



“...หนังสือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาทั้งกายทั้งอาชีพ
ทั้งความรู้วิชาการ ทั้งการค้นคว้าและไต่เต้าในคามพอใจในทาง
จิตใจของมนุษย์ขั้นสูงสุด จนกระทั่งถ้าคนใดเคยมีความรู้ใน
ด้านจิตวิทยาหรือในด้านปรัชญาจนกระทั่งอาจอย่างที่จะเรียบเรียง
ธรรมะหรือศาสนา จนกระทั่งเป็นคนที่สามารถไปสู่ความสุกที่แท้
จริง คือ ความพอใจในจิตใจ เป็นผู้รอบรู้แท้ ๆ ก็ย่อมต้องอาศัย
หนังสือ

เพราะหนังสือเป็นการสะสมความรู้และทุกสิ่งทุกอย่างที่
มนุษย์ได้สร้างมาทำมาคิดมาแต่โบราณกาลจนทุกวันนี้ หนังสือจึง
เป็นสิ่งที่สำคัญ เป็นคล้าย ๆ ธนาคารความรู้และเป็นออมสิน
เป็นสิ่งที่จะทำให้มนุษย์ก้าวหน้าได้โดยแท้...”

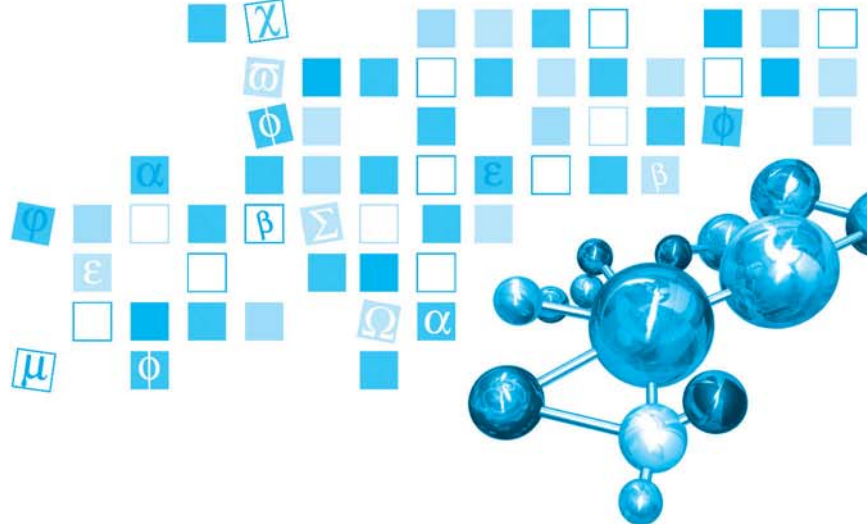
พระบรมราโชวาท

พระราชทานแก่คณะสมาชิกห้องสมุดทั่วประเทศ

ในโอกาสที่เข้าเฝ้าฯ ถวายพระพร

ณ ศาลาสหทัยสมาคม ในพระบรมมหาราชวัง

วันพฤหัสบดี ที่ ๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๐๔



สถิติเพื่อการวิจัย ทางวิทยาศาสตร์



สถิติเพื่อการวิจัยทาง วิทยาศาสตร์

ภัทรสินี ภัทรโกศล



สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2550

ภัทรสินี ภัทรโกศล

สถิติเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ / ภัทรสินี ภัทรโกศล

1. สถิติ. 2. วิทยาศาสตร์ -- วิจัย.

