เอกสารประกอบการสอน
รายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์

นภา จันทร์ตรี

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
2559

เอกสารประกอบการสอน
รายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์

นภา จันทร์ตรี
ศศ.ม. (การพัฒนาสังคม)
รป.ม. (การบริหารงานทั่วไป)

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
2559

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ รหัสวิชา 2064227 เล่มนี้ เขียนเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ รหัสวิชา 2064227 ดังกล่าวมาเป็นเวลาหลายปี ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ การนำเสนอข้อมูลการแจกแจงความถี่ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจายของข้อมูล สมมติฐาน การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปและไคสแควร์

ผู้สอนขอขอบคุณเจ้าของเอกสารตำราทุกท่าน ที่ผู้สอนได้ใช้ศึกษาค้นคว้าและอ้างอิงในการเขียนครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่สนับสนุนส่งเสริมให้คณาจารย์ทำผลงานทางวิชาการ ผู้สอนหวังว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอน และผู้สนใจที่จะศึกษาไม่มากก็น้อย

นภา จันทร์ตรี
มีนาคม 2559

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

แผนบริหารการสอนประจำวิชา

รหัสวิชา 2064227

รายวิชา สถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ 3 (3-0-6) หน่วยกิต

Statistics for Social Science Research

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับแนวความคิด วิธีการทางสถิติ สถิติภาคพรรณนา สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น กระบวนการ และเทคนิคการใช้สถิติในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย และวิธีการทางสถิติ
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถจำแนกประเภท ระดับตัวแปร และเลือกสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้
3. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณา
4. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติอนุมาน
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถแปลผลข้อมูลได้
6. เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้

เนื้อหา

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ 3 ชั่วโมง

1.1 ความหมายของสถิติ

1.2 ประเภทของสถิติ

1.3 ประโยชน์ของสถิติ

1.4 ประชากรและตัวอย่าง

1.5 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาสถิติ

1.6 ระดับการวัดของข้อมูล

1.7 การใช้สถิติของตัวแปรในแต่ละมาตรวัด

1.8 สรุป

บทที่ 2 การนำเสนอข้อมูล 3 ชั่วโมง

2.1 การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน

2.2 การนำเสนอข้อมูลอย่างมีแบบแผน

2.3 สรุป

บทที่ 3 การแจกแจงความถี่ 3 ชั่วโมง

3.1 ความหมายของการแจกแจงความถี่

3.2 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลประเภทเป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ

3.3 การแจกแจงความถี่ของคะแนนที่มีค่าต่อเนื่อง
3.4 พิสัย
3.5 อันตรภาคชั้น
3.6 การแจกแจงความถี่ด้วยกราฟแท่งและฮิสโทแกรม
3.7 การแจกแจงความถี่ด้วยเส้นโค้งแห่งความถี่
3.8 สถิติที่ใช้อธิบายคุณลักษณะหรือรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษา
3.8 สรุป

บทที่ 4 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง 6 ชั่วโมง
4.1 มัธยฐาน
4.2 ฐานนิยม
4.3 ค่าเฉลี่ย
4.4 สรุป

บทที่ 5 การวัดการกระจายตัวของข้อมูล 6 ชั่วโมง
5.1 พิสัย
5.2 ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์
5.3 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย
5.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5.5 สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
5.6 สรุป

บทที่ 6 สมมติฐานการวิจัย 6 ชั่วโมง
6.1 สมมติฐานทางการวิจัย
6.2 สมมติฐานทางสถิติ
6.3 แหล่งที่มาของสมมติฐาน
6.4 ลักษณะของสมมติฐานที่ดี
6.5 ข้อแนะนำในการตั้งสมมติฐาน
6.6 ประโยชน์ของสมมติฐาน
6.7 สรุป

บทที่ 7 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 6 ชั่วโมง
7.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว
7.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มประชากร
7.3 สรุป

บทที่ 8 การดทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป 6 ชั่วโมง
8.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
8.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
8.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าเฉลี่ย
8.4 สรุป

บทที่ 9 การดทดสอบไค-สแควร์ 6 ชั่วโมง

9.1 การแจกแจงไคสแควร์

9.2 การทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคสแควร์

9.3 ฐานคติในการทดสอบนัยสำคัญด้วยไคสแควร์

9.4 เครื่องมือวัดที่มีฐานจากไคสแควร์

9.5 การนำเสนอตารางไขว้ และการทดสอบด้วยไคสแควร์

9.6 การทดสอบภาวะสารูปสนิทดีด้วยไคสแควร์

9.7 สรุป

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน
2. ผู้สอนจัดให้มีการอภิปราย ซักถาม ปัญหาต่างๆ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
3. ผู้สอนให้นักศึกษาดูตัวอย่างผลการวิจัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบการบรรยาย
4. ผู้สอนให้นักศึกษาร่วมกันทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนพร้อมเฉลย
5. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และช่วยกันเฉลยคำตอบในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เครื่องคอมพิวเตอร์

การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผล

1. คะแนนระหว่างภาคเรียน 70 คะแนน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความสนใจในการเรียน	10	คะแนน
1.2 ทำแบบฝึกหัดท้ายบท	10	คะแนน
1.3 สอบย่อย 4 ครั้ง	50	คะแนน

2. คะแนนสอบปลายภาคเรียน 30 คะแนน

การประเมินผล

ช่วงคะแนน	80 – 100	ได้ระดับ A
ช่วงคะแนน	75 – 79	ได้ระดับ B+
ช่วงคะแนน	70 – 74	ได้ระดับ B
ช่วงคะแนน	65 – 69	ได้ระดับ C+
ช่วงคะแนน	60 – 64	ได้ระดับ C
ช่วงคะแนน	55 – 59	ได้ระดับ D+

ช่วงคะแนน	50 – 54	ได้ระดับ D
ช่วงคะแนน	0 – 49	ได้ระดับ F

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

เนื้อหา

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ

1.1 ความหมายของสถิติ
1.2 ประเภทของสถิติ
1.3 ประโยชน์ของสถิติ
1.4 ประชากรและตัวอย่าง
1.5 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาสถิติ
1.6 ระดับการวัดของข้อมูล
1.7 การใช้สถิติของตัวแปรในแต่ละมาตรวัด
1.8 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 1 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ของการเรียนวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ได้
2. อธิบายความหมายของสถิติได้
3. อธิบายประเภทของสถิติได้
4. อธิบายความหมายของประชากรและตัวอย่างได้
5. อธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาสถิติได้
6. อธิบายระดับการวัดของข้อมูลและการใช้สถิติของตัวแปรในแต่ละมาตรวัดได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 1

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ

สถิติเป็นวิทยาการที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งในระดับบุคคล ระดับครอบครัว ระดับองค์กร และระดับประเทศ สแปตซ์และจอห์นสตันได้ระบุว่า คำว่า สถิตินี้ได้นำมาใช้ในวิชาการต่างๆ มากกว่า 200 ปีมาแล้ว ในราวคริสต์ศตวรรษที่ 18 ในระหว่างนั้นสถิติหมายถึงตัวเลขหรือข้อมูลที่จะให้ประโยชน์แกประเทศในด้านการปกครอง การเก็บภาษี การค้า และภาษีที่ดินทำนา ฯลฯ (อำนวย เลิศชยันตี, 2539 : 1) ในยุคปัจจุบัน มีภาวะแข่งขันสูงมากในธุรกิจการค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ ยิ่งทำให้สถิติมีบทบาท สำคัญมากยิ่งขึ้น เพราะกิจกรรมต่างๆ ต้องการตัดสินใจที่ถูกต้อง ถ้าขาดข้อมูลสถิติแล้วอาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นผู้ที่พรั่งพร้อมด้วยข้อมูลที่ทันสมัยย่อมได้เปรียบและมีโอกาสเพื่อผู้อื่นด้วย (มัลลิกา บุนนาค, 2542 : 1-3)

นอกจากนี้ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งการวางแผน การตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐบาล และภาคเอกชนจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวิจัย มาประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำ และลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด ซึ่งผลการวิจัยจะมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ จำนวนประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสถิติด้วย

1.1 ความหมายของสถิติ

คำว่า สถิติ (Statistics) มาจากภาษาเยอรมันว่า Statistik มีรากศัพท์มาจาก “State” หมายถึง ข้อมูล หรือ สารสนเทศ ซึ่งจะอำนวยประโยชน์ต่อการบริหารประเทศในด้านต่างๆ เช่น การทำสำมะโนครัว เพื่อทราบพลเมืองในประเทศทั้งหมด ต่อมาสถิติ หมายถึงตัวเลขที่แสดงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม เช่น จำนวนผู้ประสบอุบัติเหตุบนท้องถนน อัตราการเกิดของเด็กทารก ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี สถิติในความหมายนี้ เรียกว่าข้อมูลทางสถิติ (Statistical data) อีกความหมายหนึ่ง สถิติ หมายถึง ศาสตร์หรือหลักการ และระเบียบวิธีทางสถิติที่ว่าด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลเพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาช่วยประกอบการตัดสินใจ ซึ่งสถิติในความหมายนี้มักเรียกว่า สถิติศาสตร์ (Statistics)

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า สถิติมีความหมายได้ 2 นัยยะ คือ หมายถึงจำนวนตัวเลขต่างๆที่ได้จากการแจงนับ และอีกนัยยะหนึ่ง หมายถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย การรวบรวม การนำเสนอ การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผลนั่นเอง

1.2 ประเภทของสถิติ

สถิติที่ใช้กันอยู่ในทางวิจัย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2540 : 10-11) คือ

1.2.1 สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา

สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เป็นสถิติที่สามารถอธิบายได้เพียงคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ ผลที่ได้จากการศึกษาไม่สามารถนำไปอ้างอิงถึงกลุ่มประชากรได้ และไม่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มอื่น ๆ ได้ เช่น การศึกษาความสามารถทางการเรียนของบุตรตนเอง 5 คน ได้ผลอย่างไรก็แปลความหมายเพียงในหมู่บุตรตนเอง จะไปขยายความว่า ครอบครัวใดที่มีบุตร 5 คน แล้วจะมีความสามารถทางการเรียนเหมือนเหมือนบุตรตนเองมิได้

1.2.2 สถิติเชิงอ้างอิงหรือสถิติอนุมาน

สถิติเชิงอ้างอิงหรือสถิติอนุมาน (Inferential statistics) เป็นสถิติที่ศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหรือตัวแทนเท่านั้น แล้วนำผลสรุปที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง สรุปอ้างอิงไปยังลักษณะประชากรทั้งหมดหรือค่าสถิติที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสรุปไปยังค่าพารามิเตอร์ของประชากร เช่น ต้องการศึกษานิสัยของคนไทย แทนที่จะศึกษาคนไทยทั้งชาติ ก็เลือกมาศึกษาเพียงบางส่วนที่เห็นว่าเป็นตัวแทนที่ดี เมื่อศึกษาว่าคนไทยมีลักษณะนิสัยอย่างไรจากตัวแทน แล้วนำผลไปขยายอ้างอิงไปยังคนไทยทั้งชาติว่ามีลักษณะนิสัยโดยเฉลี่ยเป็นอย่างนั้น สถิติแบบนี้ความสำคัญ คือการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญยิ่งที่ใช้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร จะต้องเป็นตัวแทนจริงๆ มิฉะนั้นแล้วผลที่ได้มาจะไม่มีความหมายเลย

1.3 ประโยชน์ของสถิติ

ประโยชน์ของสถิติมิใช่เพียงแต่ใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจ และกำหนดนโยบายต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น เมื่อพิจารณาอีกด้านหนึ่งจะเห็นว่า สถิติเป็นเครื่องมือที่ทรงคุณประโยชน์อย่างยิ่งในการประเมินผลการดำเนินงานโครงการต่างๆ ที่จัดทำไปแล้วว่าได้ผลตามเป้าหมายที่วางไว้เพียงไร สมควรที่จะต้องปรับปรุงหรือแก้ไขโครงการนั้นๆ หรือไม่อย่างไรอีกด้วย เนื่องจากสถิติมีขอบข่ายกว้างขวาง ได้รับการนำไปใช้ประโยชน์แทบทุกแขนงวิชาการ ดังนั้น นักบริหาร นักวิชาการ หรือแม้แต่ประชาชนทั่วไป จึงควรมีความรู้ทางสถิติตามสมควร หรือตามความจำเป็น กล่าวคือ อย่างน้อยก็สามารถอ่านข้อมูลจากตาราง จากแผนภูมิ หรือจากแผนภาพต่างๆ ให้เข้าใจได้ถูกต้อง ประโยชน์ของสถิติ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ด้านการวางแผนเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ รัฐบาลสามารถนำข้อมูลสถิติมาใช้ในการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมได้ เช่น สถิติประชากร ข้อมูลการส่งออก-นำเข้า สถิติการว่างงาน สัดส่วนประชากรในแต่ละช่วงวัย GDP เป็นต้น

2. ด้านธุรกิจ ย่อมต้องมีการวางแผนการลงทุนทั้งระยะสั้น และระยะยาว รวมถึงการพยากรณ์แนวโน้มของธุรกิจในอนาคต ซึ่งมีความไม่แน่นอน จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางสถิติ เช่น อุปสงค์-อุปทาน จำนวนคู่แข่งขันทางธุรกิจ ยอดขาย ส่วนแบ่งตลาด เป็นต้น

3. ด้านการเกษตรกรรม การทำการเกษตรกรรมในยุคปัจจุบัน จำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดีจึงจะประสบความสำเร็จได้ ดังนั้น ข้อมูลสถิติที่สามารถนำมาประกอบการตัดสินใจได้ อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ราคาต้นทุนการผลิต ปริมาณผลผลิตต่อไร่ ปริมาณสินค้าเกษตรในท้องตลาด จำนวนพื้นที่ในการเพาะปลูกสินค้าเกษตรในแต่ละภูมิภาคเป็นต้น

4. ด้านอุตสาหกรรม ในสภาวการณ์ที่มีการแข่งขันสูง ข้อมูลทางสถิติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อภาคอุตสาหกรรม อาทิเช่น จำนวนแรงงาน ราคาวัตถุดิบ ความต้องการอุปโภค บริโภคสินค้าของประชาชน ปริมาณการส่งออก เป็นต้น

5. สถิติเป็นเครื่องมือสำคัญยิ่งสำหรับการวิจัย ทั้งนี้เพราะ

5.1 ข้อมูลที่รวบรวมมาจากการวิจัยมีตัวเลขจำนวนมาก การนำสถิติมาจัดตัวเลขเหล่านั้นให้เป็นระเบียบ จะทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงในเวลาอันรวดเร็ว

5.2 การทำงานวิจัยเป็นการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาข้อสงสัย ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ เมื่อนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติ ก็จะทำให้นักวิจัยมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ ประกอบการตัดสินใจ

1.4 ประชากรและตัวอย่าง

ในการศึกษาหรืองานวิจัยทั่วไปที่คิดค้นหาคำตอบของปัญหา ซึ่งกว่าจะได้คำตอบสิ่งแรกจะต้องรู้ก่อนว่าข้อมูลที่ต้องไปจัดเก็บนั้นได้มาจากที่ใด เช่น กรณีศึกษาที่ต้องการหาคำตอบของค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อวันของนักศึกษาภาคปกติในสถาบันแห่งหนึ่ง จะเห็นได้ว่าข้อมูลจะได้จากการไปสัมภาษณ์นักศึกษาในสถาบันแห่งนั้น ดังนั้นนักศึกษาคือหน่วยตัวอย่างสำหรับเก็บข้อมูล ถ้าสัมภาษณ์นักศึกษาทุกคนในสถาบันจะถือข้อมูลทั้งหมดที่ได้เป็นข้อมูลทั้งประชากร แต่ถ้าเก็บข้อมูลจากนักศึกษาเพียงบางคนจะถือได้ว่าข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากตัวอย่าง ดังนั้น จึงสรุปความหมายของประชากรและตัวอย่างดังนี้

