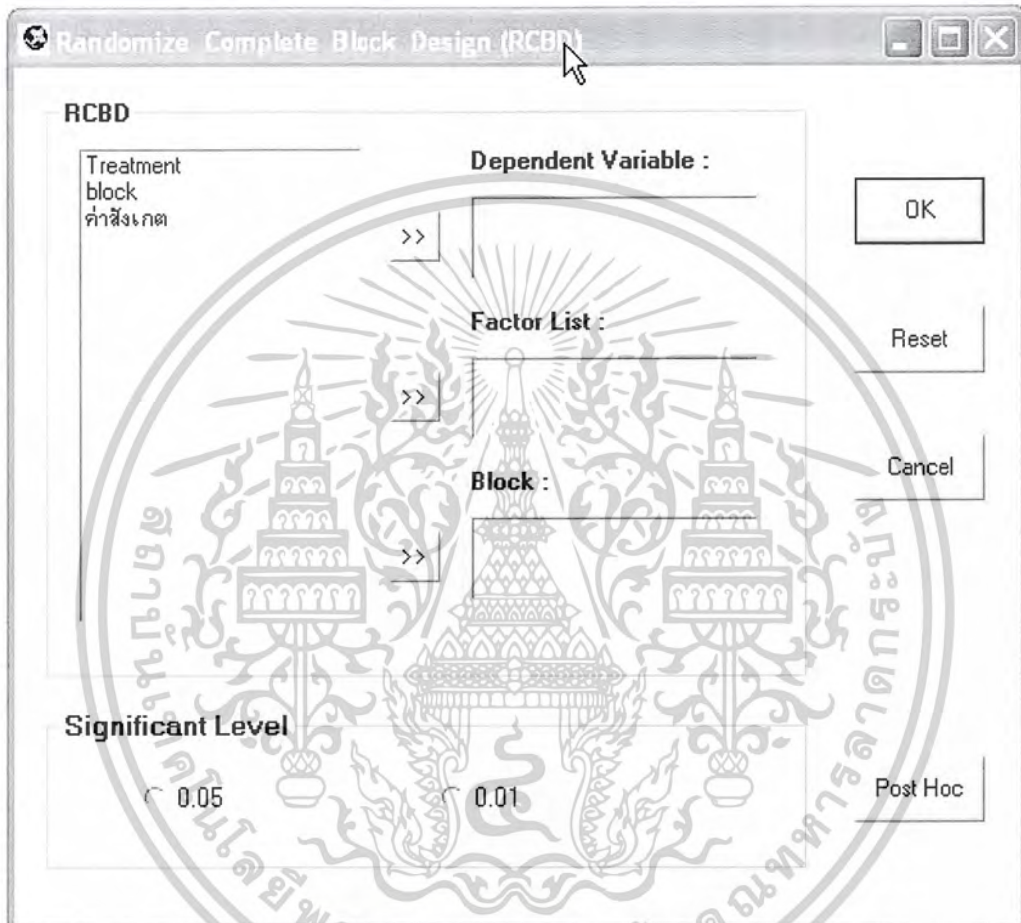
Treatment มี 1=ส่วนผสมของยางชนิดA, 2=ส่วนผสมของยางชนิดB, 3=ส่วนผสมของยางชนิดC, 4=ส่วนผสมของยางชนิดD

รูปที่19 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบ Randomize Complete Block Design (RCBD)

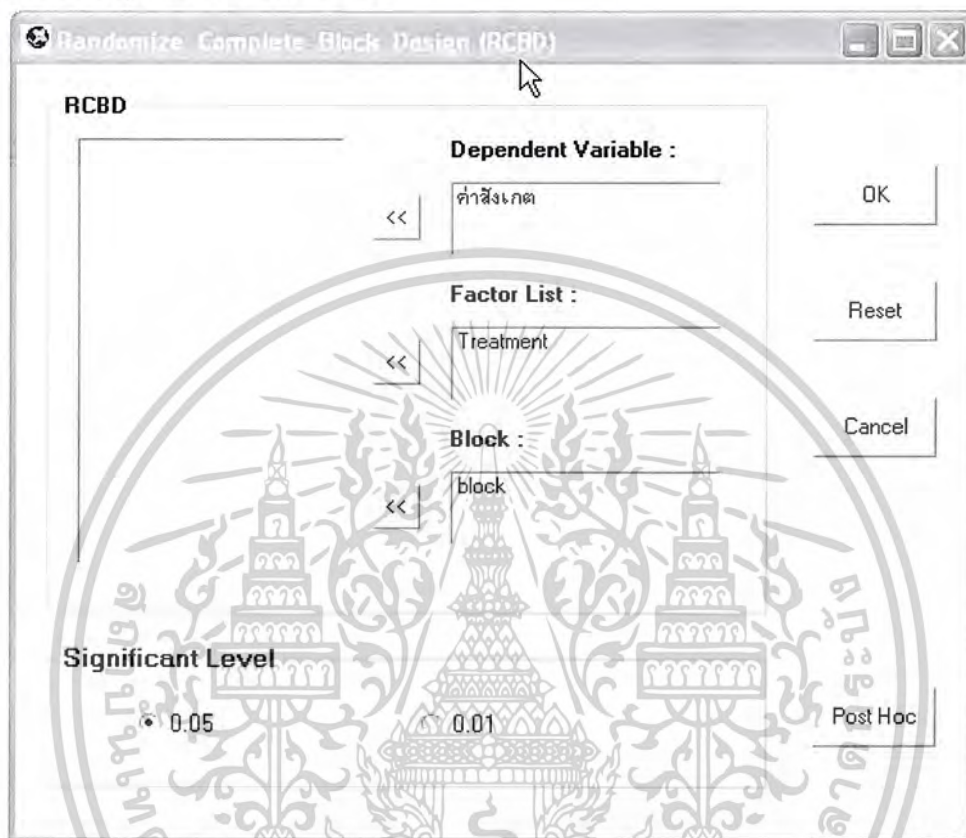
ใช้คำสั่ง Analyze - Randomize Complete Block Design (RCBD) จะได้