519.5

ISBN xxx-xx-xxxx-x

สพจ. 1075



สรรคุณคำวิชาการ ผู้สังคม

<http://www.ChulaPress.com>

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2550

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้นต้องได้รับ
อนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จัดจำหน่ายโดยศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ศาลาพระเกษีย โโทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441

สยามสแควร์ โโทร. 0-2218-9869 โทรสาร 0-2254-9495

ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก โโทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165

ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โโทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135

ม.บูรพา จ.ชลบุรี โโทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239

CALL CENTER โโทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อทีมขายส่ง สยามสแควร์ ชั้น 14

โโทร. 0-2218-9889-90 โทรสาร 0-2254-9495

กองบรรณาธิการ : กนิษฐา กิตติคุณ

พิสูจน์อักษร : บุญชัย ศีลตระกูล

ออกแบบปกและอาร์ตเวิร์ก : ชวินทร์ นามมุงคุณ

พิมพ์ที่บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

กิตติกรรมประกาศ

หนังสือ “สถิติเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์” เล่มนี้ จะไม่สามารถสำเร็จได้โดยหากผู้เขียนไม่ได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพัตตา ปวนะฤทธิ์ ซึ่งท่านนับได้ว่าเป็นอาจารย์ผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านสถิติเป็นอย่างดีมานับสิบปี ท่านอาจารย์ไม่เพียงแต่ประสิทธิ์ประสาทวิชาที่ใช้เขียนหนังสือเล่มนี้เท่านั้น หากแต่ท่านยังเป็นผู้สนับสนุนและผลักดันให้ผู้เขียนแต่งหนังสือเล่มนี้ให้เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมที่ได้เห็นกันในขณะนี้ ด้วยความเมตตาและพระคุณของอาจารย์ท่านนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้อ่านสมดังความตั้งใจของผู้เขียนและอาจารย์ผู้ผลักดันให้หนังสือเล่มนี้เป็นจริง

นอกจากนี้แล้ว ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และพี่สาว ที่เป็นกำลังใจในการทำงานมาตลอดระยะเวลาหลังสำเร็จการศึกษา

และที่สุดแล้วผู้เขียนขอแบ่งความดีความชอบให้แก่ลูกศิษย์ที่น่ารักหลาย ๆ คน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายรัชนิกร ชลไชยะ ที่ช่วยอ่านคู่มือตรวจสอบว่ามีที่ผิดมากน้อยแค่ไหนหลายรอบ ทำให้หนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่องในการพิมพ์น้อยที่สุด

คำนำ

การทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้วิธีการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือ แต่เป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งที่นักศึกษา และนิสิตในสายวิทยาศาสตร์น้อยคนนักที่จะเล็งเห็นความสำคัญของการดำเนินการทางสถิติอย่างเหมาะสมและถูกวิธีก่อนการทดลองจริง ทำให้ผลที่ได้ออกมานั้น ไม่สามารถหาวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถตอบคำถามที่ต้องการได้

วัตถุประสงค์ของหนังสือเล่มนี้ คือ การแนะนำวิธีการทางสถิติที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยสายวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะสายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ทั้งนี้การอธิบายเนื้อหาจะเริ่มต้นตั้งแต่การทำความเข้าใจต่อระเบียบวิธีการทางสถิติที่ถูกต้องเพื่อการวางแผนการทดลอง การเก็บตัวอย่าง การออกแบบการทดลองต่างๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบการทดลองนั้นจะมีวัตถุประสงค์ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการแตกต่างกัน ภายใต้อาณาเขตล้อมในการทดลองที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเลือกกำหนดวิธีการออกแบบที่เหมาะสมต่อปัญหาที่ต้องการตอบของตนเองได้อย่างถูกต้อง

แม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของหนังสือเล่มนี้ คือ การมุ่งเน้นให้นักวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในการเลือกใช้สถิติอย่างถูกวิธีก็ตาม แต่อย่างไรก็ดี วิธีการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวในหนังสือเล่มนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายสาขาวิชาในสายวิศวกรรมศาสตร์ หรือแม้แต่สายสังคมศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน หากรูปแบบของปัญหาที่ต้องการตอบนั้นสอดคล้องกับรูปแบบวิธีการทางสถิติที่ได้กล่าวในหนังสือเล่มนี้

ภทรลณี ภทรโกศล

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ

คำนำ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นทางระเบียบวิธีการทางสถิติ