1.4.1 ประชากร

ในทางสถิติ ประชากร (Population) หมายถึง หน่วยทุกหน่วยในเรื่องที่สนใจศึกษา อาจหมายถึงบุคคล องค์การ สัตว์ สิ่งของฯลฯ เช่น ต้องการทราบข้อมูลค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อวันของนักศึกษาในสถาบันแห่งหนึ่ง ประชากรคือนักศึกษาทุกคนในสถาบันแห่งนั้น หรือสนใจรายได้เฉลี่ยของธนาคารเพื่อการเกษตร ประชากรคือ ธนาคารเพื่อการเกษตรทุกแห่งในประเทศไทย ประชากรในการวิจัยสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท (สมศักดิ์ ศรีสันติสุข, 2536 : 133-134 อ้างถึงในพรทิพา นิโรจน์, 2549 : 109) คือ

1. ประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population) หมายถึงประชากรที่สามารถนับจำนวนได้ครบถ้วนทุกหน่วย เช่น จำนวนข้าราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จำนวนนักศึกษารัฐประศาสนศาสตร์ชั้นปีที่ 4 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เป็นต้น

2. ประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite population) หมายถึงประชากรที่มีจำนวนมากมาย ไม่สามารถนับจำนวนได้ครบถ้วน เช่น จำนวนเส้นผมบนศีรษะของคน จำนวนเมล็ดข้าวในกระสอบ เป็นต้น

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนย่อยหรือบางส่วนของประชากร เช่น ต้องการหาค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของนักศึกษาในสถาบันแห่งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาบางส่วนที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่าง หรือสนใจอายุการใช้งานของล้อรถยนต์ยี่ห้อ A กลุ่มตัวอย่างคือ ล้อรถยนต์ ยี่ห้อ A บางส่วนที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่าง

ในการเก็บข้อมูล ถ้ามีการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดในประชากรก็ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะสามารถแสดงให้เห็นคุณลักษณะทั้งหมดของประชากร แต่เป็นที่ทราบว่าประชากรมีขนาดใหญ่ ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลจะทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่ายมาก กว่าจะได้ผลสรุปของงานจะเกิดความล่าช้า ไม่ทันสมัย ดังนั้นในทางปฏิบัติเรามักจะเก็บข้อมูลเพียงบางส่วน (กลุ่มตัวอย่าง) จากประชากร ทำการศึกษาคุณลักษณะที่ต้องการในกลุ่มตัวอย่าง แล้วใช้ความรู้ทางสถิติเพื่อนำอ้างอิงไปถึงคุณลักษณะในประชากรได้

1.5 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาสถิติ

ในการเรียนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์นั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน จึงควรทำความเข้าใจศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในรายวิชานี้ ดังต่อไปนี้

1.5.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล (Sources of data) หมายถึง ที่มาของข้อมูล จำแนกแหล่งที่มาเป็น 2 แหล่ง คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง หรือประชากรโดยตรง เช่น การสัมภาษณ์ การวัดการข้อมูลจากการทดลอง ฯลฯ ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ การสำมะโน คือการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกๆหน่วยของประชากรหรือเรื่องที่เราต้องการศึกษา และการสำรวจจากข้อมูลตัวอย่าง เป็นการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เช่น การสำรวจความพึงพอใจในการทำงานของรัฐบาล การศึกษาพฤติกรรมของเด็กวัยรุ่นของไทย ฯลฯ เราเพียงสุ่มตัวอย่างให้มากพอในการศึกษา เท่านั้นไม่ได้ให้คนไทยทั้งประเทศเป็นคนตอบคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ นิยมใช้แบบสัมภาษณ์ การสอบถาม การทดลอง การสังเกตจากแหล่งข้อมูลโดยตรง โดยไม่มีผู้ใดรวบรวมไว้ก่อน ส่วนแหล่งที่มาอีกประเภท คือ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) หมายถึง ข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้เรียบร้อยแล้ว ตามแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น รายงานการส่งออก รายงานจำนวนนักศึกษารัฐประศาสนศาสตร์ ปี 2555-2558 รายงานอุบัติเหตุบนท้องถนนของปี 2558 เป็นต้น ผู้วิจัยเพียงแต่คัดลอกมาเท่านั้น แต่ต้องไม่ลืมที่จะอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลด้วย

1.5.2 ข้อมูล

ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริง (Fact) หรือรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) เป็นข้อมูลที่ใช้แทนขนาดหรือปริมาณ ซึ่งสามารถวัดค่าเป็นตัวเลขได้โดยตรง และตัวเลขนั้นแสดงปริมาณได้ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) คือ ค่าที่เป็นจำนวนเต็ม หรือจำนวนนับ เช่น จำนวนนักศึกษาในแต่ละหมู่เรียน จำนวนร้านค้าที่ขายสินค้าในแผนกอาหาร เป็นต้น

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณที่มีค่าต่อเนื่อง (Continuous data) คือ ค่าที่เป็นทศนิยมได้ หรือข้อมูลที่มีค่าตลอดช่วง เช่น อายุ รายได้ น้ำหนัก ส่วนสูง เป็นต้น

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้โดยตรง แต่แสดงในรูปคุณลักษณะหรือคุณสมบัติ เช่น เพศ สถานภาพการสมรส วุฒิการศึกษา ศาสนา ความคิดเห็นของประชาชนต่อโครงการถนนลานยางของ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าช้าง เป็นต้น

1.5.3 ประชากร

ประชากร (Population) หมายถึง กลุ่มที่มีลักษณะที่เราสนใจ หรือกลุ่มที่เราต้องการจะศึกษาทุกหน่วย เช่น ถ้าต้องการศึกษาเรื่องความคิดเห็นของนักศึกษารัฐประศาสนศาสตร์ต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประชากร คือ นักศึกษารัฐประศาสนศาสตร์ทุกคนในทุกชั้นปี เป็นต้น ประชากรจะเป็นคน สัตว์ หรือสิ่งของก็ได้ ประชากรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประชากรที่มีจำนวนจำกัด คือ ประชากรที่ผู้วิจัยสามารถทราบจำนวนที่แน่นอนได้ สามารถนับจำนวนได้ครบถ้วน เช่น จำนวนอาจารย์ในคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวนผู้เข้าอบรมโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในเขตอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เป็นต้น และประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด คือ ประชากรที่มีจำนวนมากจนไม่อาจนับได้ ผู้วิจัยไม่สามารถนับจำนวนที่แน่นอนของประชากรได้ เช่น จำนวนนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวชายหาดแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี หรือศึกษาความพึงพอใจประชาชนที่มาออกกำลังกายในสวนสาธารณะทุ่งนาเชย จังหวัดจันทบุรี ไม่สามารถนับจำนวนผู้มาออกกำลังกายที่แน่นอนในแต่ละวันได้

1.5.4 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนหนึ่งของกลุ่มประชากรที่เราสนใจ ในกรณีที่กลุ่มประชากรที่จะศึกษานั้นเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ เกินความสามารถหรือความจำเป็นที่ต้องการ หรือเพื่อประหยัดในด้านงบประมาณ กำลังคนและเวลา สามารถศึกษาข้อมูลเพียงบางส่วนของกลุ่มประชากรได้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างต้องมีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรด้วย จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบการวิจัย รวมถึงเทคนิคการสุ่มตัวอย่างด้วย

1.5.5 ค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์(Parameters) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงคุณลักษณะของประชากร หรือค่าที่คำนวณมาจากกลุ่มประชากร จะถือเป็นค่าคงตัว (Fixed or Constant) กล่าวคือ คำนวณกี่ครั้งๆ ก็จะไม่เปลี่ยนแปลง

1.5.6 ค่าสถิติ

ค่าสถิติ (Statistics) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง หรือค่าต่างๆที่คำนวณมาจากกลุ่มตัวอย่าง จะเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ตามกลุ่มตัวอย่างที่เลือกสุ่มมา จึงถือว่าเป็นค่าตัวแปรสุ่ม

1.5.7 ตัวแปร

ตัวแปร (Variable) ในทางสถิติ หมายถึง สิ่งที่สามารถแปรค่าได้ หรือลักษณะบางอย่างที่เราสนใจ ค่าของตัวแปร อาจอยู่ในรูปข้อความ หรือตัวเลขก็ได้

1.5.8 ค่าคงที่

ค่าคงที่ (Constant) หมายถึง สิ่งที่ไม่แปรค่า เช่นการเก็บข้อมูลของสตรีที่ตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ตัวแปรเพศจะเป็นค่าคงที่ เพราะมีเพียง 1 ค่าเท่านั้น

1.6 ระดับการวัดของข้อมูล

ในการวิจัย ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีความเข้าใจระดับการวัดของข้อมูล อันเนื่องมาจากมีผลต่อการเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ ซึ่งการวัดเป็นการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการศึกษาภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนการวัดแบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ

ระดับที่ 1 ระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) เป็นระดับที่ใช้แยกความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดออกเป็นกลุ่ม เป็นประเภท ไม่สามารถจัดลำดับได้ เช่น เพศ แบ่งออกเป็นกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง โดยให้เลข 1 แทน เพศชาย และเลข 2 แทนเพศหญิง, ศาสนา แบ่งออกเป็น พุทธ คริสต์ และอิสลาม, ภูมิลำเนา แบ่งออกเป็น จันทบุรี ระยอง ตราด และชลบุรี เป็นต้น ซึ่งตัวเลข 1,2,3 ที่ใช้แทนกลุ่มต่างๆ ถือเป็นตัวเลขในระดับนามบัญญัติ ไม่มีความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำมาบวก ลบ คูณ หาร หรือหาสัดส่วนได้

ระดับที่ 2 ระดับอันดับมาตรา (Ordinal scale) เป็นระดับที่ใช้สำหรับจัดอันดับที่หรือตำแหน่งของสิ่งของที่ต้องการวัด โดยที่ช่วงการวัดของแต่ละลำดับอาจมีช่วงการวัดที่ไม่เท่ากัน จึงไม่สามารถนำมาบวก ลบ คูณ หารได้ เช่น ดาสอบได้ที่ 1 แดงสอบได้ที่ 2 เขียวสอบได้ที่ 3 ซึ่งตัวเลข 1, 2, 3 เป็นตัวเลขที่บอกลำดับที่ หรือตำแหน่งเท่านั้นไม่สามารถระบุได้ว่าดาสอบได้คะแนนมากกว่าแดงกี่คะแนน หรือรายได้ แบ่งออกเป็น ไม่เกิน 1,000 บาท, 1,001 – 5,000 บาท และ5,001 บาทขึ้นไป, ระดับการศึกษาชั้นปี เป็นต้น

ระดับที่ 3 ระดับช่วงมาตรา (Interval scale) เป็นระดับที่สามารถกำหนดค่าตัวเลขโดยมีช่วงห่างระหว่างตัวเลขเท่าๆ กัน แต่ไม่มี 0 (ศูนย์) แท้ มีแต่ 0 (ศูนย์) สมมติ เช่น นายวิชัยสอบได้ 0 คะแนน มิได้หมายความว่าเขาไม่มีความรู้ เพียงแต่เขาไม่สามารถทำข้อสอบซึ่งเป็นตัวแทนของความรู้ทั้งหมดได้, อุณหภูมิ, ระดับ IQ เป็นต้น ระดับนี้สามารถนำตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หาร กันได้

ระดับที่ 4 ระดับอัตราส่วนมาตรา (Ratio scale) เป็นระดับที่สามารถกำหนดค่าตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการวัด มี 0 (ศูนย์) แท้ เช่น น้ำหนัก ความสูง อายุ เป็นต้น ระดับนี้สามารถนำตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หาร หรือหาอัตราส่วนกันได้

1.7 การใช้สถิติของตัวแปรในแต่ละมาตรวัด

ในการเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือตัวแปรจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับการวัดของตัวแปรนั้นๆ ซึ่งการเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องและเหมาะสมจะส่งผลต่อการแปลความหมายข้อมูล อันจะนำไปสู่การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจได้อย่างแม่นยำต่อไป (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 9-11)

1. ระดับนามบัญญัติ

สถิติพรรณนาที่ใช้ : การแจกแจงความถี่ แสดงในรูปของร้อยละ ตาราง แผนภูมิภาพ และแผนภูมิแท่ง

การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง : ใช้ฐานนิยม

การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร : วัดความสัมพันธ์ด้วย Phi correlation, Cramer’s V correlation

สถิติอนุมานที่ใช้ : อยู่ในกลุ่ม Nonparametric statistics

2. ระดับอันดับมาตรา

สถิติพรรณนาที่ใช้ : การแจกแจงความถี่ แสดงในรูปของร้อยละ ตาราง แผนภูมิภาพ และแผนภูมิแท่ง

การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง : ใช้ฐานนิยม หรือมัธยฐาน วัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (Quartile deviation : Q.D.)

การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร : วัดความสัมพันธ์ด้วย Spearman rank-order correlation

สถิติอนุมานที่ใช้ : อยู่ในกลุ่ม Nonparametric statistics และบางตัวใน Parametric statistics

3. ระดับช่วงมาตรา

สถิติพรรณนาที่ใช้ : ใช้ได้ทุกกลุ่มขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ต้องการนำเสนอ ที่นิยมคือ การแจกแจงความถี่ แสดงในรูปของร้อยละ ตาราง แผนภูมิต่างๆ

ส่วนการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง : ใช้มัชฌิเลขคณิต วัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง

การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร : วัดความสัมพันธ์ด้วย Pearson product-moment correlation

สถิติอนุมานที่ใช้ : อยู่ในกลุ่ม Parametric statistics และNonparametric statistics

4. ระดับอัตราส่วนมาตรา

สถิติพรรณนาที่ใช้ : ใช้ได้ทุกกลุ่มขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ต้องการนำเสนอ ที่นิยมคือ การแจกแจงความถี่ แสดงในรูปของร้อยละ ตาราง แผนภูมิต่างๆ

ส่วนการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง : ใช้มัชฌิมเลขคณิต วัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง

การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร : วัดความสัมพันธ์ด้วย Pearson product-moment correlation

สถิติอนุมานที่ใช้ : อยู่ในกลุ่ม Parametric statistics และNonparametric statistics

1.8 สรุป

สถิติมีความหมาย 2 ประการ คือความหมายหนึ่งหมายถึงจำนวนตัวเลขต่างๆที่ได้จากการแจงนับ อีกความหมายหนึ่งหมายถึงกระบวนการรวบรวม นำเสนอ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล สถิติแบ่งเป็น 2 ประเภท คือสถิติพรรณนาและสถิติอนุมาน ซึ่งสถิติมีประโยชน์ทั้งฝ่ายผู้บริหาร รวมถึงผู้ปฏิบัติงานในการนำผลไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และการวางแผนให้มีความถูกต้องแม่นยำในทุกด้าน และทุกภาคส่วนไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ภาคธุรกิจการบริการ รวมถึงการลงทุนต่างๆ ในการเรียนวิชาสถิติมีความจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชานี้ ได้แก่ประชากร กลุ่มตัวอย่าง แหล่งข้อมูล แบ่งเป็นแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูล แบ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณทั้งที่มีค่าต่อเนื่องและมีค่าไม่ต่อเนื่อง ค่าพารามิเตอร์ ค่าสถิติ ตัวแปร และค่าคงที่ คำศัพท์เหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันเกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชานี้ การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้น จะเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นสถิติพรรณนาหรือสถิติอนุมานขึ้นอยู่กับระดับการวัดตัวแปร แบ่งเป็น 4 ระดับ คือระดับนามบัญญัติ ระดับอันดับมาตรา ระดับช่วงมาตรา และระดับอัตราส่วนมาตรา

แบบฝึกหัดบทที่ 1

1. จงอธิบายความหมายของสถิติ
2. สถิติพรรณนาแตกต่างจากสถิติอนุมานอย่างไร จงอธิบาย
3. ท่านคิดว่าสถิติสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของท่านได้อย่างไรบ้าง จงอธิบาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
4. ให้ท่านอธิบายข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ พร้อมยกตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทมาประเภทละ 5 ตัวอย่าง
5. จงอธิบายแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ มีความแตกต่างกันอย่างไร
6. จงตอบคำถามว่าตัวแปรที่กำหนดให้ต่อไปนี้อยู่ในระดับการวัดใด

   6.1 ราคาทองในแต่ละวัน (บาท)

   6.2 ท่านเป็นบุตรคนที่ (1,2,3,...)