รูปที่ 20 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ RCBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรใส่ใน box ของ Independent Variable, Block และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบใน box ของ Dependent Variable จะได้



รูปที่ 21 แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบ RCBD ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว

หน้าต่าง แสดงผลลัพธ์ที่นำไปทดสอบ

Randomized Complete Block Design				
SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	5	255.28	51.06	17.19*
Block	3	192.55	64.18	21.61*
Error	15	44.53	2.97	
Total	23	492.36		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ชนิดของเชื้อราที่1, 2=ชนิดของเชื้อราที่2, 3=ชนิดของเชื้อราที่3, 4=ชนิดของเชื้อราที่4, 5=ชนิดของเชื้อราที่5, 6=ชนิดของเชื้อราที่6,
Block มี 1=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่1, 2=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่2, 3=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่3, 4=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่4

รูปที่ 22 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ RCBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากกรอกค่าสังเกตไม่ครบทุกทรีตเมนต์ ดังรูป

	treatmer	Block	ค่าสังเกต	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1	32.1										
2	1	2	35.6										
3	1	3	41.9										
4	1	4	35.4										
5	2	1	30.1										
6	2	2	31.5										
7	2	3											
8	2	4	30.8										
9	3	1	25.4										
10	3	2	27.4										
11	3	3	33.8										
12	3	4	31.1										
13	4	1	24.1										
14	4	2	33.0										
15	4	3	35.6										
16	4	4	31.4										
17	5	1	26.1										
18	5	2	31.0										
19	5	3	33.8										
20	5	4	31.9										
21	6	1	23.2										
22	6	2	24.8										
23	6	3	26.7										
24	6	4	26.7										
25													

รูปที่ 23 แสดงหน้าจอของ Data view ที่มีการกรอกข้อมูลไม่ครบ
ใช้คำสั่ง Analyze - Randomize Complete Block Design (RCBD) จะได้

RCBD

Treatment block: ค่าสังเกต

Dependent Variable:

Factor List:

Block:

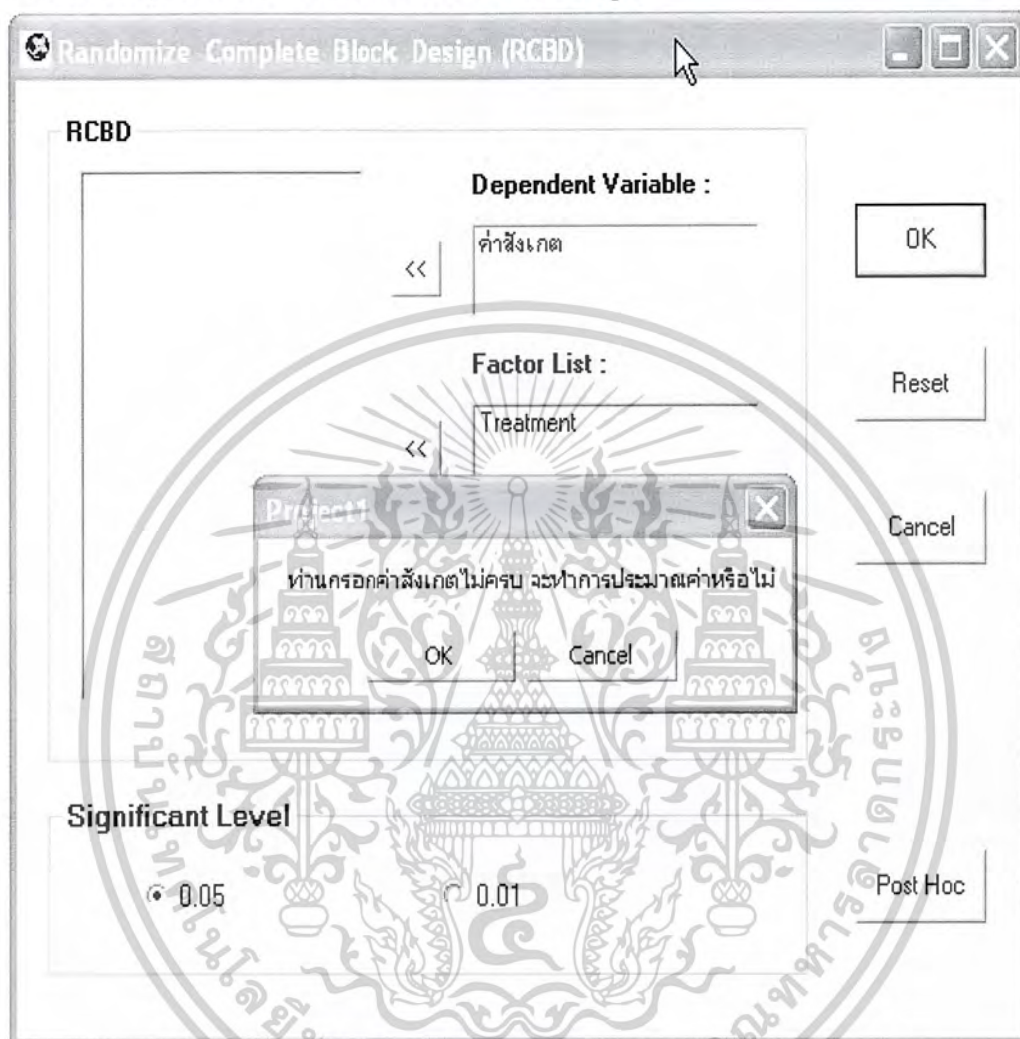
Significant Level: 0.05

Buttons: OK, Reset, Cancel, Post Hoc

รูปที่ 24 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ RCBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรใส่ใน box ของ Independent Variable, Block และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบใน box ของ Dependent Variable เมื่อคลิก OK จะได้ดังรูป



รูปที่ 25 หน้าต่างแสดงความต้องการในการประมาณค่า Missing Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากคลิก Abort โปรแกรมจะทำการประมาณค่าสังเกตที่หายไป และคำนวณค่าความแปรปรวนต่อไปซึ่งจะได้ผลลัพธ์ ดังนี้

SOV	df.	SS	MS	F
Treatment	5	248.99	49.80	16.01*
Block	3	183.07	61.02	19.62*
Error	14	43.60	3.11	
Total	23	475.66		

Missing Data=35.880

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ชนิดของเชื้อราที่1, 2=ชนิดของเชื้อราที่2, 3=ชนิดของเชื้อราที่3, 4=ชนิดของเชื้อราที่4, 5=ชนิดของเชื้อราที่5, 6=ชนิดของเชื้อราที่6.
Block มี 1=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่1, 2=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่2, 3=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่3, 4=อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่4

รูปที่ 26 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ เมื่อมีการประมาณค่า Missing Data

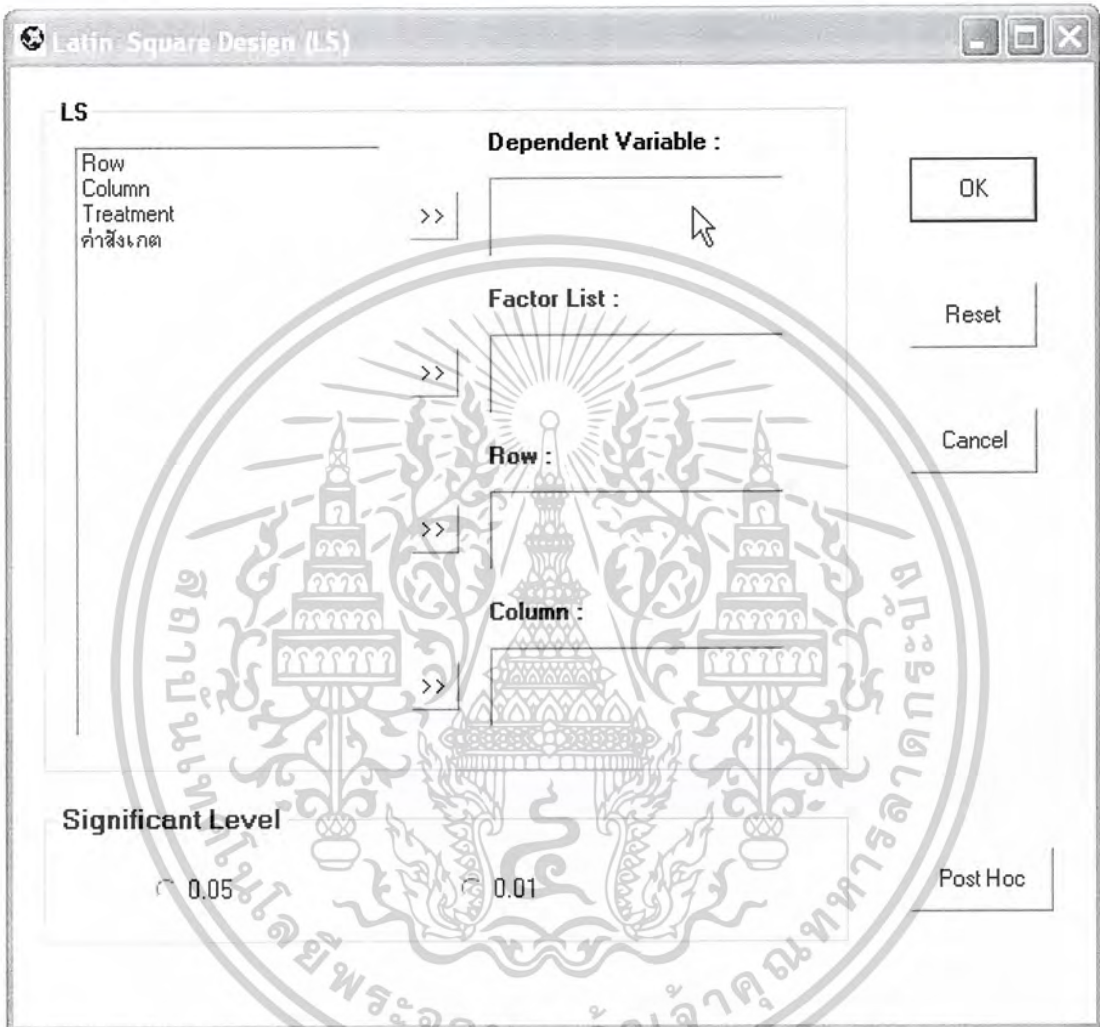
หากคลิก Retry จะกลับเข้าสู่หน้า Data view เพื่อให้ผู้ใช้กรอกค่าสังเกตที่หายไป