บทนำ	1
ความหมายของสถิติ	2
ขั้นตอนทางสถิติ	4
การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	4
รูปแบบการทดลองทางสถิติ	6
เหตุผลในการศึกษาวิธีการทางสถิติ	7
วิธีการเลือกตัวอย่าง	7
การวัดค่าข้อมูล	12
การให้คะแนน ให้ตัวเลขสำหรับประเภทข้อมูลเชิงคุณภาพ	16
หลักเกณฑ์พื้นฐานในการสร้างแบบสอบถาม	19
การแบ่งและจัดกลุ่มข้อมูล	20
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่วัดได้	24
ลักษณะการทดลอง	26
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา	26
การใช้โปรแกรม SPSS	37
บทสรุป	45
แบบฝึกหัดท้ายบท	46

บทที่ 2 หลักการสถิติพื้นฐานเพื่อการทดลอง

บทนำ	51
รูปแบบการกระจายของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	52
การวัดการกระจาย	53
การประมาณค่าและช่วงความเชื่อมั่น	56
การหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร	58
การหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการประมาณสัดส่วนของประชากร	61
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการตั้งสมมติฐาน	62

การแปลงข้อมูล	73
การใช้ SPSS เพื่อการปรับค่าสังเกตให้มีการแจกแจงปกติ	73
บทสรุป	77
แบบฝึกหัดท้ายบท	78
บทที่ 3 การทดลองแบบจำแนกทางเดียว	
บทนำ	81
รูปแบบการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	82
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	83
การคำนวณค่าเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	85
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและการเปรียบเทียบพหุนาม	99
การทดสอบโดยใช้สมการเปรียบเทียบต่างเชิงเส้น	104
การใช้ SPSS เพื่อการเปรียบเทียบพหุนาม	110
บทสรุป	113
แบบฝึกหัดท้ายบท	114
บทที่ 4 การทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	
บทนำ	119
รูปแบบการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	120
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	122
การคำนวณค่าเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	131
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและการเปรียบเทียบพหุนาม	
ด้วยวิธีของดิวกี	160
การประมาณค่าสังเกตที่ขาดหายด้วยวิธีการของเยตส์ (Yate's method)	161
การทดสอบประสิทธิภาพการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มเปรียบเทียบกับ	
การทดลองแบบจำแนกทางเดียว	171
บทสรุป	172
แบบฝึกหัดท้ายบท	173
บทที่ 5 การทดลองแบบลาตินสแควร์และเกรโกลาตินสแควร์	
บทนำ	177
รูปแบบการทดลองแบบลาตินสแควร์	178

การจัดรูปแบบการทดลองขนาด $p \times p$ ลาตินสแควร์	181
คุณสมบัติบางประการของการทดลองแบบลาตินสแควร์	182
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองลาตินสแควร์	185
การคำนวณค่าเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์	190
การประมาณค่าสังเกตที่ขาดหาย	213
การทดสอบประสิทธิภาพการทดลองแบบลาตินสแควร์เปรียบเทียบกับ การทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	214
รูปแบบการทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์	216
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์	218
การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์	221
บทสรุป	227
แบบฝึกหัดท้ายบท	228
บทที่ 6 การทดลองแบบแฟกทอเรียล	
บทนำ	231
รูปแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล	232
หลักการของการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล	233
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	236
การคำนวณค่าเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแฟกทอเรียล	247
แบบฝึกหัดท้ายบท	276
บทที่ 7 สมการถดถอยและสหสัมพันธ์	
บทนำ	279
ความหมายของสมการถดถอยและสหสัมพันธ์	280
หลักการของการพิจารณาสมการถดถอยเชิงเส้น	283
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	285
การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อหาสมการถดถอย	286
โมเดลถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	287
โมเดลถดถอยพหุนาม	302
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุนามจากสมการถดถอยพหุนามเชิงเส้น	310
การทดสอบความเป็นอิสระต่อกัน	311
แบบฝึกหัดท้ายบท	325