   6.3 ภูมิลำเนา (จันทบุรี, ตราด, ระยอง, สระแก้ว)

   6.4 ท่านพอใจต่อการสอนของอาจารย์ (มาก, ปานกลาง, น้อย)

   6.5 รหัสประจำตัวนักศึกษา

   6.6 ประเภทของยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุบนถนน

   6.7 จำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละแผนกของห้างสรรพสินค้า

   6.8 ช่วงอายุ (10-16 ปี, 17-23 ปี, 24-33 ปี)

   6.9 ช่วงวัย (เด็ก, วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, ชรา)

   6.10 ลำดับที่เข้าสอบสัมภาษณ์

   6.11 ท่านมีความประทับใจสถานที่ท่องเที่ยวแหล่งใดบ้าง

   6.12 ระดับการศึกษา (ประถมศึกษา, มัธยมศึกษา, ปริญญาตรี, สูงกว่าปริญญาตรี)

   6.13 พรรคการเมือง

   6.14 คะแนนสอบกลางภาคเรียนวิชาสถิติ

   6.15 อายุ (ปี)

เอกสารอ้างอิง

พรทิพา นิโรจน์. (2549). **เอกสารคำสอนรายวิชาระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์เบื้องต้น.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

มัลลิกา บุนนาค. (2542). **สถิติเพื่อการตัดสินใจ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนวย เลิศชยันตี. (2539). **สถิติวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : ศิลปะสนองการพิมพ์.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2

เนื้อหา

บทที่ 2 การนำเสนอข้อมูล

1.1 การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน

1.2 การนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นแบบแผน

1.3 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 2 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. สามารถจำแนกวิธีการนำเสนอข้อมูลด้วยรูปแบบต่างๆ ได้
2. สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 2

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 2
การนำเสนอข้อมูล

ในกระบวนการทางสถิติ เมื่อผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จำเป็นต้องนำเสนอผลการวิเคราะห์ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบหรือได้ทำความเข้าใจ แต่เนื่องจากข้อมูลมีหลายประเภท ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลจึงต้องพิจารณารูปแบบการนำเสนอให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลแต่ละประเภท และสอดคล้องกับความต้องการในการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

การนำเสนอข้อมูล แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน
2. การนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นแบบแผน

2.1 การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน

การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal presentation of data) สามารถนำเสนอได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

2.1.1 การนำเสนอในรูปแบบบทความ

การนำเสนอในรูปแบบบทความ (Text presentation) เป็นการนำเสนอ หรือบอกเล่าข้อความต่างๆ โดยอาจจะมีตัวเลขปะปนไปกับบทความหรือไม่ก็ได้ ซึ่งข้อความจะเขียนในลักษณะสั้นๆ เข้าใจง่าย อาทิเช่น บทความในหนังสือพิมพ์ วารสาร รายงานประจำปี จุลสาร เป็นต้น การนำเสนอข้อมูลในลักษณะนี้ ข้อความไม่ควรจะยาวหรือมีรายละเอียดมากเกินไป (ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์, 2550 : 49) อาทิเช่น บทความวิจัยของนภา จันทร์ตรี (2558, 129) เรื่องคุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล ในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ผลการวิจัยพบว่าบุคลากรมีอายุเฉลี่ย 31.09 ปี การศึกษาในระดับปริญญาตรีร้อยละ 49.6 มีอัตราเงินเดือนเฉลี่ย 8,681.07 บาทและมีตำแหน่งเป็นพนักงานจ้างร้อยละ 52.9 บุคลากรมีความคิดเห็นต่อปัจจัยการทำงานภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยลำดับที่ 1 คือ ด้านความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน รองลงมาคือด้านลักษณะงาน และด้านสภาพแวดล้อมการทำงานตามลำดับ บุคลากรมีระดับคุณภาพชีวิตโดยรวมอยู่ในระดับสูง โดยลำดับที่ 1 คือด้านการมีส่วนร่วม และการได้รับการยอมรับจากหน่วยงานอยู่ในระดับสูง รองลงมาคือด้านความสัมพันธ์ระหว่างงานที่ปฏิบัติกับสังคมในชุมชนอยู่ในระดับสูง และด้านสภาพแวดล้อมที่ถูกสุขลักษณะและปลอดภัยอยู่ในระดับสูงตามลำดับ

2.1.2 การนำเสนอในรูปแบบบทความกึ่งตาราง

การนำเสนอในรูปแบบบทความกึ่งตาราง (Semi-tabular presentation) มีลักษณะคล้ายการนำเสนอในรูปแบบบทความ แต่มีการแยกตัวเลขออกจากบทความ เพื่อให้เห็นภาพชัดเจน และสามารถเปรียบเทียบกันได้ง่ายขึ้น เช่น

ตัวอย่างที่ 2.1 งบประมาณประจำปี 2557 ที่มหาวิทยาลัยจัดสรรให้แต่ละคณะ มีดังนี้

คณะนิติศาสตร์	จำนวน 1,500,000 บาท
คณะครุศาสตร์	จำนวน 2,760,000 บาท
คณะวิทยาศาสตร์	จำนวน 3,157,000 บาท
คณะมนุษยศาสตร์	จำนวน 1,500,000 บาท
คณะศิลปกรรมศาสตร์	จำนวน 2,760,000 บาท

ตัวอย่างที่ 2.2 จำนวนนักศึกษาปี 1 ประจำปีการศึกษา 2558 จำแนกตามสาขาวิชา ดังนี้

สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์	200 คน
สาขาวิชาพัฒนาชุมชน	100 คน
สาขาวิชารัฐศาสตร์	150 คน
สาขาวิชาศิลปกรรม	27 คน
สาขาวิชาดนตรี	16 คน

2.2 การนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นแบบแผน

การนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นแบบแผน (Formal presentation of data) มีรูปแบบการนำเสนอหลากหลายวิธี ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของข้อมูล เพื่อช่วยให้การนำเสนอมีความน่าสนใจ และง่ายต่อการอ่านค่ามากยิ่งขึ้น โดยสามารถนำเสนอได้ดังนี้

2.2.1 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง (Tabular presentation) เป็นการนำเสนอที่เป็นระเบียบมากขึ้น อ่านง่ายขึ้น ข้อมูลต่างๆ จะถูกบรรจุอยู่ในตาราง โดยแบ่งเป็นแนวตั้ง และแนวนอน ซึ่งตารางจะต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1. หมายเลขตารางหรือลำดับที่ของตาราง คือ เป็นตัวเลขแสดงลำดับที่ของตาราง กรณีที่มีหลายตาราง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการอ้างถึงข้อมูลในตารางต่างๆ
2. ชื่อตาราง คือ ข้อความที่ระบุว่าข้อมูลในตารางนี้ จะแสดงเกี่ยวกับสถิติอะไรของประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างใด อย่างไร ที่ไหน โดยจะเขียนเป็นประโยคสั้นๆ กะทัดรัด ชัดเจน เข้าใจง่าย และสมบูรณ์
3. หัวเรื่อง คือ ข้อความที่อธิบายรายละเอียดต่างๆในแต่ละแนวตั้ง หรือแนวนอน
4. ตัวเรื่อง คือ ตัวเลขที่อยู่ภายใต้หัวเรื่อง
5. หมายเหตุ คือ ข้อความที่อธิบายตัวเลขหรือข้อความในตารางที่มีลักษณะพิเศษ หรือการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลในตาราง

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 192-193) ได้แก่

1. ตารางทางเดียว (One-way table) เป็นตารางที่จำแนกข้อมูลเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ดังตัวอย่างที่ 2.3

ตัวอย่างที่ 2.3 ผลการวิจัยของนภา จันทร์ตรี(2554 : 28) เรื่องการมีส่วนร่วมทางการเมืองของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาจังหวัดจันทบุรี แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมทางการเมืองของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาจังหวัดจันทบุรีด้านการไปใช้สิทธิ์เลือกตั้ง

ด้านการไปใช้สิทธิ์เลือกตั้ง	$\overline{x}$	S.D.	แปลความ	อันดับ
1. ท่านไปใช้สิทธิ์ออกเสียงเลือกตั้ง	4.20	0.99	สูง	1
2. ท่านเคยรับฟังคำปราศรัยหาเสียง ของผู้สมัครรับเลือกตั้งตามสื่อต่าง ๆ	3.33	0.80	ปานกลาง	4
3. ท่านเคยติดตามผลการนับคะแนนการเลือกตั้ง	3.28	0.83	ปานกลาง	5
4. ท่านเคยเป็นกรรมการเลือกตั้งประจำหน่วยเลือกตั้ง	2.04	1.26	ต่ำ	6
5. ท่านทราบบทบาทหน้าที่ของผู้แทนในตำแหน่งที่ท่านเลือกมาทำงาน	3.35	0.88	ปานกลาง	2
6. ท่านเคยชักชวนให้ผู้อื่นไปลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง	3.34	0.94	ปานกลาง	3
ภาพรวม	3.26	0.95	ปานกลาง	

2. ตารางแบบสองทาง (Two-way table) เป็นตารางที่จำแนกลักษณะข้อมูลทั้งสองด้าน ดังตัวอย่างที่ 2.4 – 2.5

ตัวอย่างที่ 2.4 แสดงตัวอย่างจำนวนของนักศึกษาแต่ละคณะ จำแนกตามเพศ

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนของนักศึกษาแต่ละคณะ จำแนกตามเพศ

คณะ	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
ครุศาสตร์	150	200	350
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	400	300	700
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	250	100	350
รวม	800	600	1,400

ตัวอย่างที่ 2.5 ผลการวิจัยของนภา จันทร์ตรี (2554 : 28) เรื่องคุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล ในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคุณภาพชีวิตการทำงานจำแนกตามปัจจัยการทำงานด้านความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน

คุณภาพชีวิตการทำงาน	ระดับต่ำ (*N=17*)			ระดับสูง (*N=104*)		
	μ	σ	ระดับ	μ	σ	ระดับ
1.ด้านค่าตอบแทนที่เพียงพอและเป็นธรรม	1.65	0.70	ต่ำ	2.93	0.75	ปานกลาง
2. ด้านสภาพแวดล้อมที่ถูกสุขลักษณะและปลอดภัย	2.41	0.87	ต่ำที่สุด	3.23	0.69	ปานกลาง
3. ด้านการได้รับโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน	1.94	1.19	ต่ำ	3.06	0.68	ปานกลาง
4. ด้านการส่งเสริมความเจริญเติบโตและมั่นคงในหน้าที่การงาน	2.59	0.79	ต่ำ	3.23	0.71	ปานกลาง
5. ด้านการมีส่วนร่วมและการได้รับการยอมรับจากหน่วยงาน	2.35	0.86	ต่ำ	3.31	0.56	ปานกลาง
6. ด้านความมีระเบียบกฎเกณฑ์และการได้รับความเป็นธรรมในการปฏิบัติงาน	1.65	0.86	ต่ำที่สุด	3.27	0.78	ปานกลาง
7. ด้านความสมดุลของชีวิตส่วนตนกับชีวิตการทำงาน	2.65	0.49	ปานกลาง	3.11	0.57	ปานกลาง
8.ด้านความสัมพันธ์ระหว่างงานที่ปฏิบัติกับสังคมในชุมชน	2.17	1.07	ต่ำ	3.30	0.68	ปานกลาง
ภาพรวม	2.06	0.90	ต่ำ	3.02	0.42	ปานกลาง

3. ตารางแบบหลายทาง (Multi-way table) เป็นตารางที่จำแนกย่อยลงไปจากสองทาง ตามลักษณะต่างๆ ของข้อมูลหลายด้าน ดังตัวอย่างที่ 2.6

ตัวอย่างที่ 2.6 แสดงตัวอย่างระดับความคิดเห็นของนักศึกษาแต่ละคณะต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องสมุดจำแนกตามเพศ

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับความคิดเห็นของนักศึกษาแต่ละคณะต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องสมุดจำแนกตามเพศ

คณะ		ระดับความคิดเห็นต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด		
		ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ครุศาสตร์	ชาย	50	150	80
	หญิง	150	100	20
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	ชาย	150	78	55
	หญิง	270	65	35
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	ชาย	124	42	36
	หญิง	112	53	48
วิทยาการจัดการ	ชาย	117	87	70
	หญิง	214	65	32
ครุศาสตร์	ชาย	113	54	23
	หญิง	220	78	45

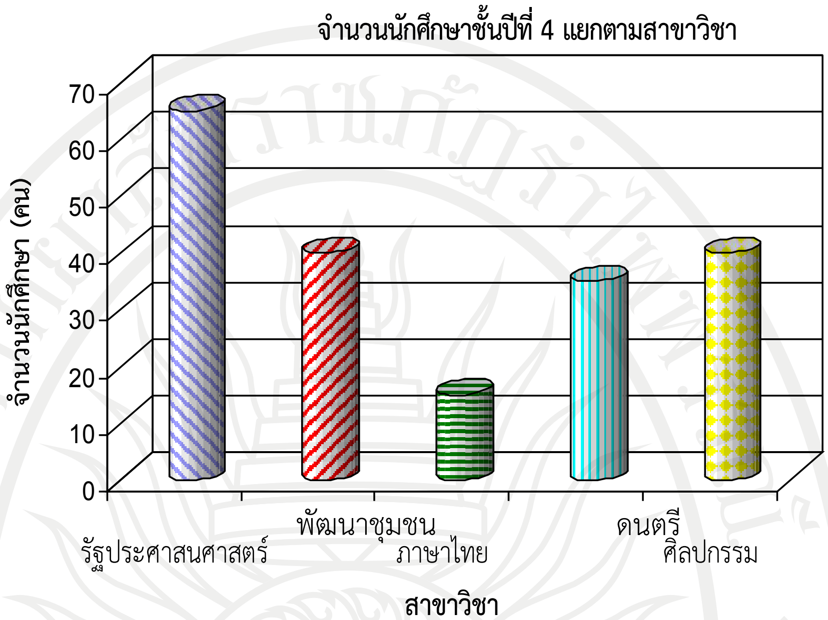
2.2.2 การนำเสนอในรูปแบบกราฟ

การนำเสนอในรูปแบบกราฟ (Graphic presentation) คือ การนำเสนอข้อมูลที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น และดึงดูดความสนใจได้ดี ซึ่งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟ ทำได้หลายวิธี ดังนี้

กราฟแท่งหรือแผนภูมิแท่ง (Bar graphs or bar chart) มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้างเท่ากันทั้งหมด ความสูงของแท่งจะแทนจำนวนข้อมูล อาจจะมีการใช้สีต่างกัน เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบ โดยจะเรียงแท่งตามแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ เว้นระยะช่องว่างตามสมควร ถ้าต้องการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด หรือ 3 ชุด ให้ทำเป็นแท่งคู่ หรือ3 แท่งเรียงกันเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ แบ่งเป็น

1. แผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว (Simple bar chart) เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเพียงด้านเดียว หรือตัวแปรเดียว ดังตัวอย่างที่ 2.7