หากคลิก Ignore โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าความแปรปรวน โดยไม่มีการประมาณค่าสังเกตที่หายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบ Latin Square Design

ใช้คำสั่ง Analyze - Latin Square Design จะได้



รูปที่ 27 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบ LS

เลือกตัวแปรใส่ใน box ของ Independent Variable, Row, Column และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ใน box ของ Dependent Variable จะได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Latin Square Design (LS)

LS

Dependent Variable :
 << ค่าสังเกต

Factor List :
 << Treatment

Row :
 << Row

Column :
 << Column

Significant Level
 0.05 0.01

Post Hoc

OK
 Reset
 Cancel

รูปที่ 28 แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบ LS ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว
 หน้าต่าง แสดงผลลัพธ์ที่นำไปทดสอบ

Output 1

Latin Square Design

SOV	df.	SS	MS	F
ROW	4	87.40	21.85	7.12*
Column	4	16.56	4.14	1.35
Treatment	4	155.89	38.97	12.69*
Error	12	36.81	3.07	
Total	24	296.66		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=ดินชนิดA, 2=ดินชนิดB, 3=ดินชนิดC, 4=ดินชนิดD
 Row มี 1=อุณหภูมิแถวที่1, 2=อุณหภูมิแถวที่2, 3=อุณหภูมิแถวที่3, 4=อุณหภูมิแถวที่4
 Column มี 1=อุณหภูมิหลักที่1, 2=อุณหภูมิหลักที่2, 3=อุณหภูมิแถวที่3, 4=อุณหภูมิแถว4

รูปที่ 29 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการทดลองแบบ LS

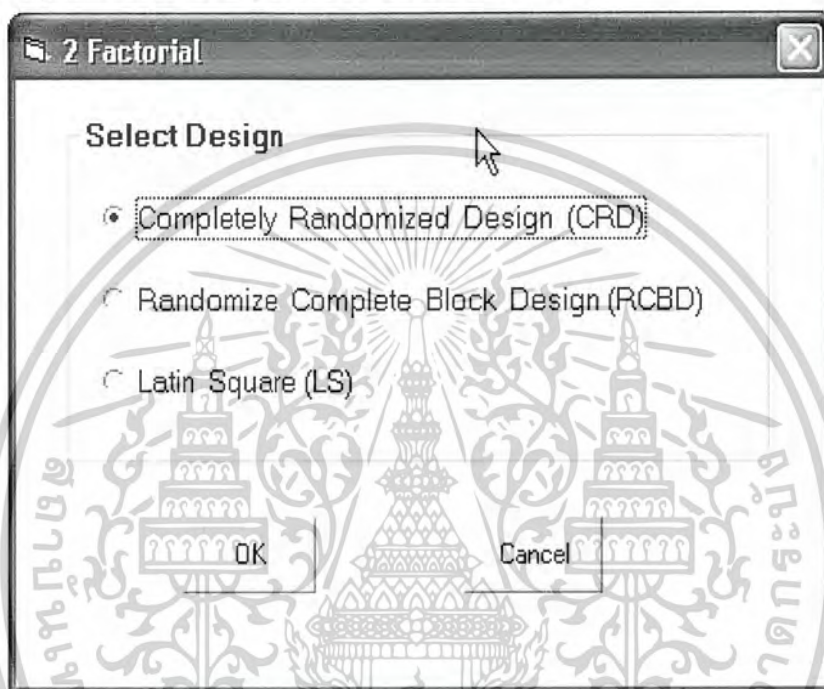
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลองแบบ Factorial