บทที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม	
บทนำ	329
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	330
การวัดความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตที่ปรับแล้วกับทรีตเมนต์	339
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์	348
แบบฝึกหัดท้ายบท	358
บทที่ 9 นอนพารามेटริก	
บทนำ	361
การจัดลำดับ (Ranks)	363
การทดสอบเครื่องหมาย –Sign test	365
การทดสอบด้วย Wilcoxon signed-ranks สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม ที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน	375
การทดสอบด้วย Wilcoxon rank-sum	379
การทดสอบ Kruskal-Wallis	384
วิธีการลำดับสหสัมพันธ์ (Rank correlation)	387
การใช้โปรแกรม SPSS เพื่อการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบนอนพารามेटริก	391
บทสรุป	399
แบบฝึกหัดท้ายบท	400
บทที่ 10 การประกันคุณภาพ	
บทนำ	403
ผังควบคุมคุณภาพ	404
บทสรุป	415
แบบฝึกหัดท้ายบท	416
แบบฝึกหัดทบทวน	419
ดัชนี	429
บรรณานุกรม	435



สารบัญรูป

บทที่ 1

รูปที่ 1.1	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	5
รูปที่ 1.2	ขั้นตอนทางสถิติที่สามารถนำมาใช้กำหนดวัดค่าข้อมูล	13
รูปที่ 1.3	ภาพฮิสโทแกรมแสดงความถี่ของจำนวนชั่วโมงในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์	23
รูปที่ 1.4	ส่วนกำหนดชื่อตัวแปรเพื่อการเก็บข้อมูล	37
รูปที่ 1.5	กำหนดชื่อตัวแปรเพื่อการเก็บข้อมูล	38
รูปที่ 1.6	รูปแบบข้อมูลเพื่อการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน	38
รูปที่ 1.7	รูปแบบการเลือกเมนูเพื่อการคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน	38
รูปที่ 1.8	ขั้นตอนการเลือกตัวแปรเพื่อคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน	39
รูปที่ 1.9	ผลการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากโปรแกรม SPSS	39
รูปที่ 1.10	การกำหนดตัวแปรเพื่อใส่ข้อมูลตารางการถ่วง	40
รูปที่ 1.11	การเปลี่ยนชนิดของตัวแปรข้อมูล	41
รูปที่ 1.12	ผลการเปลี่ยนชนิดของตัวแปรข้อมูลจาก Numeric เป็นชนิด String	41
รูปที่ 1.13	รูปแบบการใส่ข้อมูลเพื่อสร้างตารางการถ่วง	42
รูปที่ 1.14	การเลือกคำสั่งเพื่อสร้างตารางการถ่วง	42
รูปที่ 1.15	การกำหนดตัวแปรเพื่อสร้างตารางการถ่วง และวาดกราฟ Bar chart	42
รูปที่ 1.16	ผลที่ได้จากการทำงานของ SPSS	43
รูปที่ 1.17	การเลือกเมนู Graphs เพื่อการวาดกราฟ	44
รูปที่ 1.18	การกำหนดตัวแปรเพื่อการวาดกราฟฮิสโทแกรม	44
รูปที่ 1.19	กราฟฮิสโทแกรม	44

บทที่ 2

รูปที่ 2.1	รูปแบบการกระจาย	52
รูปที่ 2.2	การแจกแจงปกติพร้อมแสดงบริเวณวิกฤติ	58
รูปที่ 2.3	กลุ่มประชากร 3 กลุ่มที่ใช้ในการพิจารณางบพัฒนาชุมชน	68
รูปที่ 2.4	ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่มีความเบ้	73
รูปที่ 2.5	ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่แปลงด้วยสูตร $y' = \sqrt{y}$	75
รูปที่ 2.6	ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่มีความเบ้ขวา	75
รูปที่ 2.7	ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่แปลงด้วยสูตร $y' = \ln(y)$	76
รูปที่ 2.8	การกระจายของข้อมูลที่มีความเบ้	76
รูปที่ 2.9	ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่แปลงด้วยสูตร $\frac{1}{y}$	76