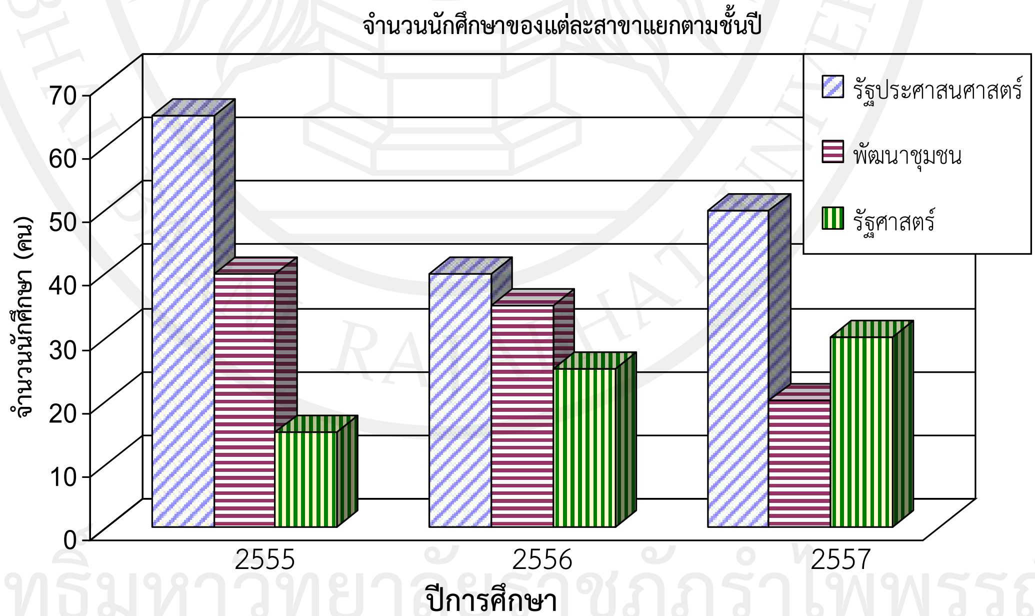
ตัวอย่างที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 4 แยกตามสาขาวิชา



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว

2. แผนภูมิแท่งเชิงซ้อน (Multiple bar chart) เป็นแผนภูมิแท่งที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลมากกว่า 1 ชุด หรือมากกว่า 1 ตัวแปรขึ้นไป ดังตัวอย่างที่ 2.8

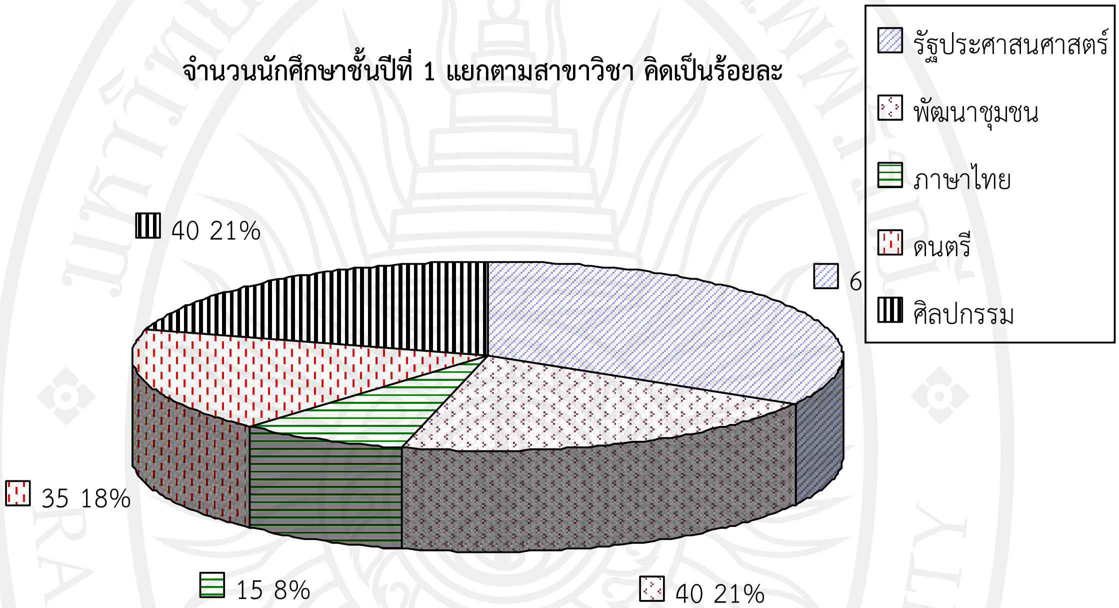
ตัวอย่างที่ 2.8 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งเชิงซ้อน จำนวนนักศึกษาของแต่ละสาขาแยกตามชั้นปี



ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งเชิงซ้อน

3. แผนภูมิวงกลม (Pie chart) เป็นการนำเสนอในรูปวงกลม โดยแบ่งพื้นที่ภายในวงกลมเป็นส่วนๆ ตามเปอร์เซ็นต์ของข้อมูล จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่มีลักษณะเดียวแต่แยกออกเป็นประเภท หรือตัวแปรเดียว ดังตัวอย่างที่ 2.9

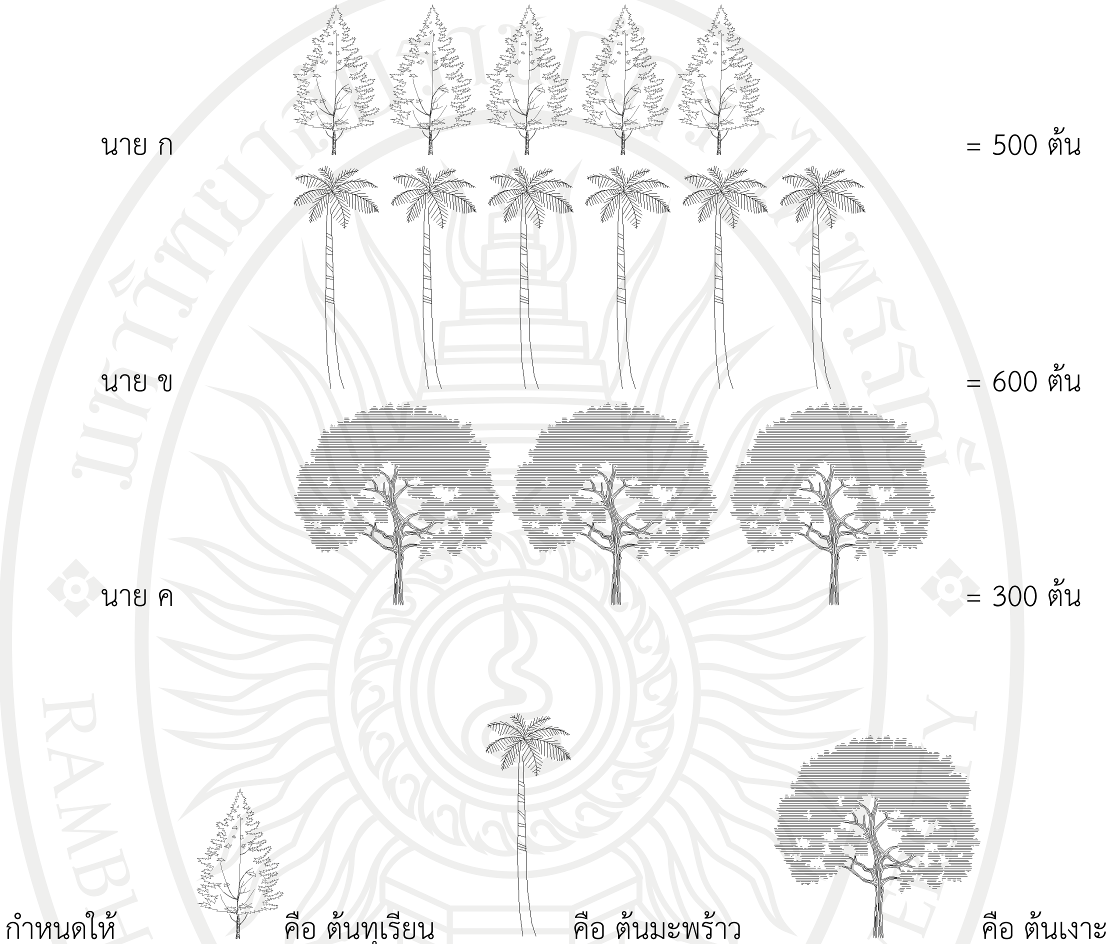
ตัวอย่างที่ 2.9 แสดงตัวอย่างแผนภูมิวงกลม จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 แยกตามสาขาวิชา คิดเป็นร้อยละ



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างแผนภูมิวงกลม

4. แผนภูมิรูปภาพ (Pictogram) เป็นการนำเสนอโดยใช้รูปภาพ เพื่อให้การนำเสนอน่าดูยิ่งขึ้น โดยจำนวนรูปภาพจะแทนจำนวนข้อมูลจริงในอัตราส่วนที่เหมาะสม ดังตัวอย่างที่ 2.10

ตัวอย่างที่ 2.10 แสดงตัวอย่างแผนภูมิรูปภาพ ซึ่งแสดงปริมาณต้นไม้ที่เกษตรกรปลูกในสวนของเกษตรกร 3 ราย

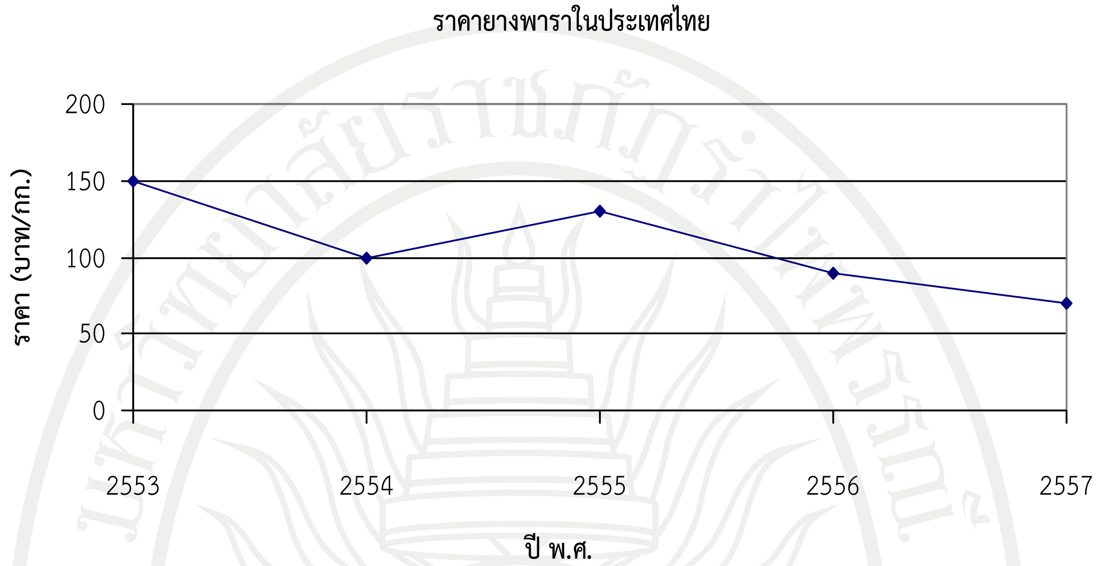


และต้นไม้ 1 ต้น แทนจำนวนต้นไม้ 100 ต้น

5. กราฟเส้นหรือแผนภาพเชิงเส้น (Line graphs or line chart) เป็นการนำเสนอที่มีลักษณะเป็นเส้น ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ชัดเจน เหมาะสำหรับข้อมูลที่ผู้นำเสนอต้องการให้เห็นแนวโน้มของข้อมูล หรืออาจใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา แบ่งเป็น

1. แผนภาพเชิงเส้นเดี่ยว (Simple line chart) เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล 1 ตัวแปร หรือข้อมูลเพียงลักษณะเดียว ดังตัวอย่างที่ 2.11

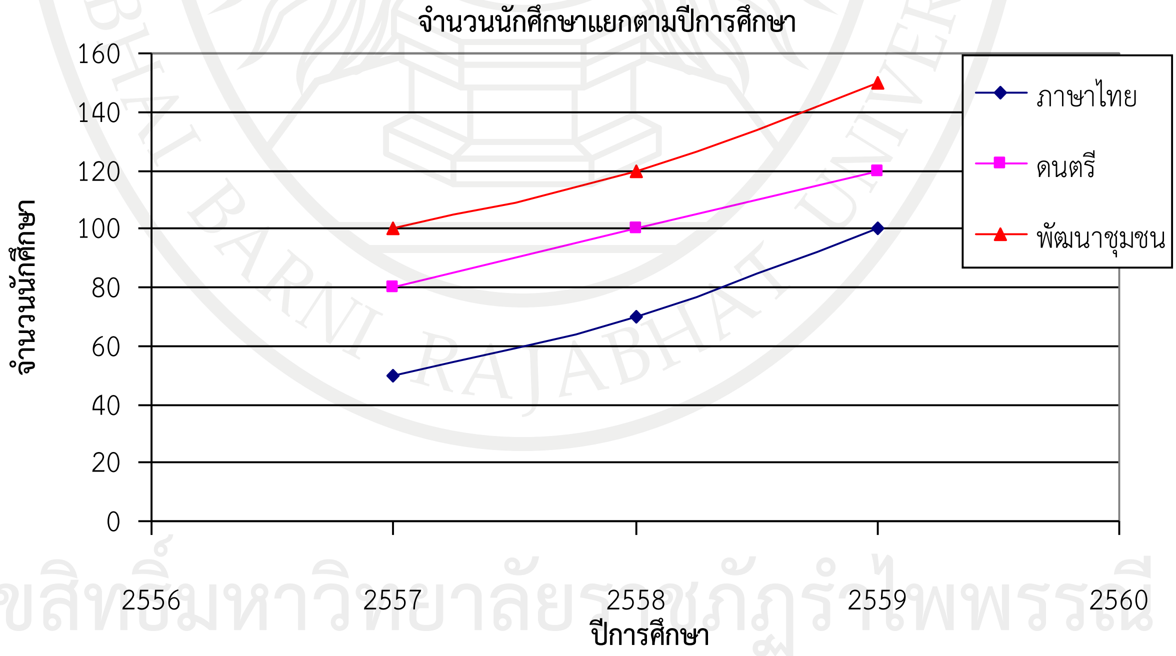
ตัวอย่างที่ 2.11 แสดงตัวอย่างแผนภาพเชิงเส้นเดี่ยว ราคายางพาราในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ.2553 – 2557



ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างแผนภาพเชิงเส้นเดี่ยว

2. แผนภาพเชิงเส้นซ้อน (Multiple line chart) เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป หรือ 2 ลักษณะขึ้นไป ดังตัวอย่างที่ 2.12

ตัวอย่างที่ 2.12 แสดงตัวอย่างแผนภาพเชิงเส้นซ้อน ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของนักศึกษากับปีการศึกษา



ภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างแผนภาพเชิงเส้นซ้อน

2.3 สรุป

การนำเสนอข้อมูลแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่การนำเสนอข้อมูลอย่างไม่เป็นแบบแผน สามารถนำเสนอได้ 2 รูปแบบ คือ การนำเสนอในรูปแบบบทความและการนำเสนอในรูปแบบบทความกึ่งตาราง อีกลักษณะหนึ่งคือ การนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นแบบแผน สามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยว่าต้องการนำเสนอข้อมูลให้กับกลุ่มเป้าหมายใด หรือต้องการนำเสนอข้อมูลอะไร ได้แก่ การนำเสนอในรูปแบบตาราง ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ คือ หมายเลขตาราง ชื่อตาราง หัวเรื่อง ตัวเรื่องและหมายเหตุ โดยการนำเสนอในรูปแบบตาราง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ ตารางทางเดียว ตารางแบบสองทาง และตารางแบบหลายทาง นอกจากนี้ยังสามารถนำเสนอในรูปแบบกราฟ ได้แก่ แผนภูมิ แบ่งเป็น แผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว แผนภูมิแท่งเชิงซ้อน แผนภูมิวงกลม แผนภูมิรูปภาพ แผนภาพเชิงเส้น แบ่งเป็นแผนภาพเชิงเส้นเดี่ยว และแผนภาพเชิงเส้นซ้อน

แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จากการสำรวจความพึงพอใจของประชาชน จำนวน 250 คน ในเขตเทศบาลแห่งหนึ่งต่อการบริการประชาชน พบว่าประชาชนพึงพอใจการให้บริการด้านโครงสร้างพื้นฐานมากที่สุด จำนวน 90 คน รองลงมาพอใจด้านสวัสดิการผู้สูงอายุ 75 คน ด้านการส่งเสริมอาชีพ 58 คน และด้านการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม 27 คน จงนำข้อมูลนี้นำเสนอในรูปแผนภูมิแท่ง