ต้องทำการเลือกก่อนว่าต้องการใช้แผนการทดลองแบบใด ดังเช่น

1) ต้องการทดสอบข้อมูล 2 แฟคเตอร์

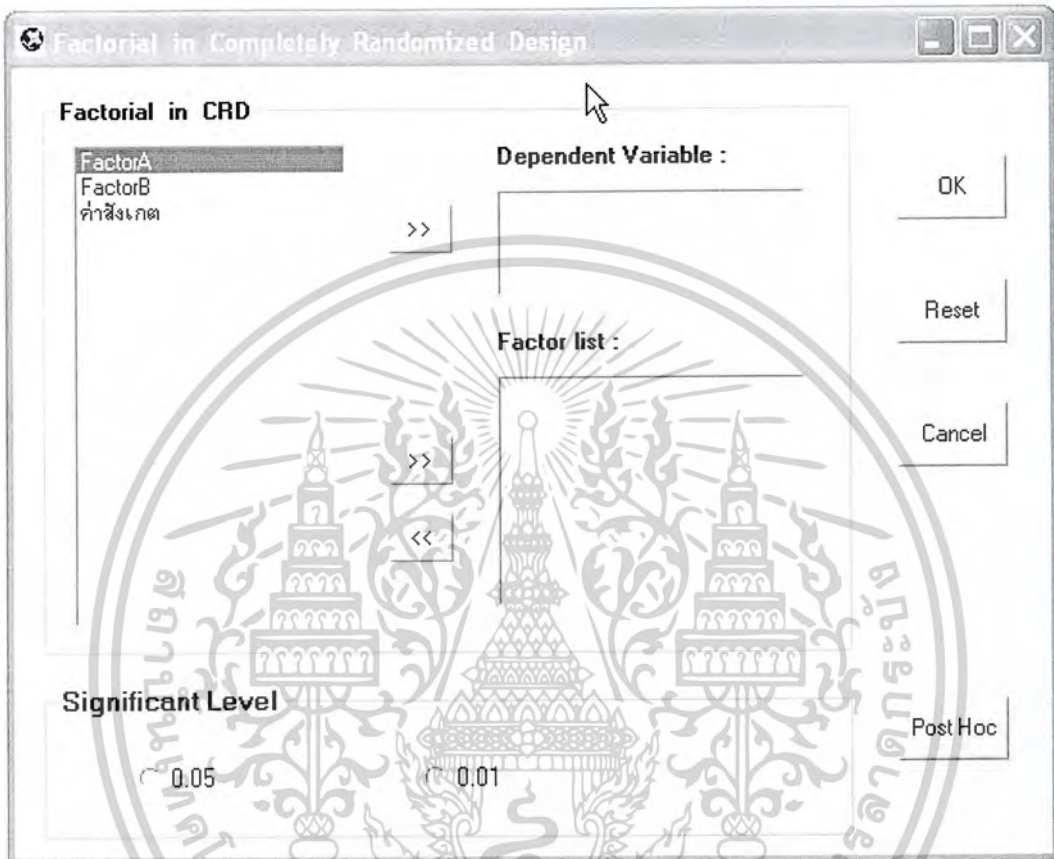
ใช้คำสั่ง Analyze - Factorial Experiment – 2 Factorial จะได้



รูปที่ 30 แสดงหน้าต่างในการเลือกแผนแบบของการทดลองแบบแฟคทอเรียล(2 Factorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

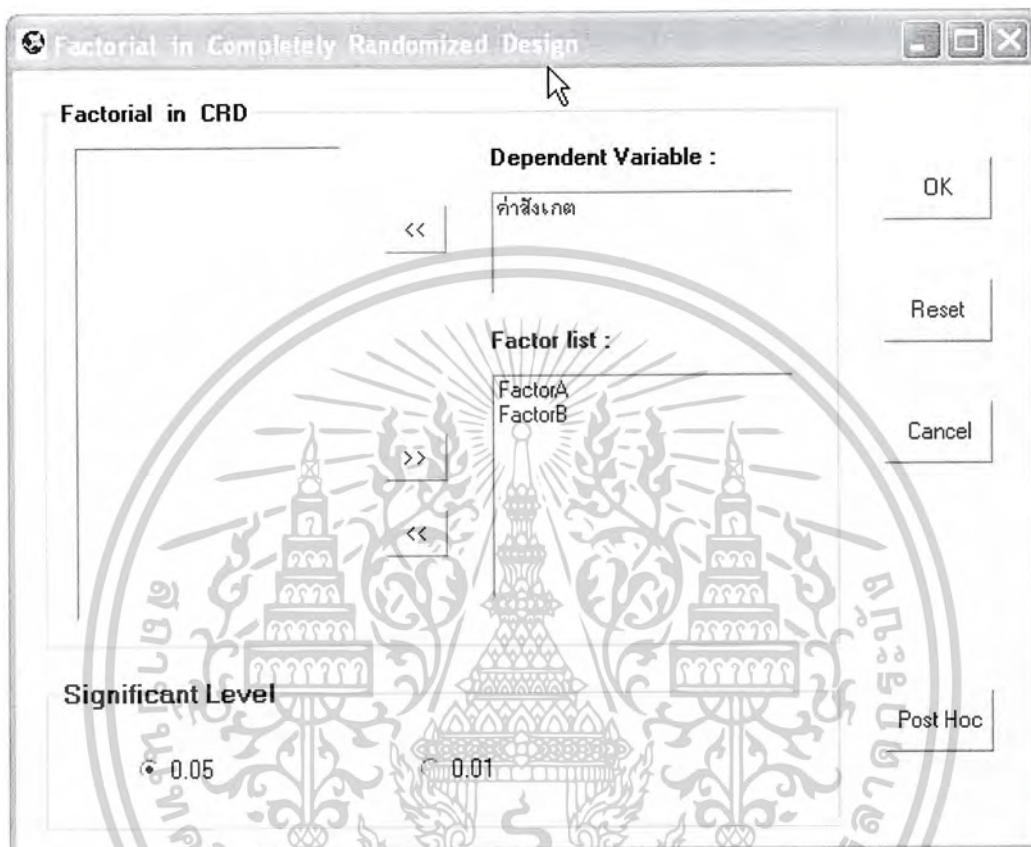
ทำการเลือกแผนทดลองที่ต้องการทดสอบ เมื่อคลิก ok แล้ว จะได้ดังรูป



รูปที่ 31 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยใช้แผนแบบ CRD (2 Factorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรใส่ใน box ของ Factor list และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ใน box ของ Dependent Variable จะได้



รูปที่ 32 แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบแฟคทอเรียล
โดยใช้แผนแบบ CRD(2 Factorial) ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่าง แสดงผลลัพธ์ที่นำไปทดสอบ

Output 2

2 Factorial in Completely Randomized Design

SOV	df.	SS	MS	F
FacA	1	3.00	3.00	1.23(ns)
FacB	3	45.75	15.25	6.28*
AB	3	25.50	8.50	3.50*
Error	40	97.00	2.43	
Total	47	171.25		

* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
 (ns) = none sign
 FacA มี 1 = ชาย, 2 = หญิง
 FacB มี 1 = กลุ่มที่1, 2 = กลุ่มที่2, 3 = กลุ่มที่3, 4 = กลุ่มที่4

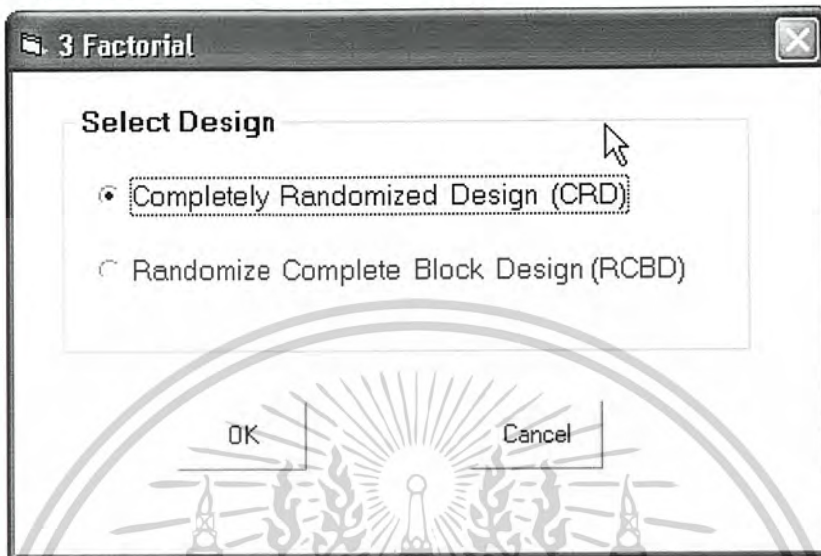
รูปที่ 33 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ แบบแฟคทอเรียล

โดยใช้แผนแบบ CRD (2 Factorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

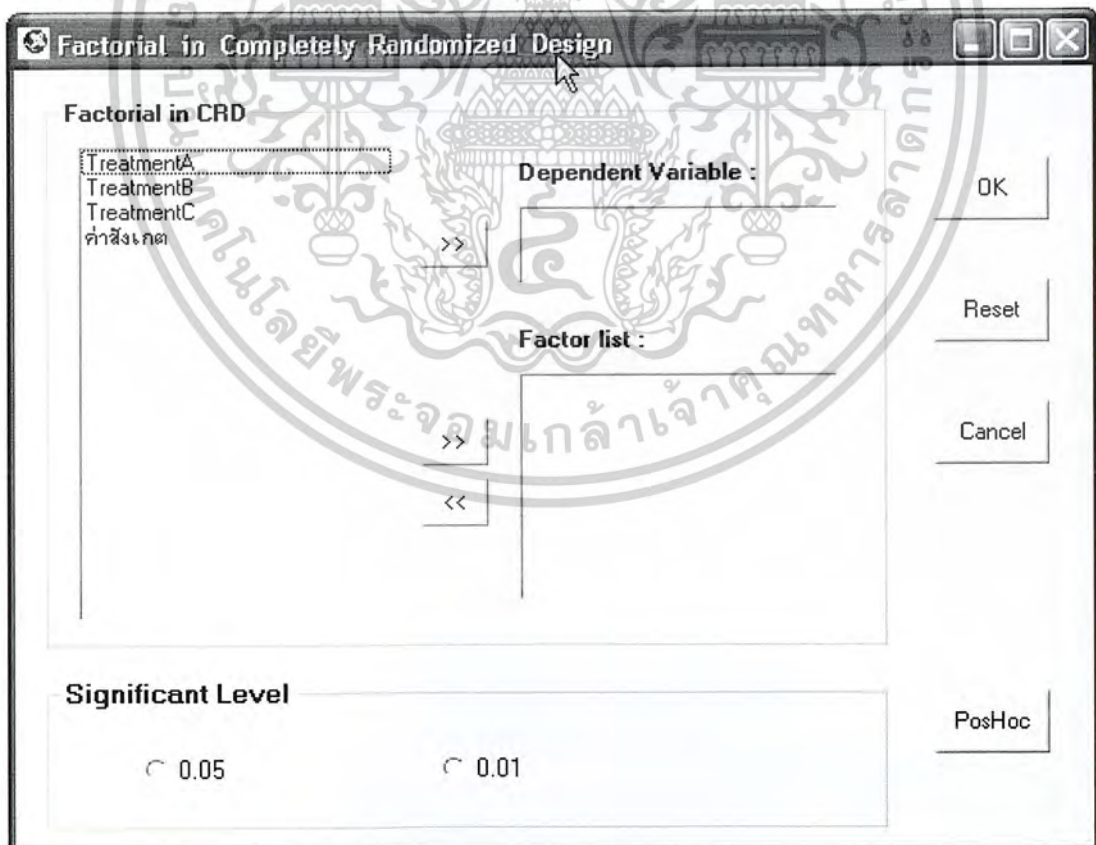
2) ต้องการทดสอบข้อมูล 3 แฟกเตอร์

ใช้คำสั่ง Analyze - Factorial Experiment – 3 Factorial จะได้



รูปที่ 34 แสดงหน้าต่างในการเลือกแผนแบบของการทดลองแบบแฟคทอเรียล(3 Factorial)