บทที่ 3

รูปที่ 3.1	วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	82
รูปที่ 3.2	บริเวณวิกฤติของการทดสอบสมมติฐาน	89
รูปที่ 3.3	การกำหนดตัวแปรเพื่อการใส่ข้อมูลในโปรแกรม SPSS	90
รูปที่ 3.4	วิธีการใส่ข้อมูลในโปรแกรม SPSS	90
รูปที่ 3.5	การกำหนดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวในโปรแกรม SPSS	91
รูปที่ 3.6	การกำหนดบทบาทของตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวน	91
รูปที่ 3.7	การกำหนดการทดสอบ Homogeneity of variance	92
รูปที่ 3.8	ผลการทดสอบ Homogeneity of variance และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (กรณีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากันทุกกลุ่ม)	92
รูปที่ 3.9	รูปแบบการใส่ข้อมูลกรณีที่มีจำนวนค่าสังเกตในแต่ละกลุ่มทดลองไม่เท่ากัน	95
รูปที่ 3.10	ผลการทดสอบ Homogeneity of variance และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (กรณีขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันในแต่ละกลุ่ม)	96
รูปที่ 3.11	การกำหนดวิธีการเปรียบเทียบพหุนาม ภายหลังการกดปุ่ม Post Hoc	111
รูปที่ 3.12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตยางพารา	112
รูปที่ 3.14	ผลการเปรียบเทียบพหุนามของผลผลิตยางพารา	113

บทที่ 4

รูปที่ 4.1	ลักษณะของข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบบล็อกเชิงสุ่ม	138
รูปที่ 4.2	การเลือกเมนูเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบบล็อกเชิงสุ่ม	139
รูปที่ 4.3	การกำหนดตัวแปรในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบบล็อกเชิงสุ่ม	139
รูปที่ 4.4	ไดอะล็อกบ็อกซ์เพื่อการกำหนดโมเดลค่าสังเกตที่ได้จากการทดลอง	140
รูปที่ 4.5	การกำหนดโมเดลค่าสังเกตของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่ม	140
รูปที่ 4.6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบบล็อกเชิงสุ่ม	140
รูปที่ 4.7	การใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ที่มี (กรณีค่าสังเกตมากกว่า 1 ค่า)	155
รูปที่ 4.8	การกำหนดตัวแปรและโมเดลค่าสังเกตจากการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (กรณีที่การทดลองไม่เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์และบล็อก)	156
รูปที่ 4.9	การกำหนดตัวแปรและโมเดลค่าสังเกตจากการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (กรณีที่การทดลองเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์และบล็อก)	156

รูปที่ 4.10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (กรณีที่มีการทดลองเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์และบล็อก)	157
รูปที่ 4.11	โดอ์บล็อกบ็อกซ์เพื่อกำหนดค่าสมมติแทนค่าที่ขาดหายไป	166
รูปที่ 4.12	โดอ์บล็อกบ็อกซ์เมื่อกำหนดค่าสมมติแทนค่าที่ขาดหายไป คือ -9	167
รูปที่ 4.13	รูปแบบการกำหนดตัวแปรเมื่อมีค่าขาดหายไปและแทนค่าด้วย -9	167
รูปที่ 4.14	รูปแบบการใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวน	168
รูปที่ 4.15	เมนูการกำหนดการคำนวณเพื่อการประมาณค่าที่ขาดหายไป	168
รูปที่ 4.16	โดอ์บล็อกบ็อกซ์เพื่อกำหนดวิธีการคำนวณค่าที่ขาดหายไป	169
รูปที่ 4.17	ผลที่ได้จากการคำนวณค่าที่ขาดหายไป	170