2. จากการสำรวจราคาสินค้าเกษตรในแต่ละเดือน เป็นดังนี้

ประเภทของสินค้า	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.	
	กทม.	ตจว.	กทม.	ตจว.	กทม.	ตจว.	กทม.	ตจว.	กทม.	ตจว.	กทม.	ตจว.
คะน้า	20	30	30	45	15	25	20	35	25	20	20	25
พริก	80	100	90	120	90	100	80	110	100	90	120	150
กวางตุ้ง	20	28	30	35	40	55	20	35	30	40	25	35
ผักชี	70	85	60	75	85	100	90	75	80	100	85	100

จงนำข้อมูลนี้นำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม

3. สถิติของคดีอาชญากรรมประเภทบุคคล และทรัพย์สินที่เกิดขึ้นกับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เป็นดังนี้ นักท่องเที่ยวชาวไทยมีคดีอาชญากรรมประเภทบุคคล 37 คดี และมีคดีอาชญากรรมประเภททรัพย์สิน 82 คดี ส่วนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติมีคดีอาชญากรรมประเภทบุคคล 55 คดี และมีคดีอาชญากรรมประเภททรัพย์สิน 68 คดี จงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

4. ในปี พ.ศ.2556 พบว่า ประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคมะเร็ง จำนวน 1,500,300 คน เบาหวาน 1,160,000 คน และโรคหัวใจ 980,430 คน จงนำเสนอข้อมูลนี้ในรูปแผนภูมิวงกลม

5. จากการเก็บข้อมูลจำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในแต่ละคณะ ระหว่างปี พ.ศ.2550-2555 พบว่า

คณะ	ปี พ.ศ.											
	2550		2551		2552		2553		2554		2555	
	ช	ญ	ช	ญ	ช	ญ	ช	ญ	ช	ญ	ช	ญ
นิติศาสตร์	85	11	90	25	75	15	84	18	96	10	87	16
ครุศาสตร์	50	150	20	186	25	112	30	170	16	134	24	142
วิทยาศาสตร์	50	45	25	68	47	81	50	60	40	32	23	54
มนุษยศาสตร์	99	78	65	58	78	125	45	95	70	135	110	90

ถ้าต้องการทราบว่าในแต่ละปี คณะใดมีนักศึกษาชายมากที่สุด และคณะใดมีนักศึกษาหญิงน้อยที่สุด จงนำเสนอด้วยกราฟแท่งเชิงซ้อนอย่างไรจึงจะเหมาะสม

6. ตารางต่อไปนี้แสดงข้อมูลการส่งสินค้าออกไปประเทศต่างๆ ในปี พ.ศ.2556 และ พ.ศ.2557

ประเภทของสินค้าส่งออก	ปี พ.ศ.2556	ปี พ.ศ.2557
เครื่องใช้ไฟฟ้า	10%	8%
อัญมณี	15%	17%
อาหารแช่แข็ง	20%	30%
ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	40%	35%
เฟอร์นิเจอร์	15%	10%

จงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

นภา จันทร์ตรี. (2554). **การมีส่วนร่วมทางการเมืองของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาจังหวัดจันทบุรี.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

__________. (2554). **คุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล ในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

__________. (2558). คุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบลในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง. ใน **การประชุมวิชาการวิจัยรำไพพรรณีครั้งที่ 9 เรื่อง "การบูรณาการการวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน" วันที่ 19-20 ธันวาคม พ.ศ. 2558** (หน้า 129-136). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์. (2550). **สถิติพื้นฐานเพื่อผู้บริหารท้องถิ่น.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทรุ่งเรืองรัตน์พริ้นติ้ง จำกัด.

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3

เนื้อหา

บทที่ 3 **การแจกแจงความถี่**

1.1 ความหมายของการแจกแจงความถี่
1.2 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลประเภทเป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ
1.3 การแจกแจงความถี่ของคะแนนที่มีค่าต่อเนื่อง
1.4 พิสัย
1.5 อันตรภาคชั้น
1.6 การแจกแจงความถี่ด้วยกราฟแท่งหรือฮิสโทแกรม
1.7 การแจกแจงความถี่ด้วยเส้นโค้งแห่งความถี่
1.8 สถิติที่ใช้ในการอธิบายคุณลักษณะหรือรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษา
1.9 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 3 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของการแจกแจงความถี่ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจการแจกแจงความถี่ของข้อมูลประเภทที่เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะและข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่องได้
3. นำเสนอข้อมูลโดยกราฟแท่งหรือฮิสโทแกรมและเส้นโค้งแห่งความถี่ได้
4. อธิบายสถิติที่ใช้อธิบายคุณลักษณะของกลุ่มที่ศึกษาได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 3

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 3
การแจกแจงความถี่

เมื่อผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อวิจัย และกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลต่อไป ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมานั้นจะยังไม่มีการจัดระเบียบ หรือจัดกลุ่มแต่อย่างใด เรียกข้อมูลนั้นว่า ข้อมูลดิบ (Row data) เช่น การสำรวจความต้องการด้านสวัสดิการสังคมของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองขลุง จังหวัดจันทบุรี จะสร้างเครื่องมือ คือ แบบสอบถามไปเก็บข้อมูลประเภทของความต้องการ และระดับความต้องการด้านสวัสดิการสังคม ซึ่งข้อมูลที่ได้เรียกว่าข้อมูลดิบ ซึ่งยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก ต้องนำข้อมูลมาจัดเป็นระเบียบให้มีความหมายดีขึ้น นั่นคือการแจกแจงความถี่

3.1 ความหมายของการแจกแจงความถี่

การแจกแจงความถี่ คือการจัดกลุ่มของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ให้อยู่เป็นชุดเป็นพวกเดียวกันตามค่าของตัวแปร เป็นการจัดหมวดหมู่เพื่อให้เกิดเป็นสารสนเทศในการใช้ประโยชน์หรือเพื่อเตรียมข้อมูลไว้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติในขั้นสูงต่อไป (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 191)

ความถี่ (Frequency) หมายถึง จำนวนของข้อมูล หรือจำนวนคะแนนที่มีอยู่ในกลุ่มนั้นๆ ดังตัวอย่างที่ 3.1

ตัวอย่างที่ 3.1 ข้อมูลชุดหนึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4	3	3	4
3	5	5	2
3	3	5	4
3	1	3	3
2	4	4	2

เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

1	2	2	2
3	3	3	3
3	3	3	3
4	4	4	4
4	5	5	5

3.2 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลประเภทเป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ

การแจกแจงความถี่ของข้อมูลประเภทเป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ (Categorical data) เป็นการแจกแจงที่อยู่ในมาตรวัดตัวแปรระดับนามมาตรา และอันดับมาตรา ดังตัวอย่างที่ 3.2 – 3.4

ตัวอย่างที่ 3.2 จากข้อมูลมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เป็นดังนี้

คณะ	ความถี่
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	700
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	350
วิทยาการจัดการ	450
รวม	1,500

ตัวอย่างที่ 3.3 การแจกแจงความถี่จำแนกตามเพศ

เพศ	ความถี่
หญิง	900
ชาย	600
รวม	1,500

ผลการวิจัยของนภา จันทร์ตรี (2558, 37) เรื่องแนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาชุมชนเกวียนหัก ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบแนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 3.4 แนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

แนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน	จำนวน (คน)
1. ควรมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยวของชุมชนให้มากขึ้นเนื่องจากชุมชนยังมีทรัพยากรทางธรรมชาติที่หลากหลาย เช่น การชมหิ่งห้อย การเที่ยวสวนผลไม้ เป็นต้น	7
2. ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติโดยให้ประชาชนในชุมชมเข้าร่วม รวมถึงนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยวในชุมชน เพื่อทำให้ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น	5
3. ควรประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของชุมชนให้ทั่วถึง หลายช่องทาง เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เฟสบุ๊ค เป็นต้น โดยประชาชนมีส่วนร่วมโดยการโฆษณาปากต่อปาก	4
4. ควรจัดกิจกรรมให้ความรู้กับนักท่องเที่ยวเกี่ยวกับปูแป้น	2
5. ควรมีการปรับภูมิทัศน์โดยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว	2

3.3 การแจกแจงความถี่ของคะแนนที่มีค่าต่อเนื่อง

การแจกแจงความถี่ของคะแนนที่มีค่าต่อเนื่อง สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การแจกแจงแบบไม่ต้องจัดเป็นกลุ่ม (Ungrouped data) ใช้กับข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งจะต้องแจกแจงว่าคะแนนแต่ละค่ามีค่าคะแนนซ้ำๆ กันกี่จำนวน ลักษณะการแจกแจงแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับกรณีที่มีค่าคะแนนจำนวนมาก ดังตังอย่างที่ 3.5

ตัวอย่างที่ 3.5 คะแนนสอบวิชาสถิติของนักศึกษากลุ่มหนึ่ง เป็นดังนี้

50	55	70	65	80	75	50	89
75	50	75	75	70	80	80	80
55	50	55	75	70	55	50	80
65	89	70	65	55	70	89	70

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมนี้ มาทำการเรียงลำดับคะแนนจากน้อยไปมาก จะได้ ดังนี้

50	50	50	50	50	55	55	55
55	55	65	65	65	70	70	70
70	70	70	75	75	75	75	75
80	80	80	80	80	89	89	89

จากนั้นสร้างตารางแจกแจงแจกแจงความถี่ของคะแนนสอบ ดังนี้

คะแนนสอบ (x)	Tally (รอยคะแนน)	ความถี่ (f)
50	~~////~~	5
55	~~////~~	5
65	///	3
70	~~////~~ /	6
75	~~////~~	5
80	~~////~~	5
89	///	3

2. การแจกแจงแบบจัดเป็นกลุ่ม (Grouped data) เป็นการแจกแจงว่าคะแนนแต่ละกลุ่มนั้นมีจำนวนเท่าใด ใช้ได้ในกรณีที่ข้อมูลมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องจัดกลุ่มให้คะแนนก่อน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาพิสัยของคะแนน

3.4 พิสัย

พิสัย (Range) เป็นช่วงระหว่างคะแนนที่สูงสุดกับคะแนนที่ต่ำสุด ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

R = H – L

เมื่อ R = พิสัย

H = คะแนนที่สูงสุด

L = คะแนนที่ต่ำสุด

ตัวอย่างที่ 3.6 คะแนนสอบวิชาสุขศึกษามีดังนี้ 19 15 14 6 18 17 8 9

พิสัย = 19 - 6 = 13

พิสัยของคะแนนชุดนี้เท่ากับ 13 คะแนน

ขั้นที่ 2 ประมาณจำนวนชั้นคะแนน กิลฟอร์ด (Guilford, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540 : 26) กล่าวไว้เป็นกฎของเขาว่าตามธรรมดาแล้วชั้นคะแนนไม่ควรน้อยกว่า 10 ชั้นหรือมากกว่า 20 ชั้น เพราะถือหลักว่าการรวมกลุ่มข้อมูลย่อมทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณหาค่าคุณลักษณะของข้อมูลจากความเป็นจริง ยิ่งจัดชั้นคะแนนน้อยลงเท่าใดความคลาดเคลื่อนก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ถ้าจัดชั้นคะแนนมากเกินไปก็จะเปลืองแรงงานไปมาก ไม่ต่างอะไรกับแบบไม่จัดเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 3 หาดูว่าในแต่ละช่วงชั้นคะแนนควรมีคะแนนกี่จำนวน นั่นคือ การหาอันตรภาคชั้น (Class interval) โดยใช้สูตร

3.5 อันตรภาคชั้น

อันตรภาคชั้น คือจำนวนของช่วงชั้นคะแนน สามารถหาได้ดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ขั้นที่ 4 เขียนขีดจำกัดชั้นของคะแนนแต่ละชั้นลงในช่องคะแนน โดยเริ่มจากคะแนนต่ำสุด หรือสูงสุดก็ได้

ขั้นที่ 5 เอาคะแนนที่รวบรวมมาได้ ไปขีดลงในชั้นคะแนนนั้นๆ จากนั้นนับจำนวนขีดรวมใส่ในช่องความถี่ ดังตัวอย่างที่ 3.7

ตัวอย่างที่ 3.7 จากตัวอย่างที่ 3.5 สามารถหาค่าพิสัยได้ ดังนี้

พิสัย = 89 – 50 = 39

ถ้าต้องการจำนวนชั้นคะแนน 4 ชั้น

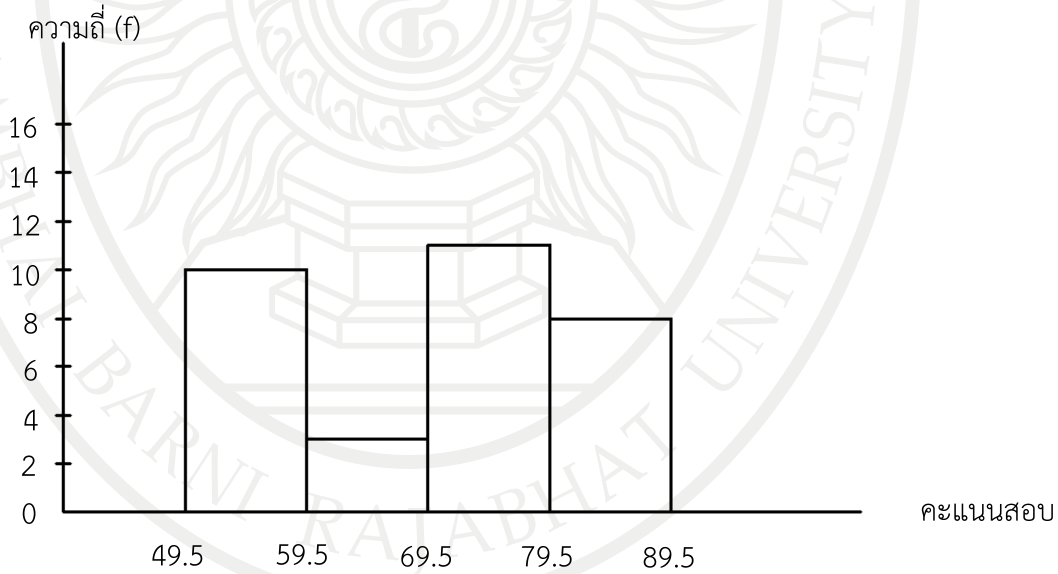
$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{39}{4} = 9.75 \approx 10$$

ชั้นคะแนนสอบ (x)	รอยคะแนน	ความถี่ (f)
50 - 59	~~////~~ ~~////~~	10
60 - 69	///	3
70 - 79	~~////~~ ~~////~~ /	11
80 - 89	~~////~~ ///	8

3.6 การแจกแจงความถี่ด้วยกราฟแท่งหรือฮิสโทแกรม

จากตัวอย่างที่ 3.7 สามารถสร้างกราฟแท่งหรือฮิสโทแกรม ได้ดังตัวอย่างที่ 3.8

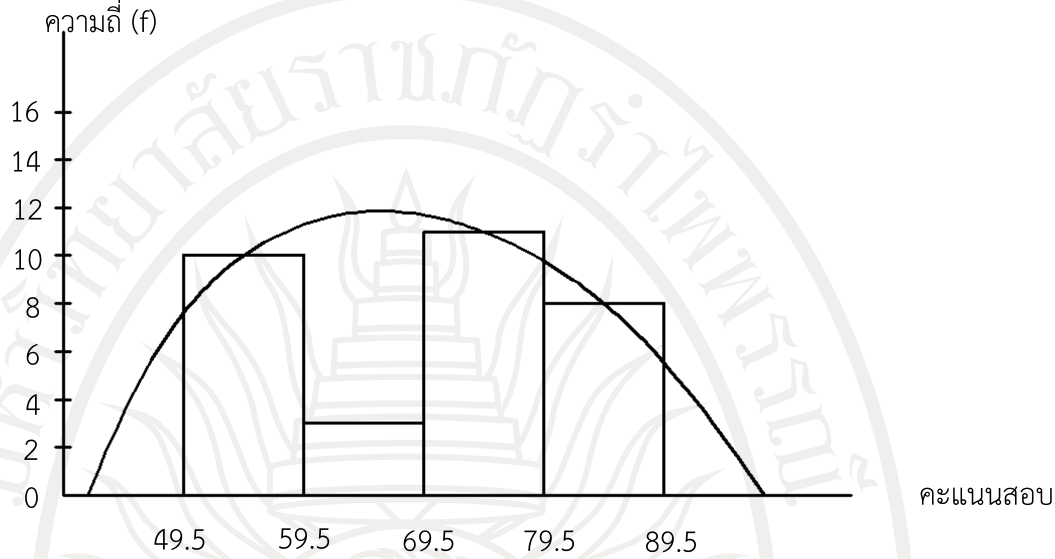
ตัวอย่างที่ 3.8



3.7 การแจกแจงความถี่ด้วยเส้นโค้งแห่งความถี่

จากตัวอย่างที่ 3.8 สามารถสร้างเส้นโค้งแห่งความถี่(Frequency curve) ได้ดังตัวอย่างที่ 3.9