ทำการเลือกแผนทดลองที่ต้องการทดสอบ เมื่อคลิก ok แล้ว จะได้ดังรูป

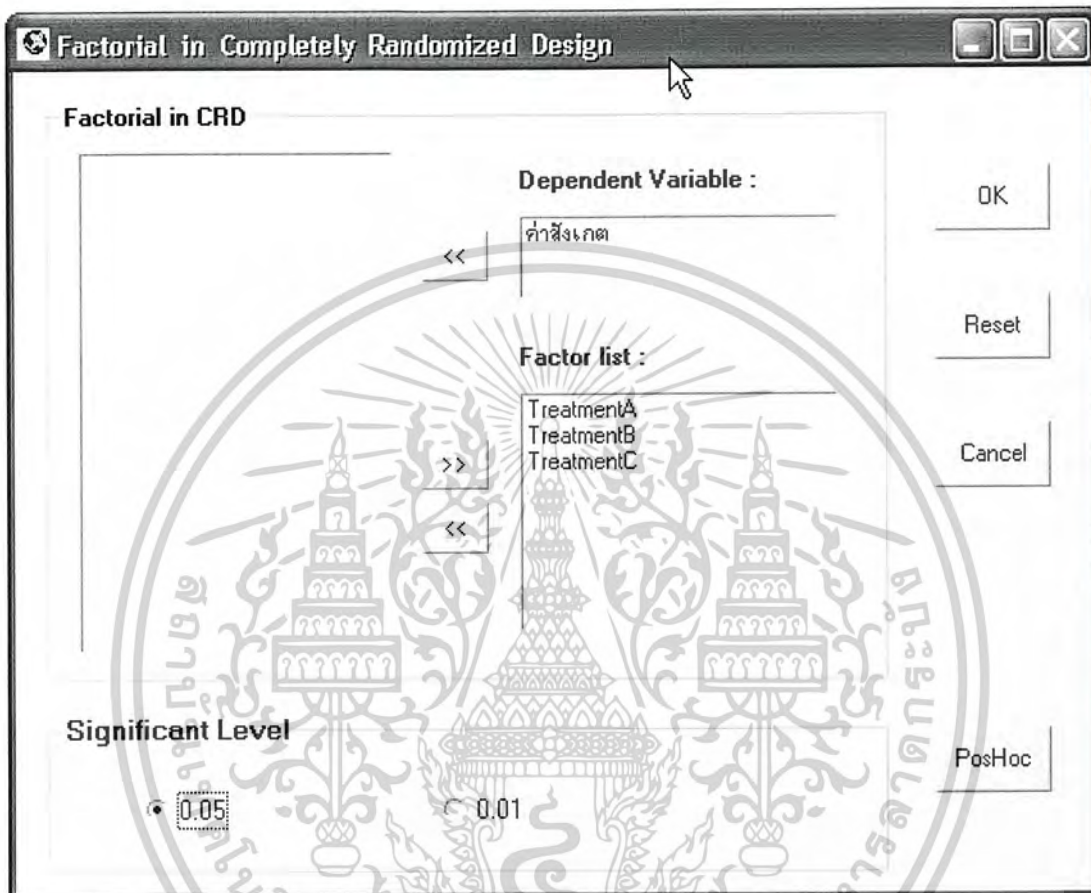


รูปที่ 35 แสดงหน้าต่างการเลือกประเภทของตัวแปรของการทดลองแบบแฟคทอเรียล

โดยใช้แผนแบบ CRD (3 Factorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวแปรใส่ใน box ของ Factor list และค่าของตัวแปรที่ต้องการทดสอบ ใน box ของ Dependent Variable จะได้



รูปที่ 36 แสดงหน้าต่างของการทดลองแบบแฟคทอเรียล
โดยใช้แผนแบบ CRD(3 Factorial) ที่เลือกประเภทของตัวแปรแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่าง แสดงผลลัพธ์ที่นำไปทดสอบ

SOV	df.	SS	MS	F
Fac A	1	106.78	106.78	12.16*
Fac B	1	136.11	136.11	15.50*
Fac C	2	16.89	8.45	0.96(ns)
AB	1	1.00	1.00	0.11(ns)
AC	2	32.89	16.45	1.87(ns)
BC	2	152.89	76.45	8.71*
ABC	2	128.00	64.00	7.29*
Error	24	210.66	8.78	
Total	35	785.22		

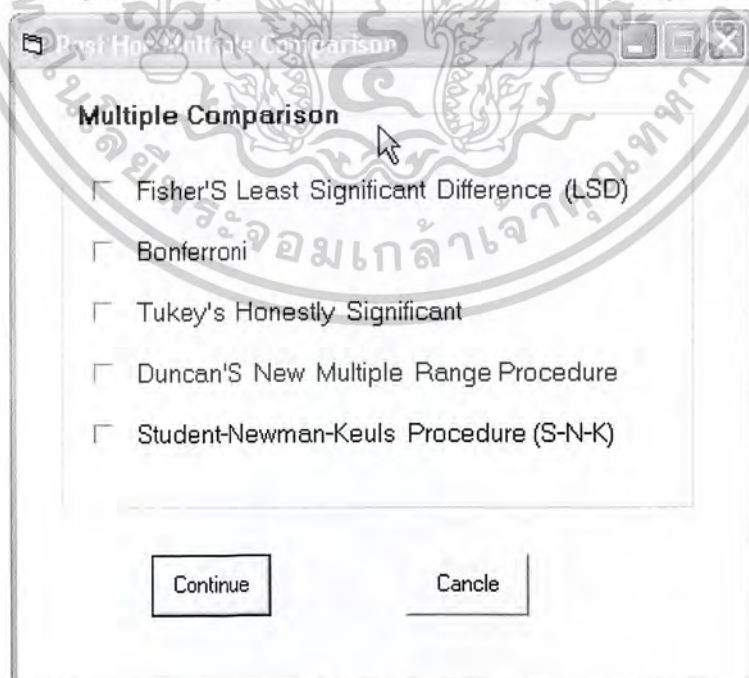
* ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
(ns) = none sign