บทที่ 5

รูปที่ 5.1	รูปแบบลาตินสแควร์ทั่วไปเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐานลาตินสแควร์	183
รูปที่ 5.2	รูปแบบลาตินสแควร์ก่อนและหลังทำคอนจูเกต	183
รูปที่ 5.3	เซตสมมูลของลาตินสแควร์	184
รูปที่ 5.4	ออร์ทอกอนอลลาตินสแควร์ขนาด 4×4	184
รูปที่ 5.5	เซตสมบูรณ์ของลาตินสแควร์ขนาด 4×4	185
รูปที่ 5.6	ลักษณะของการเก็บข้อมูลของการทดลองแบบลาตินสแควร์กรณี 1 ค่าสังเกต ในหน่วยทดลอง	197
รูปที่ 5.7	การกำหนดการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบลาตินสแควร์	198
รูปที่ 5.8	การกำหนดตัวแปรและโมเดลค่าสังเกตเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของการทดลองแบบลาตินสแควร์	198
รูปที่ 5.9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์	199

บทที่ 6

รูปที่ 6.1	การกำหนดตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	268
รูปที่ 6.2	การใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	268
รูปที่ 6.3	การกำหนดการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	269
รูปที่ 6.4	การกำหนดตัวแปรในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	269
รูปที่ 6.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล	270

บทที่ 7

รูปที่ 7.1	การกระจายของจำนวนเม็ดเลือดขาวต่อจำนวนครั้งในการฉีดยา	284
รูปที่ 7.2	กราฟการกระจายของจำนวนเม็ดเลือดขาวที่เกิดขึ้นจากการฉีดยา (ค่าจริง) และจำนวนเม็ดเลือดขาวที่ได้จากสมการถดถอย (ค่าประมาณ)	285
รูปที่ 7.3	ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเมื่อประมาณค่าด้วยเส้นถดถอย	289
รูปที่ 7.4	ความสัมพันธ์ระหว่างสมการถดถอยกับค่าสังเกตจริงและค่าเฉลี่ยค่าสังเกต	291
รูปที่ 7.5	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร y และตัวแปร x เมื่อพิจารณาตามค่า r	296
รูปที่ 7.6	การกำหนดตัวแปรข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	298
รูปที่ 7.7	รูปแบบข้อมูลของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	298
รูปที่ 7.8	เมนูเพื่อการวาดกราฟการกระจาย Scattered plot	298
รูปที่ 7.9	การกำหนดประเภทกราฟ Scattered plot	299
รูปที่ 7.10	การกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตามของกราฟ Scattered plot	299
รูปที่ 7.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร FileSize และตัวแปร TimeExp	300
รูปที่ 7.12	การเลือกเมนูเพื่อหาค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน	300
รูปที่ 7.13	การกำหนดตัวแปรเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน	301
รูปที่ 7.14	ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน	302
รูปที่ 7.15	การกำหนดตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ถดถอยพหุนาม	314
รูปที่ 7.16	การใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ถดถอยพหุนาม	314
รูปที่ 7.17	ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร PersonalCar กับตัวแปร Accident	315
รูปที่ 7.18	ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ	315
รูปที่ 7.19	วิธีการคำนวณเพื่อหาสมการถดถอยด้วย SPSS	316
รูปที่ 7.20	ผลการคำนวณด้วยวิธีการ Enter	317
รูปที่ 7.21	การกำหนดวิธีการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน	322
รูปที่ 7.22	การกำหนดตัวแปรเพื่อคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน เมื่อกำหนดให้ตัวแปร Motorcycle เป็นตัวแปรข้อมูลที่คงที่	322
รูปที่ 7.23	ผลการคำนวณเพื่อหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน	323

บทที่ 8

รูปที่ 8.1	Homogeneity of regression และ Heterogeneity of regression	331
รูปที่ 8.2	การกำหนดตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม	341