ตัวอย่างที่ 3.9



3.8 สถิติที่ใช้ในการอธิบายคุณลักษณะหรือรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษา

ค่าร้อยละ (Percentage) เป็นค่าสถิติที่นิยมใช้กันมากเป็นค่าที่แสดงภาพการแจกแจงของข้อมูล โดยเป็นการเปรียบเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 จะหาค่าร้อยละ จากสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	=	ค่าร้อยละ
	f	=	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละหรือจำนวนที่สนใจศึกษา
	n	=	จำนวนความถี่ทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 3.10 นักเรียนชั้น ป. 3/1 จำนวน 50 คน มีผู้ที่สอบวิชาภาษาไทยผ่านเป็นจำนวน 40 คน และสอบตกเป็นจำนวน 10 คน

ผลการสอบวิชาภาษาไทย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สอบผ่าน	40	40/50 x 100 = 80.0
สอบตก	10	10/50 x100 = 20.0
รวม	50	100.0

3.9 สรุป

การแจกแจงความถี่ คือ การนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้ มาทำการจัดระเบียบใหม่ ให้เป็นหมวดหมู่ เรียงลำดับข้อมูล หรือจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อให้ทราบว่าข้อมูลแต่ละกลุ่มเกิดขึ้นซ้ำๆกันกี่ครั้ง และความถี่ คือจำนวนของข้อมูล หรือจำนวนคะแนนที่มีอยู่ในกลุ่มนั้นๆ การแจกแจงความถี่ของข้อมูลมี 2 ประเภท คือ ประเภทข้อมูลที่เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ และประเภทข้อมูลของคะแนนที่มีค่าต่อเนื่อง ในการนำข้อมูลมาแจกแจงเป็นช่วงคะแนนต้องดำเนินการหาค่าพิสัยเป็นลำดับที่หนึ่ง จากนั้นจึงนำค่าพิสัยมาคำนวณหาอันตรภาคชั้น และทำการนับความถี่ที่อยู่ระหว่างช่วงคะแนนในแต่ละอันตรภาคชั้นมาใส่เป็นความถี่ของช่วงคะแนน ซึ่งสามารถแสดงการแจกแจงด้วยกราฟแท่งหรือฮิสโทแกรม และเส้นโค้งความถี่ ในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการอธิบายภาพการแจกแจงของข้อมูลในที่นี้ คือ ค่าร้อยละ

แบบฝึกหัดบทที่ 3

1. คะแนนจากการสอบวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียน 40 คน เป็นดังนี้

42	88	37	75	98	93	73	62	69	80
52	76	66	54	73	69	83	62	53	79
69	56	81	75	52	65	49	80	67	59
88	80	44	71	72	87	91	82	89	79

ให้นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ โดยให้อันตรภาคชั้น เท่ากับ 10

2. ผลจากการสอบวิชาสถิติ ปลายปีนักเรียนได้คะแนนดังนี้

12	7	16	18	5	11	12	8	9	15
25	32	17	21	23	19	18	9	14	17
28	35	42	12	14	25	31	30	20	28
40	24	22	22	10	4	13	8	20	20
27	39	24	21	23	38	40	29	26	30
39	33	36	37	10	15	19	19	23	23
26	25	26	24	26	13	16	21	21	26
27	26	24	27	22	24	20	21	25	25

ให้นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางแจกแจงความถี่ โดยให้อันตรภาคชั้น เท่ากับ 8 และฮิสโทแกรม

3. การสำรวจค่าใช้จ่ายของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา พบว่านักศึกษา 100 คน มีค่าใช้จ่ายดังนี้

ค่าใช้จ่ายของนักศึกษา/ภาคเรียน	จำนวน (คน)
1-10,000	50
10,001-20,000	25
20,001-30,000	10
30,001-40,000	8
40,001-50,000	5
50,001-60,000	2

จงหาค่าร้อยละ และนำเสนอข้อมูลด้วยฮิสโทแกรม

4. จงสร้างเส้นโค้งแห่งความถี่จากข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกด้วยว่าการแจกแจงนั้นเป็นทรงแบบใด

ชั้นคะแนน	ความถี่ f				
	ก	ข	ค	ง	จ
80-89	2	7	1	10	18
70-79	4	14	3	8	15
60-69	7	12	4	7	10
50-59	12	10	6	6	7
40-49	15	8	8	3	5
30-39	12	6	12	6	4
20-29	7	4	14	7	3
10-19	4	3	15	8	2
0-9	2	1	2	10	1
รวม	65	65	65	65	65

5. จากการสำรวจจำนวนบุตร/ครัวเรือน ของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง ปรากฏข้อมูลดังนี้

2	2	3	1	1	3	2
2	1	1	2	3	2	4
4	2	3	3	1	1	3
3	1	1	2	2	1	3

จงนำเสนอข้อมูลในรูปตารางแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

เอกสารอ้างอิง

นภา จันทร์ตรี. (2558). **แนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาชุมชนเกวียนหัก ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4

เนื้อหา

บทที่ 4 การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง

1.1 มัธยฐาน

1.2 ฐานนิยม

1.3 ค่าเฉลี่ย

1.4 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 4 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. คำนวณหามัธยฐานได้
2. คำนวณหาฐานนิยมได้
3. คำนวณหาค่าเฉลี่ยได้
4. พิจารณาเลือกใช้สถิติสำหรับการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางได้ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับข้อมูล

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 4

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 4
การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำมาสู่การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีที่ต้องการตัวแทนเพียงตัวเดียว ที่จะเป็นตัวแทนของข้อมูลชุดหนึ่งๆ ที่เก็บรวบรวมมานั้น นิยมเลือกเอาตัวแทนที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าของข้อมูลส่วนมาก กรณีที่พบมากคือการแจกแจงที่เป็นรูประฆัง ซึ่งเป็นการแจกแจงที่ให้ความถี่ส่วนใหญ่แก่ข้อมูลที่มีค่ากลางๆ ในทางสถิติ นักสถิติมักจะใช้ค่ากลาง หรือค่าที่มีแนวโน้มว่าอยู่ตรงกลางเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งชุด โดยเรียกค่านั้นว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) หรือเรียกสั้นๆ ว่า ค่าเฉลี่ยหรือมัชฌิมเลขคณิต (Mean) นอกจากนี้ยังมีค่ามัธยฐาน (Median) และค่าฐานนิยม (Mode) ซึ่งการเลือกใช้ค่ากลางแต่ละค่าต้องมีความเหมาะสมกับระดับการวัดของข้อมูลชุดนั้นๆ ด้วย

4.1 มัธยฐาน

มัธยฐาน คือ คะแนนที่อยู่ตรงกลางที่แบ่งคะแนนออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆ กัน ทำโดยนำคะแนนที่ได้มาเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยหรือจากน้อยไปหามาก มักเขียนสัญลักษณ์ค่าพารามิเตอร์แทนด้วย Md และสัญลักษณ์ค่าสถิติ แทนด้วย m แบ่งออกเป็น 3 กรณี (พรสิน สุภวาลย์, 2551 : 36) คือ

4.1.1 กรณีข้อมูลที่ไม่จัดกลุ่มคะแนนและเป็นจำนวนคี่

กรณีข้อมูลดิบที่ยังไม่ได้มีการจัดกระทำข้อมูล และมีจำนวนคี่ สามารถคำนวณ ได้ดังนี้

$$\text{มัธยฐาน} = X_{(n+1)/2}$$

ตัวอย่างที่ 4.1 จงหาค่ามัธยฐานของข้อมูลชุดนี้ 9 3 5 11 6 12 15

วิธีทำ ขั้นแรกต้องเรียงลำดับคะแนนก่อน

15 12 11 9 6 5 3

ค่าคะแนนกลางหรือมัธยฐานเท่ากับ 9

4.1.2 กรณีข้อมูลที่ไม่จัดกลุ่มคะแนนและเป็นจำนวนคู่

กรณีข้อมูลดิบที่ยังไม่ได้มีการจัดกระทำข้อมูล และมีจำนวนคู่ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{มัธยฐาน} = \frac{X_{n/2} + X_{(n/2)+1}}{2}$$

ตัวอย่างที่ 4.2 จงหาค่ามัธยฐานของข้อมูลชุดนี้ 18 15 11 9 7 4 3 3

วิธีทำ

คะแนนคู่ที่อยู่ตรงกลางคือ 9 กับ 7 ดังนี้

$$\text{มัธยฐาน} = \frac{9+7}{2} = 8$$

ดังนั้นมัธยฐานเท่ากับ 8

4.1.3 กรณีข้อมูลที่จัดกลุ่มคะแนน

ใช้สูตรคำนวณ (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 200) คือ

$$Md = L + i\left[\frac{N/2 - F}{f}\right]$$

เมื่อ

Md = มัธยฐาน

L = ขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของคะแนนในชั้นที่มีมัธยฐาน

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

i = อันตรภาคชั้น

F = ความถี่สะสมจากคะแนนต่ำสุดถึงคะแนนที่เป็นขีดจำกัดบนของคะแนนในชั้นก่อนที่มีมัธยฐาน

f = ความถี่ของคะแนนในชั้นที่มีมัธยฐาน

ตัวอย่างที่ 4.3 ถ้าคะแนนสอบวิชาดนตรีของนักเรียนห้องหนึ่งจำนวน 50 คน เป็นดังนี้

70 51 80 63 84 64 85 53 62 74 42 62 73 76 52 51 64 88 65 78 77 48 81 42 65 77 54 65 56 68 64 58 61 74 43 44 66 55 59 78 60 47 63 48 68 73 50 69 54 89

ถ้านำคะแนนสอบวิชาดนตรีมากำหนดเป็นช่วงๆ แล้วนับจำนวนนักเรียนที่สอบได้ในแต่ละช่วง ซึ่งเรียกว่า ความถี่ จะได้ตารางที่เรียกว่า ตารางแจกแจงความถี่ ดังนี้

คะแนนสอบวิชาดนตรี	ความถี่	ความถี่สะสม
41 - 50	8	8
51 - 60	11	19
61 - 70	16	35
71 - 80	10	45
81-90	5	50

วิธีทำ มัธยฐาน $= 60.5 + 10\left[\frac{50/2 - 19}{35}\right]$

$= 60.5 + 1.71$

$= 62.2$ คะแนน

มัธยฐานของข้อมูลชุดนี้ คือ 62.2 คะแนน

4.2 ฐานนิยม

ฐานนิยม คือ ค่าคะแนนที่ซ้ำกันมากที่สุดหรือที่มีความถี่มากที่สุดในข้อมูลชุดนั้น(พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544 : 295-296) แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

4.2.1 กรณีข้อมูลที่ไม่ได้จัดกลุ่มคะแนน

กรณีข้อมูลดิบที่ยังไม่ได้มีการจัดกระทำข้อมูล สามารถคำนวณได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4.4 10 11 11 11 9 4 3 3

ฐานนิยมคือ 11

ตัวอย่างที่ 4.5 15 12 11 9 6 5 3

ข้อมูลนี้ไม่มีฐานนิยมเพราะข้อมูลทุกค่ามีค่าเดียว

ตัวอย่างที่ 4.6 5 5 6 7 8 9 9

ฐานนิยมมี 2 ค่า คือ 5 และ 9

4.2.2 กรณีข้อมูลที่จัดกลุ่มคะแนน

ใช้สูตรคำนวณ คือ

$$Mo = L + i\left[\frac{d_1}{d_1 + d_2}\right]$$

เมื่อ

Mo = ฐานนิยม

L = ขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของชั้นที่มีฐานนิยมหรือชั้นที่มีความถี่สูงสุด

i = อันตรภาคชั้น

d_1 = ผลต่างของความถี่ของชั้นที่มีฐานนิยมและชั้นที่ต่ำกว่าหรือชั้นที่มีคะแนนน้อยกว่าลงมา 1 ชั้น

d_2 = ผลต่างของความถี่ของชั้นที่มีฐานนิยมและชั้นที่สูงกว่าหรือชั้นที่มีคะแนนมากกว่าขึ้นไป 1 ชั้น

ตัวอย่างที่ 4.7 จงหาฐานนิยมของข้อมูลชุดนี้

ช่วงอายุ (ปี)	จำนวน (คน)
5 – 9	3
10 – 14	10
15 – 19	15
20 – 24	8
25 - 29	3
30 - 34	12

วิธีทำ ฐานนิยม $= 14.5 + 5\left[\frac{5}{5+7}\right]$

$= 14.5 + 2.1$

$= 16.6$ ปี

ฐานนิยมของข้อมูลชุดนี้ คือ 16.6 ปี

4.3 ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยหรือเรียกว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิต เป็นต้น เป็นค่ากลางที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยคำนวณจากข้อมูลทุกตัว ค่าเฉลี่ยจะเหมาะกับข้อมูลเชิงปริมาณที่มีการกระจายไม่มาก และข้อมูลส่วนใหญ่จะเกาะกลุ่มอยู่ตรงกลาง หรือมีการแจกแจงแบบปกติ สัญลักษณ์ค่าสถิติ คือ $\overline{X}$ (เอ็กซ์บาร์) และสัญลักษณ์ค่าพารามิเตอร์ คือ μ (มิว) การคำนวณค่าเฉลี่ย แบ่งเป็น 4 กรณี คือ

4.3.1 กรณีเป็นข้อมูลดิบหรือข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

หรือ $$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + \ldots\ldots + X_n}{n}$$

เมื่อ

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

X_i = คะแนนดิบของข้อมูลของกลุ่มที่ศึกษา ณ ตำแหน่ง i ใดๆ จนถึง n จำนวน

n = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4.8 จงหาค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาสุขศึกษาของนักเรียนจำนวน 5 คน ซึ่งคะแนนสอบมีดังนี้ 15 12 16 8 และ10 คะแนน ตามลำดับ

วิธีทำ

$$\overline{X} = \frac{15+12+16+8+10}{5}$$

$$= \frac{61}{5}$$

$$= 12.2 \text{ คะแนน}$$

สรุป ค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มนี้เท่ากับ 12.2 คะแนน

4.3.2 กรณีเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i X_i}{n}$$

เมื่อ

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

f_i = ความถี่ของคะแนนแต่ละค่าลำดับที่ i ใดๆ

X_i = ค่าคะแนนที่เก็บข้อมูลมาตามลำดับที่ i ใดๆ

n = จำนวนข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4.9 จงหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำหนดให้

X	18	17	16	15	14	13	12	11
f	1	2	2	3	2	5	3	2

วิธีทำ จากสูตร $\overline{X} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} f_i X_i}{n}$

แทนค่า f_i และ X_i ตามลำดับที่ i ใดๆ ลงในตารางดังนี้

Xi	fi	fiXi
18	1	18
17	2	34
16	2	32
15	3	45
14	2	28
13	5	65
12	3	36
11	2	22
	$\sum f_i = 20$	$\sum f_i X_i = 280$

$$\overline{X} = \frac{280}{20}$$

$$\overline{X} = 14$$

สรุป ค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มนี้เท่ากับ 14

ตัวอย่างที่ 4.10 จงหาระดับความตั้งใจเรียนของนักศึกษา

นักศึกษามีความตั้งใจเรียน	คะแนน (X_i)	ความถี่ (f_i)
มากที่สุด	5	10
มาก	4	30
ปานกลาง	3	10
น้อย	2	15
น้อยที่สุด	2	5