รูปที่ 37 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ แบบแฟคทอเรียล

โดยใช้แผนแบบ CRD (3 Factorial)

5. การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

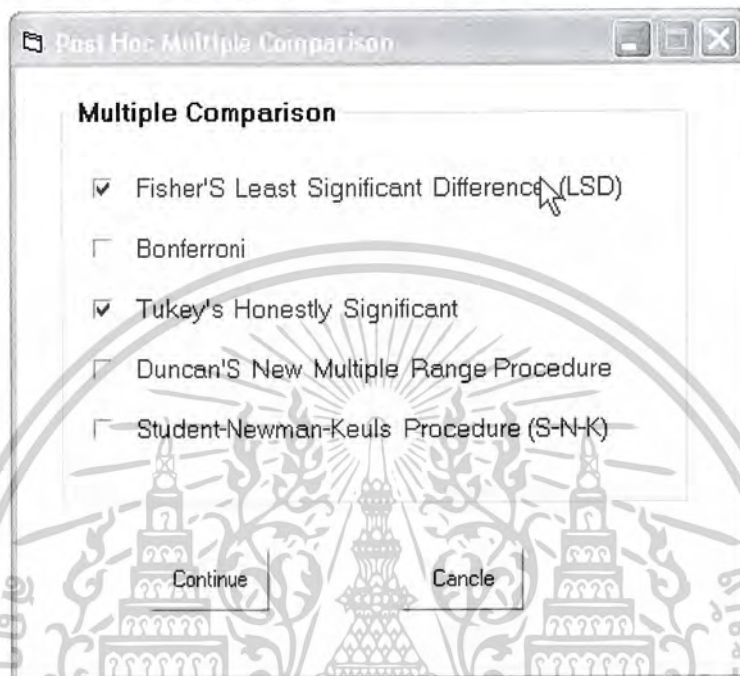
หากต้องการทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน ให้คลิกที่ post hoc จะปรากฏดังรูป



รูปที่ 38 แสดงหน้าต่างการคำนวณการเปรียบเทียบเชิงซ้อนวิธีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเลือกวิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนได้หลายวิธีพร้อมกัน



รูปที่ 39 แสดงหน้าต่างเมื่อเลือกการเปรียบเทียบเชิงซ้อน

จะได้ผลลัพธ์ ดังนี้

Tukey's Honestly Significant Difference				
	1	2	3	4
1	-	5.50*	6.00*	11.00*
2	-	-	0.50	5.50*
3	-	-	-	5.00*
4	-	-	-	-

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Fisher'S Least Significant Difference (LSD)				
	1	2	3	4
1	-	5.50*	6.00*	11.00*
2	-	-	0.50	5.50*
3	-	-	-	5.00*
4	-	-	-	-

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Treatment มี 1=พันธุ์ข้าวโพดA, 2=พันธุ์ข้าวโพดB, 3=พันธุ์ข้าวโพดC, 4=พันธุ์ข้าวโพดD

รูปที่ 40 แสดงหน้าต่างผลลัพธ์ ของการเปรียบเทียบเชิงซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กิตติ ภัคดีวัฒนกุล – จำลอง ครูอุตสาหกรรม. Visual Basic. พิมพ์ครั้งที่ 9 หจก.ไทยเจริญการพิมพ์
กรุงเทพฯ, 2543
- ธนพล ชันจรัสวิชัย. Visual Basic. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท วิดีโต้ กรุ๊ป จำกัด กรุงเทพฯ, 2544
- ธาริน สิทธิธรรมชารี Microsoft Visual Basic Version 6.0 . พิมพ์ครั้งที่ 6 บริษัท ชัคเซส มีเดีย
จำกัด กรุงเทพฯ, 2545
- วรารัตน์ เรื่องรัตนเมธี. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวางแผนการตลาด. ภาควิชา
สถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ, 2546
- สุจิตรา สุขคนธมดี. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ. ภาควิชา
สถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ
- สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์. การวางแผนการตลาด. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 2542
- สุรพล อุปดิษฐกุล. สถิติ การวางแผนการตลาด เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 3 สหมิตรออฟเซต
กรุงเทพฯ, 2536
- หัตทยา เขียววัฒน์. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิเคราะห์ความแปรปรวน. ภาควิชา
สถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ, 2538
- อุมาพร จันทศร. สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ, 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ทำ

ชื่อ - นามสกุล	ชลธิชา โกศลชวาล
วัน เดือน ปีเกิด	12 พฤษภาคม 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนสตรีรัตนบุรี
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนสตรีรัตนบุรี

ชื่อ - นามสกุล	ธีรัช บริบาลประสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	19 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	ขอนแก่น
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน

ชื่อ - นามสกุล	วรางคณา วิภูรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	10 พฤษภาคม 2525
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนสายปัญญา
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนสายปัญญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้