รูปที่ 8.3	รูปแบบการใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (การทดลองแบบจำแนกทางเดียว)	342
รูปที่ 8.4	การกำหนดบทบาทของตัวแปรเพื่อการวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ (การทดลองแบบจำแนกทางเดียว)	343
รูปที่ 8.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในตัวแปร Before และ After จัดกลุ่มข้อมูลด้วยตัวแปร Program – ไม่มีเส้นตกย	344
รูปที่ 8.6	กราฟในโหมดการแก้ไข	344
รูปที่ 8.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Before และ After จัดกลุ่มข้อมูลด้วยตัวแปร Program – มีเส้นตกย	345
รูปที่ 8.8	การเลือกเมนูเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับการทดลองแบบ จำแนกทางเดียว	346
รูปที่ 8.9	การกำหนดบทบาทของตัวแปรต่าง ๆ และโมเดลค่าสังเกตในการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม สำหรับการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	346
รูปที่ 8.10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	347

บทที่ 9

รูปที่ 9.1	รูปแบบของข้อมูลรวมที่เกิดจากประชากรที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน	379
รูปที่ 9.2	รูปแบบของข้อมูลรวมที่เกิดจากประชากรที่มีลักษณะที่เดียวกัน	380
รูปที่ 9.3	การจัดตั้งตัวแปรเพื่อเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	391
รูปที่ 9.4	การนำข้อมูลเข้าเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	392
รูปที่ 9.5	เมนูเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	392
รูปที่ 9.6	การกำหนดบทบาทของตัวแปรและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	393
รูปที่ 9.7	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	394
รูปที่ 9.8	การใส่ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มที่ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	396

รูปที่ 9.9	เมนูเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	397
รูปที่ 9.10	การกำหนดตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	397
รูปที่ 9.11	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนอนพาราเมตริก (กลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน)	398

บทที่ 10

รูปที่ 10.1	สภาวะการผลิตที่ไม่มีข้อบกพร่อง	404
รูปที่ 10.2	ผังการผลิตที่แสดงความผิดปกติในขั้นตอนการผลิต	405
รูปที่ 10.3	การกำหนดตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพ	411
รูปที่ 10.4	การนำข้อมูลเข้าเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพ	411
รูปที่ 10.5	เมนูเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพ	412
รูปที่ 10.6	การกำหนดรูปแบบผังเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพ	412
รูปที่ 10.7	การกำหนดบทบาทของตัวแปรเพื่อการวาดผังคุณภาพ	413
รูปที่ 10.8	ผังคุณภาพประเภท $\bar{X}$ - chart และ R - chart	414



สารบัญตาราง

บทที่ 1

ตารางที่ 1.1	ตารางการแจกแจงความถี่ของการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในหนึ่งสัปดาห์	22
ตารางที่ 1.2	ตารางความถี่สัมพัทธ์	22
ตารางที่ 1.3	ตารางการแจกแจงความถี่ของความพึงพอใจในการใช้ยาเสพติด	23
ตารางที่ 1.4	ตารางการถ่วงน้ำหนักของความพึงพอใจในการใช้ยาเสพติดเทียบกับช่วงอายุ	24
ตารางที่ 1.5	ผลการสำรวจน้ำหนักในอ่าวไทย	33
ตารางที่ 1.6	การแจกแจงความถี่ของคะแนนสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	34

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1	ค่าสังเกตจากการทดลองสูตรอาหาร	63
ตารางที่ 2.2	ค่าสังเกตจากการทดลองสูตรอาหารครั้งที่สอง	64
ตารางที่ 2.3	ตารางคอนฟิวชัน (Confusion-Matrix) แสดงค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์	65
ตารางที่ 2.4	วิธีการแปลงข้อมูลเพื่อให้เป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติ	74

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1	น้ำหนักที่ลดลงหลังจากการทดลองให้สารอาหารต่าง ๆ ตามสูตร	83
ตารางที่ 3.2	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	86
ตารางที่ 3.3	ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบจำแนกทางเดียว	87
ตารางที่ 3.4	จำนวนไฟฟ้าที่เสียจากการใช้เครื่องจักร 3 ชนิด	89

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1	ค่าสังเกตแสดงความสูงของต้นไม้ทั้ง 3 พันธุ์	122
ตารางที่ 4.2	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (ค่าสังเกต 1 ค่า : ทรีตเมนต์ : บล็อก)	132
ตารางที่ 4.3	ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (กรณี 1 ค่าสังเกต)	135
ตารางที่ 4.4	ข้อมูลแสดงความสูงของต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลา 6 เดือน	137
ตารางที่ 4.5	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (ค่าสังเกต r ค่า : ทรีตเมนต์ : บล็อก)	143
ตารางที่ 4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (กรณี r ค่าสังเกต : หน่วยการทดลอง)	144
ตารางที่ 4.7	ข้อมูลความสูงของพืชเมื่อมีข้อมูลในหน่วยทดลองมากกว่า 1 ค่า	153
ตารางที่ 4.8	ข้อมูลความสูงของพืชที่เพาะเลี้ยงในระยะเวลา 6 เดือน	166

บทที่ 5

ตารางที่ 5.1	การทดลองแบบลาตินสแควร์เพื่อทดสอบความคงทนของล้อยาง 3 ประเภท	180
--------------	--	-----

ตารางที่ 5.2	การสลับรูปแบบมาตรฐาน 4 รูปแบบ	182
ตารางที่ 5.3	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต 1 ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวน)	192
ตารางที่ 5.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต 1 ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวน)	193
ตารางที่ 5.5	ข้อมูลความลึกของล้อยางภายใต้การทดลอง	196
ตารางที่ 5.6	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต r ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวน)	203
ตารางที่ 5.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต r ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวน)	205
ตารางที่ 5.8	ข้อมูลจำนวนทางเกว่งที่เหยียบสำเร็จในแต่ละช่วงการเหยียบ	207
ตารางที่ 5.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบประสิทธิภาพของด้าย	208
ตารางที่ 5.10	ค่า F เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบประสิทธิภาพของด้าย	208
ตารางที่ 5.11	การทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์ (การทดสอบความคงทนของล้อยาง 4 ประเภท ด้วยความเร็ว 4 ระดับ)	217
ตารางที่ 5.12	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต r ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวนทั้ง 2 แหล่ง)	222
ตารางที่ 5.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบเกรโกลาตินสแควร์ (ค่าสังเกต r ค่า : กรัสมนต์ : แหล่งความแปรปรวนทั้ง 2 แหล่ง)	225

บทที่ 6

ตารางที่ 6.1	กรัสมนต์ที่เกิดจากการทดลองปัจจัยในระดับต่าง ๆ ร่วมกัน	233
ตารางที่ 6.2	ค่าสังเกตแสดงระดับความถี่เสียงของลิงที่วัดได้	235
ตารางที่ 6.3	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2 มิติ	248
ตารางที่ 6.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล (กรณี r ค่าสังเกต : หน่วยทดลอง)	249
ตารางที่ 6.5	ค่าสังเกตจากการทดลองแบบแฟกทอเรียล 3 มิติ	258
ตารางที่ 6.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟกทอเรียล : กรณี r ค่าสังเกต	259
ตารางที่ 6.7	รูปแบบข้อมูลน้ำหนักเด็กแรกเกิดที่วัดได้จากโรงพยาบาล	267

บทที่ 7

ตารางที่ 7.1	จำนวนเม็ดเลือดขาวที่วัดได้ในกลุ่มอาสาสมัคร	283
ตารางที่ 7.2	การวิเคราะห์ถดถอยของค่าสังเกตที่เป็นตัวแปรตามจำนวน n ค่าสังเกต	292
ตารางที่ 7.3	ข้อมูลความหน่วงที่วัดได้เมื่อมีการส่งเพิ่มข้อมูลขนาดต่าง ๆ	297
ตารางที่ 7.4	ค่าสังเกตของการทดลองเพื่อการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุนาม	303