วิธีทำ จากสูตร $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i X_i}{n}$

แทนค่า f_i และ X_i ตามลำดับที่ i ใดๆ ลงในตารางดังนี้

X_i	f_i	fiXi
5	10	50
4	30	120
3	10	30
2	15	30
1	5	5
	$\sum f_i = 70$	$\sum f_i X_i = 235$

$$\bar{X} = \frac{235}{70}$$

$\bar{X}$ = 3.36 คะแนน

4.3.3 กรณีเป็นข้อมูลที่มีการจัดช่วงชั้น

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i m_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

f_i = ความถี่ของแต่ละช่วงชั้นคะแนนลำดับที่ i ใดๆ

m_i = จุดกึ่งกลางของช่วงชั้นคะแนนลำดับที่ i ใดๆ

n = จำนวนข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4.11 จากการสอบวิชาสถิติสำหรับการวิจัยของนักศึกษา 11 คน ปรากฏผลดังนี้

คะแนน	ความถี่
14 – 16	1
11 – 13	3
8 – 10	4
5 – 7	2
2 – 4	1

จงหาค่าเฉลี่ยของผลการสอบของนักศึกษาว่าเป็นเท่าใด

วิธีทำ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. หาจุดกึ่งกลาง (Midpoint) ของคะแนนในแต่ละช่วงชั้น (m) ซึ่งหาได้โดยเอาขีดจำกัดบนรวมขีดจำกัดล่างแล้วหารด้วย 2
2. หาค่า $f_i m_i$ ของแต่ละชั้นคะแนน
3. หาค่า $\sum f_i$ และ $\sum f_i m_i$

คะแนน	m_i	f_i	$f_i m_i$
14 – 16	15	1	15
11 – 13	12	3	36
8 – 10	9	4	36
5 – 7	6	2	12
2 - 4	3	1	3
		$\sum f_i = 11$	$\sum f_i m_i = 102$

จากสูตร $$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i m_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{102}{11}$$

$$\overline{X} = 9.27$$ คะแนน

ตัวอย่างที่ 4.12 ผลการสำรวจอายุของผู้ป่วยเบาหวานในประเทศไทย ปรากฏผลดังนี้

ช่วงอายุ	ความถี่
30 – 39	100
40 – 49	250
50 – 59	300
60 – 69	450
70 – 79	300

จงหาค่าเฉลี่ยของอายุของผู้ป่วยเบาหวานในประเทศไทยว่าเป็นเท่าใด

วิธีทำ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. หาจุดกึ่งกลางของคะแนนในแต่ละช่วงชั้น (m) ซึ่งหาได้โดยเอาขีดจำกัดบนรวมขีดจำกัดล่างแล้วหารด้วย 2

2. หาค่า $f_i m_i$ ของแต่ละชั้นคะแนน

3. หาค่า $\sum f_i$ และ $\sum f_i m_i$

คะแนน	m_i	f_i	$f_i m_i$
30 – 39	34.5	100	3,450
40 – 49	44.5	250	11,125
50 – 59	54.5	300	16,350
60 – 69	64.5	450	29,025
70 – 79	74.5	300	22,350
		$\sum f_i = 1{,}400$	$\sum f_i m_i = 82{,}300$

จากสูตร $$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i m_i}{n}$$

$$\bar{X} = 82{,}300/1{,}400$$

$$\bar{X} = 58.78 \text{ ปี}$$

4.3.4 กรณีเมื่อข้อมูลแต่ละตัวมีน้ำหนักหรือความสำคัญไม่เท่ากัน

กรณีเมื่อข้อมูลแต่ละตัวมีน้ำหนักหรือความสำคัญไม่เท่ากัน (Weighted data) จะต้องหาค่ากลางที่เรียกว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก (Weighted arithmetic mean) (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2551 : 18)

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก} = \frac{\sum wx}{\sum w}$$

เมื่อ

W = ค่าน้ำหนักในแต่ละค่าคะแนน

x = ค่าคะแนนแต่ละตัว

∑w = ผลรวมของน้ำหนักของค่าคะแนนแต่ละค่า

ตัวอย่างที่ 4.13 นายมนตรีสอบได้ผลคะแนนเป็นดังนี้ วิชาภาษาอังกฤษได้ 20 คะแนน วิชาภาษาไทยได้ 80 คะแนน วิชาคณิตศาสตร์ได้ 65 คะแนน วิชาฟิสิกส์ได้ 70 คะแนน โดยในแต่ละวิชามีจำนวนชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์ ดังนี้ วิชาภาษาอังกฤษเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง วิชาภาษาไทยเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง วิชาคณิตศาสตร์เรียนสัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง วิชาฟิสิกส์เรียนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง

วิธีทำ

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของคะแนนสอบ} = \frac{(20x3)+(80x3)+(65x6)+(70x2)}{3+3+6+2}$$

$$= \frac{60+240+390+140}{14}$$

$$= \frac{830}{14}$$

$$= 59.29 \text{ คะแนน}$$

4.4 สรุป

การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางเป็นการหาค่าที่เป็นตัวแทนที่ดีเพียงหนึ่งค่าของข้อมูลทั้งหมด สามารถทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันได้แก่ ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ฐานนิยม ในการเลือกใช้สถิติต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับระดับการวัดของตัวแปร หากข้อมูลเป็นตัวแปรในระดับนามบัญญัตินิยมหาค่าฐานนิยม ส่วนข้อมูลในระดับอันดับมาตรานิยมหาค่ามัธยฐาน และข้อมูลในระดับช่วงมาตราและอัตราส่วนมาตราสามารถใช้การวัดค่ากลางใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูล ซึ่งถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะนิยมหาค่าเฉลี่ย

แบบฝึกหัดที่ 4

1. คะแนนจากการสอบวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียน 40 คน

42	88	37	75	98	93	73	62	69	80
52	76	66	54	73	69	83	62	53	79
69	56	81	75	52	65	49	80	67	59
88	80	44	71	72	87	91	82	89	79

จงหาค่าเฉลี่ย โดยแบ่งเป็นกรณีไม่แจกแจงความถี่ และให้สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยกำหนดความกว้างของแต่ละช่วงชั้น เท่ากับ 8 คะแนน พร้อมทั้งค่าเฉลี่ย

2. จำนวนวันลาหยุดของนักศึกษาในรายวิชาสถิติ ปีการศึกษา 1/2557 พบว่า จำนวนวันที่นักศึกษาหยุดเรียน เป็นดังนี้

1	3	3	4	2	2	1	1	2	4
3	3	2	1	1	2	4	3	5	1
2	4	3	1	1	1	2	2	2	1

จงนำเสนอข้อมูลในรูปตารางแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

3. การสำรวจจำนวนนักศึกษาในแต่ละคณะ เป็นดังนี้

คณะ	ความถี่
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	700
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	350
วิทยาการจัดการ	450
รวม	1,500

จากข้อมูลดังกล่าว จงหาค่าสถิติที่เหมาะสม

4. จากการเก็บข้อมูลอัตราเงินเดือนของผู้มีงานทำที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี พบว่า

อัตราเงินเดือน (บาท)	จำนวน (คน)
9,001 – 15,000	100
15,001 – 21,000	250
21,001 – 27,000	60
27,001 – 33,000	50

จงหาว่าผู้มีงานทำที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี มีอัตราเงินเดือนเฉลี่ยกี่บาท

5. ข้อมูลแสดงจำนวนชั่วโมงที่เด็กวัยรุ่นใช้ไปในการเล่นเกมส์ออนไลน์ใน 1 วัน ดังนี้

5	8	8	6	4	4	4	5
6	6	7	3	3	5	4	4
8	8	10	10	6	7	7	8
10	7	7	4	5	3	6	7

จากข้อมูลดังกล่าว จงหาว่าเด็กวัยรุ่นใช้เวลาไปในการเล่นเกมส์ออนไลน์เฉลี่ยกี่ชั่วโมงต่อวัน

6. ในการสอบปลายภาคเรียนของนายเอก และนายโท ในรายวิชาแรงงานสัมพันธ์ (3 หน่วยกิต), วิชาลีลาศ (1 หน่วยกิต), วิชากฎหมายปกครอง (3 หน่วยกิต) และวิชาศิลปะบำบัด (2 หน่วยกิต) พบว่า

รายวิชา	ผลการเรียน	
	นายเอก	นายโท
วิชาแรงงานสัมพันธ์	A	A
วิชาลีลาศ	A	C
วิชากฎหมายปกครอง	C	B
วิชาศิลปะบำบัด	B	A

โดยเกรด A = 4, B = 3, C = 2 และ D = 1 คะแนน จงคำนวณหาเกรดเฉลี่ยของคนทั้งคู่ และสรุปว่าในภาคการศึกษานี้ใครมีผลการเรียนดีกว่ากัน

เอกสารอ้างอิง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันราชภัฏพระนคร.

พรสิน สุภวาลย์. (2551). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัย.** ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2551). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5

เนื้อหา

บทที่ 5 การวัดการกระจายตัวของข้อมูล

1.1 พิสัย
1.2 ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์
1.3 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย
1.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1.5 สัมประสิทธิ์การกระจาย
1.6 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 5 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. สามารถคำนวณหาพิสัยได้
2. สามารถคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ได้
3. สามารถคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยได้
4. สามารถคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้
5. สามารถคำนวณหาสัมประสิทธิ์การกระจายได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 5

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 5
การวัดการกระจายตัวของข้อมูล

การวัดการกระจาย (Measures of dispersion) เป็นสถิติที่ช่วยให้ทราบถึงความแตกต่าง หรือ การแปรผันของคะแนนในชุดนั้นหรือกลุ่มอื่น ถ้าค่าที่ได้มามีค่าสูง หมายถึง คะแนนมีความแตกต่างกันมาก ถ้าค่าที่ได้มีค่าต่ำ หมายถึง คะแนนไม่มีความแตกต่างกันมากนักหรือใกล้เคียงกัน เนื่องจากการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบอกถึงลักษณะของข้อมูลได้ เพราะกรณีค่าเฉลี่ยของข้อมูลทุกชุดมีค่าเท่ากัน ไม่ได้หมายความว่าจะมีลักษณะข้อมูลเหมือนกันทุกชุด จึงต้องพิจารณาการกระจายของข้อมูลประกอบ เช่น ค่าเฉลี่ยจำนวนบุตรต่อครัวเรือนของ 4 หมู่บ้าน มีค่าเท่ากับ 2 คน แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมมาจากแต่ละหมู่บ้าน เป็นดังนี้

หมู่บ้าน	ข้อมูลดิบ	ค่าเฉลี่ย
1	1, 1, 2, 2, 4	2
2	2, 2, 2, 2	2
3	1, 1, 1, 1, 1, 4, 5	2
4	1, 1, 1, 1, 6	2

จะเห็นได้ว่า แม้ค่าเฉลี่ยจะเท่ากันทุกชุด แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลดิบจะพบว่าข้อมูลแต่ละชุดมีการกระจายตัวไม่เท่ากัน ดังนั้นการวัดการกระจายของข้อมูล จึงหมายถึงค่าที่ได้จากการสังเกตแต่ละค่าในข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งมีค่าแตกต่างจากค่ากลางไปมากน้อยเพียงไร ถ้าสังเกตมีค่าแตกต่างจากค่ากลางมาก จะถือว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจายมาก แต่ถ้าค่าสังเกตแตกต่างจากค่ากลางน้อยหรือมีค่าใกล้เคียงกับค่ากลาง จะถือว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจายน้อย

การวัดการกระจายมีวิธีการหลายวิธี ได้แก่

5.1 พิสัย

พิสัย หมายถึง การหาการกระจายของข้อมูลโดยนำข้อมูลที่มีค่าสูงที่สุด ลบกับข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุด เพื่อให้ได้ค่าที่เป็นช่วงของการกระจาย ซึ่งสามารถบอกถึงความกว้างของข้อมูลชุดนั้นๆ สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาพิสัยคือ

$$\text{พิสัย} = X_{max} - X_{min}$$

ตัวอย่างที่ 5.1 จงหาพิสัยจากข้อมูลชุดนี้ 25, 19, 32, 29, 19, 21, 22, 31, 19, 20, 15, 22, 23, 20

วิธีทำ

พิสัย = ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด

= 32 - 15

= 17

ข้อมูลชุดนี้มีพิสัย เท่ากับ 17

จุดอ่อนของค่าพิสัย (สมโภชน์ อเนกสุข, 2549 : 27) คือไม่สามารถบอกลักษณะการกระจายได้ชัดเจน ถ้าข้อมูลบางชุดมีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ ก็จะทำให้ค่าพิสัยมีค่าผิดตามไปด้วย

5.2 ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์

ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (Quartile deviation) คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลโดยพิจารณาจากครึ่งหนึ่งของระยะจากควอไทล์ที่ 3 (Q_3) ถึงควอไทล์ที่ 1 (Q_1) หรือครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง ควอไทล์ที่ 3 (Q_3) และควอไทล์ที่ 1 (Q_1) ของคะแนนข้อมูลชุดหนึ่งๆ เป็นการกระจายเพื่อวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยมัธยฐาน ซึ่งเป็นการวัดการกระจายกันของข้อมูลแบบง่ายๆ เพราะว่าใช้การคำนวณน้อยกว่าส่วนเบี่ยงเบนประเภทอื่น โดยต้องคำนวณควอไทล์ที่ 1 และควอไทล์ที่ 3 มาก่อน โดยใช้สูตร

$$Q.D = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

เมื่อ Q.D = ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์

Q_3 = ควอไทล์ที่ 3

Q_1 = ควอไทล์ที่ 1

สูตรคำนวณค่าควอไทล์

$$Qr = L + \left(\frac{\frac{r}{4}(N) - \sum f_L}{f_{Q_r}} \right) i$$

เมื่อ

Qr = ค่าคะแนนที่ตำแหน่งควอไทล์r

r = ตำแหน่งควอไทล์ที่ต้องการหา เช่น ควอไทล์ที่ 1, 2, 3

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

L = ขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของคะแนนในชั้นที่คะแนนควอไทล์อยู่

i = อันตรภาคชั้น

$\sum f_L$ = ความถี่สะสมของคะแนนในชั้นก่อนถึงชั้นที่คะแนนควอไทล์อยู่ หรือชั้นที่ต่ำกว่าชั้นที่คะแนนควอไทล์อยู่

F_{Qr} = ความถี่ของคะแนนในชั้นที่มีคะแนนควอไทล์อยู่

ตัวอย่างที่ 5.2 ตารางแสดงจำนวนเงินที่เด็กนักศึกษาได้รับมามหาวิทยาลัยใน 1 วัน

จำนวนเงิน (บาท)	จำนวนนักศึกษา	ความถี่สะสม	ตำแหน่งที่
5 - 7	14	14	1 – 14
8 - 10	11	25	15 – 25
11 - 13	38	63	26 – 63
14- 16	27	90	64 – 90
17 - 19	10	100	91 - 100

จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์

วิธีทำ จากสูตร $Qr = L + \left(\dfrac{\frac{r}{4}(N) - \sum f_L}{f_{Q_r}}\right) . I$

หา $Q_3 = 13.5 + \left(\dfrac{\frac{3}{4}(100) - 63}{27}\right) . 3$

$= 13.5 + \left(\dfrac{75 - 63}{27}\right) . 3$

$= 13.5 + 1.33$

$= 14.83$

หา $Q_1 = 10.5 + \left(\dfrac{\frac{1}{4}(100) - 25}{38}\right) . 3$

$= 10.5 + \left(\dfrac{25 - 25}{38}\right) . 3$

$$= \quad 10.5 + 0$$

$$= \quad 10.5$$

เพราะฉะนั้น Q.D. $= \dfrac{Q_3 - Q_1}{2} = \dfrac{14.83 - 10.5}{2} = \dfrac{4.33}{2} = 2.165$

การใช้ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ นิยมใช้คู่กับมัธยฐาน โดยเฉพาะกรณีที่ข้อมูลเบ้ เมื่อใช้ Q_1 และ Q_3 มาคำนวณจะตัดค่าที่มากหรือน้อยผิดปกติออกไป จะใช้ค่าตรงกลางมาคำนวณค่าการกระจายเท่านั้น (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 58)

5.3 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) คือ ค่าเฉลี่ยของค่าที่ต่างไปจากมัชฌิมเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้นหรือผลต่างของคะแนนแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย

สูตรการคำนวณ $\quad MD = \dfrac{\sum |X - \bar{X}|}{n}$

เมื่อ MD = ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย
X = ค่าคะแนนแต่ละตัว
$\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น
n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 5.3 จงหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้

คนที่	คะแนน	$X-\bar{X}$	$\lvert X-\bar{X} \rvert$
1	3	-3	3
2	7	1	1
3	10	4	4
4	5	-1	1
5	5	-1	1

วิธีทำ

จากสูตร $\quad \bar{X} = \dfrac{\sum X}{n}$

$$= \frac{3+7+10+5+5}{5}$$

$$= \frac{30}{5}$$

$$= 6$$

$$MD = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n}$$

$$= \frac{10}{5}$$

$$= 2$$

โดยทั่วไปแล้ว การวัดการกระจายแบบนี้มักไม่นิยมใช้นัก เพราะทางสถิตินั้นค่าตัวเลขสัมบูรณ์ (Absolute value) มักจะหลีกเลี่ยงไม่นิยมใช้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540 : 99) ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเองก็เปรียบเทียบลำบาก ให้ความหมายไม่ดีพอ สิ่งที่น่าสังเกตอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผลรวมทั้งหมดของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยจากมัธยฐานที่เป็นค่าสัมบูรณ์จะมีค่าน้อยที่สุด

5.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เป็นค่าที่พัฒนามาจากส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย เนื่องจากการคิดคำนวณค่าสัมบูรณ์โดยไม่คิดเครื่องหมายของตัวเลขดูจะผิดจากข้อเท็จจริง โดยหาค่าเฉลี่ยจากค่าความเบี่ยงเบนที่ยกกำลังสองแล้วจึงถอดรากกำลังสองของค่านั้น จะได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard deviation : SD, S)

5.4.1 กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่

1. เมื่อข้อมูลได้จากประชากร

n-1 เป็นค่าของชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom) ใช้แก้ความคลาดเคลื่อนของค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้ อันเนื่องมาจากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (n < 30) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 64 : 2546)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

X_i = ค่าคะแนนตำแหน่งที่ I ถึง N

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

N = จำนวนข้อมูลประชากร

2. กรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่ เมื่อข้อมูลได้จากกลุ่มตัวอย่าง

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	SD	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	=	ค่าคะแนนตำแหน่งที่ I ถึง n
	$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	=	จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 5.4 จงหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชาสังคมต่อไปนี้

4 12 11 7 6

วิธีทำ

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\bar{X} = \frac{4+12+11+7+6}{5}$$

$$\bar{X} = \frac{40}{5}$$

$$\bar{X} = 8$$

คะแนน (X_i)	($X_i - \bar{X}$)	$\left(X_i - \bar{X}\right)^2$
4	-4	16
12	4	16
11	3	9
7	-1	1
6	-2	4
		$\sum\left(X_i - \bar{X}\right)^2 = 46$

แทนค่า SD $= \sqrt{\frac{46}{5-1}}$

SD $= \sqrt{\frac{46}{4}}$

SD $= \sqrt{11.5}$

SD = 3.39 คะแนน

หรือ SD $= \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n}X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n}X_i)^2}{n(n-1)}}$

คะแนน (X_i)	X_i^2
4	16
12	144
11	121
7	49
6	36
$\Sigma X = 40$	$\Sigma X^2 = 366$

แทนค่า SD $= \sqrt{\frac{5(366)-(40)^2}{5(4)}}$

SD $= \sqrt{\frac{1,830-1,600}{20}}$

SD = 3.39 คะแนน

ตัวอย่างที่ 5.5 จงหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนบุตรต่อครัวเรือน

จำนวนบุตร/ครัวเรือน	จำนวนครัวเรือน
1	10
2	20
3	8

ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 1.95 n = 38

วิธีทำ

แทนค่า

$$SD = \sqrt{\frac{10(1-1.95)^2 + 20(2-1.95)^2 + 8(3-1.95)^2}{38-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{10(-0.95)^2 + 20(0.05)^2 + 8(1.05)^2}{37}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{10(0.9025) + 20(0.0025) + 8(1.1025)}{37}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{9.025 + 0.05 + 8.82}{37}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{17.895}{37}}$$

$$SD = \sqrt{0.48365}$$

SD = 0.695 คน

5.4.2 กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่

1. เมื่อข้อมูลได้จากประชากร

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} f_i (X_i - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ	σ	=	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_i	=	ค่าคะแนน
	f_i	=	จำนวนความถี่ในแต่ละคะแนน
	μ	=	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร
	N	=	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม

2. เมื่อข้อมูลได้จากกลุ่มตัวอย่าง

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

หรือ

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^{n} f_i X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} f_i X_i \right)^2}{n-1}}$$

เมื่อ	SD	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$\overline{X}$	=	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	=	ค่าคะแนนตำแหน่งที่ I ถึง n
	n	=	จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	f_i	=	จำนวนความถี่ในแต่ละค่าคะแนน

ตัวอย่างที่ 5.6 จากการสุ่มเก็บข้อมูลการขาดเรียนของนักศึกษารัฐประศาสนศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 มีข้อมูลดังนี้

จำนวนวันที่ขาดเรียน/เทอม	จำนวน (คน)	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$f(X - \bar{X})^2$
1	10	-0.8	0.64	6.4
2	5	0.2	0.04	0.2
3	4	1.2	1.44	5.76
4	1	2.2	4.84	4.84

จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีทำ

จากสูตร $\bar{X} = \frac{\sum fX}{n}$

$$= \frac{10(1) + 5(2) + 4(3) + 1(4)}{20}$$

$$= \frac{36}{20}$$

$= 1.8$ วัน

แทนค่า $SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$

$$= \sqrt{\frac{6.4 + 0.2 + 5.76 + 4.84}{20 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{17.2}{19}}$$

$$= \sqrt{0.90}$$

$= 0.95$ วัน

5.4.3 กรณีข้อมูลมีการจัดกลุ่มคะแนน

1. เมื่อได้ข้อมูลจากประชากร

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} f_i (m_i - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากประของกร

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

m_i = จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วงชั้นของคะแนน

N = จำนวนข้อมูลประชากรทั้งหมด

f_i = จำนวนความถี่ในแต่ละชั้นของคะแนน

2. เมื่อได้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (m_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

หรือ

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^{n} f_i m_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} f_i m_i)^2}{n-1}}$$

เมื่อ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

m_i = จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วงชั้นของคะแนน

n = จำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

f_i = จำนวนความถี่ในแต่ละชั้นของคะแนน

ตัวอย่างที่ 5.7 จากตารางข้อมูลต่อไปนี้แสดงข้อมูลคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนน	ความถี่(f)
5-9	3
10-14	6
15-19	7
20-24	8
25-29	10
30-34	12
35-39	14

จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีทำ

สร้างตารางแจกแจงความถี่ได้ดังนี้

คะแนน	f_i	m_i	m_i^2	$f_i m_i$	$f_i m_i^2$
5-9	3	7	49	21	147
10-14	6	12	144	72	864
15-19	7	17	289	119	2023
20-24	8	22	484	176	3872
25-29	10	27	729	270	7290
30-34	12	32	1024	384	12288
35-39	14	37	1369	518	19166
-	n = 60	-	-	$\sum f_i m_i = 1560$	$\sum f_i m_i^2 = 45650$

แทนค่า

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} f_i m_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} f_i m_i)^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{60(45650)-(1560)^2}{60(60-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{2739000-2433600}{60(59)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{305400}{3540}}$$

$$SD = \sqrt{86.27}$$

$$SD = 9.29 \text{ คะแนน}$$

หรือ

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (m_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i m_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{1560}{60}$$

$$\overline{X} = 26 \text{ คะแนน}$$

$$SD = \sqrt{\frac{3(7-26)^2 + 6(12-26)^2 + 7(17-26)^2 + 8(22-26)^2 + 10(27-26)^2 + 12(32-26)^2 + 14(37-26)^2}{60-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{1,083 + 1,176 + 567 + 128 + 10 + 432 + 1,694}{60-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,090}{59}}$$

$$= \sqrt{86.27}$$

$$= 9.29 \quad \text{คะแนน}$$

ตัวอย่างที่ 5.8 จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังนี้

คะแนน	15 – 19	10 -14	5 - 9
ความถี่	10	25	15

วิธีทำ

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (m_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i m_i}{n}$$

$$= \frac{170+300+105}{50}$$

$$= \frac{575}{50}$$

$$\overline{X} = 11.5 \text{ คะแนน}$$

คะแนน	f	m	$m-\overline{X}$	$(m-\overline{X})^2$	$f(m-\overline{X})^2$
15 – 19	10	17	5.5	30.25	302.5
10 – 14	25	12	0.5	0.25	6.25
5 – 9	15	7	-4.5	20.25	303.75
	N = 50			$\sum f(m-\overline{X})^2$	= 612.50

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (m_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{612.5}{49}}$$

$$= \sqrt{12.5}$$

$$= 3.54$$

5.5 สัมประสิทธิ์ของการกระจาย

สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (Coefficient of variation) ตัวย่อ CV คืออัตราส่วนระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล ใช้ในการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล 2 ชุด ที่มีหน่วยในการวัดต่างกัน หรือมีเลขเฉลี่ยเลขคณิตต่างกัน

สูตร $CV = \frac{S}{\overline{X}}(100)$

เมื่อ CV = สัมประสิทธิ์ของการกระจาย

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ตัวอย่างที่ 5.9 จงหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย เมื่อ $\overline{X}$ = 19.83, SD = 8.79

วิธีทำ

แทนค่าในสูตร $C.V. = \frac{S}{\overline{X}}(100)$

$$= \frac{8.79}{19.83}(100)$$

$$= 0.4432(100)$$

$$= 44.33\%$$

ดังนั้นสัมประสิทธิ์ของการกระจายของข้อมูลชุดนี้ = 44.33%

ตัวอย่างที่ 5.10 การสำรวจรายได้ของเกษตรกรชาวสวนลำไยมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 35,000 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,450 บาท ส่วนรายได้ของผู้ค่าส่งลำไยมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 195,000 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15,780 บาท จงเปรียบเทียบการกระจายของรายได้ของ 2 กลุ่มอาชีพนี้

วิธีทำ

แทนค่าในสูตร $C.V. = \frac{S}{\overline{X}}(100)$

$$\text{CV ของรายได้เกษตรกร} = \frac{2,450}{35,000}(100)$$

$$= 7\%$$

$$\text{CV ของรายได้ผู้ค้าส่ง} = \frac{15,780}{195,000}(100)$$

$$= 8.09\%$$

สรุปได้ว่ารายได้ของผู้ค้าส่งแต่ละคนมีความแตกต่างกันมากกว่ารายได้ของเกษตรกร

5.6 สรุป

การวัดการกระจายของข้อมูลมีหลากหลายวิธี ได้แก่ ค่าพิสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจาย สถิติที่วัดการกระจายแต่ละตัวจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม ซึ่งการหาค่าพิสัยจะเป็นการวัดการกระจายที่หยาบกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากผลการวิเคราะห์มาจากค่าข้อมูลเพียงแค่สองค่าเท่านั้น

แบบฝึกหัดที่ 5

1. จงหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พิสัยและสัมประสิทธิ์ของการกระจายจากข้อมูลที่กำหนดให้

X	29	33	37	38	39	40	42	43	45	47	50	59	66
f	1	1	3	4	2	3	2	2	3	1	1	1	1

2. ตารางต่อไปนี้ แสดงค่าเกรดเฉลี่ยของนักศึกษาในที่ปรึกษาของอาจารย์ท่านหนึ่ง ปีการศึกษา 1/2558

เกรดเฉลี่ย	1 – 1.4	1.5 – 1.9	2.0 – 2.4	2.5 – 2.9	3.0 – 3.4
จำนวนนักศึกษา	2	4	10	3	1

จงหา

2.1 โดยเฉลี่ยแล้วนักศึกษาแต่ละคนได้เกรดเฉลี่ยเท่าไร

2.2 มัธยฐานของข้อมูลชุดนี้เท่ากับเท่าไร

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเกรดเฉลี่ยเท่ากับเท่าไร

3. ข้อมูล-ชุดหนึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์เท่ากับ 4 ถ้าควอไทล์ที่ 1 เท่ากับ 3 แล้ว ควอไทล์ที่ 3 มีค่าเท่าไร

เอกสารอ้างอิง

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : เทพเนรมิตการพิมพ์.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2549). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.** ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6

เนื้อหา

บทที่ 6 สมมติฐานการวิจัย

1.1. สมมติฐานทางการวิจัย

1.2 สมมติฐานทางสถิติ

1.3 แหล่งที่มาของสมมติฐาน

1.4 ลักษณะของสมมติฐานที่ดี

1.5 ข้อแนะนำในการตั้งสมมติฐาน

1.6 ประโยชน์ของสมมติฐาน

1.7 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 6 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. สามารถตั้งสมมติฐานทางการวิจัยได้
2. สามารถตั้งสมมติฐานทางสถิติได้
3. สามารถทราบที่มาของสมมติฐานและลักษณะที่ดีของสมมติฐานโดยการค้นคว้าจากแหล่งที่มาของสมมติฐาน
4. สามารถให้คำแนะนำในการตั้งสมมติฐานและทราบประโยชน์ของสมมติฐานได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 6

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 6
สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐาน (Hypothesis) คือคำตอบที่ผู้วิจัยคาดคะเนไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล เพื่อตอบความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ได้วางไว้ เป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ต้องเป็นประโยคบอกเล่า ตั้งไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล โดยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือเอกสารต่างๆ สมมติฐานแต่ละข้อต้องมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 ตัว ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งจาก 2 ลักษณะ คือ ลักษณะเปรียบเทียบหรือความสัมพันธ์

สมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (สมโภชน์ อเนกสุข, 2549 : 70) คือ

6.1 สมมติฐานทางการวิจัย

สมมติฐานทางการวิจัย (Research hypothesis) เป็นคำตอบที่ผู้วิจัยคาดคะเนไว้ล่วงหน้า และเป็นข้อความที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร เช่น ประชาชนที่มีฐานะทางสังคมแตกต่างกันจะมีส่วนร่วมทางการเมืองแตกต่างกัน สมมติฐานการวิจัยที่ตั้งขึ้นอาจเป็นข้อความที่แสดงการเปรียบเทียบหรือแสดงความสัมพันธ์ก็ได้ สมมติฐานการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. สมมติฐานแบบมีทิศทาง (Directional hypothesis) เช่น กลุ่มหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

2. สมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง (Non - directional hypothesis) เช่น แตกต่างกันหรือสัมพันธ์กัน

6.2 สมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติ (Statistical hypothesis) เป็นสมมติฐานที่เขียนในรูปแบบของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติ สมมติฐานทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานมี 2 ชนิด คือ

1. สมมติฐานที่เป็นกลาง (Null hypothesis) (H_0) ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงความไม่แตกต่างกัน เช่น

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ หมายความว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เท่ากันหรือไม่มีความแตกต่าง

H_0 : $\rho = 0$ หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y)

2. สมมติฐานอื่น (Alternative hypothesis) (H_1) ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงความแตกต่างกัน สมมติฐานอื่น แทนด้วย H_1 เป็นสมมติฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ หมายความว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่เท่ากันหรือมีความแตกต่างกัน

$H_1 : \rho \neq 0$ หมายความว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y

ในจุดมุ่งหมายหนึ่งควรตั้งสมมติฐานเพียง 1 ข้อ จึงจะเหมาะสมที่สุด

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการตั้งสมมติฐาน ได้แก่

μ (อ่านว่า มิว) แทนตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

σ (อ่านว่า ซิกมา) แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มประชากร

ρ (อ่านว่า โร) แทนสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ในกรณีที่เป็นงานวิจัยในลักษณะเปรียบเทียบ

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ในกรณีที่เป็นงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร H_1 มีได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

$H_1 : \rho \neq 0$

$H_1 : \rho > 0$

$H_1 : \rho < 0$

ตัวอย่างที่ 6.1

จุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง

สมมติฐาน นักเรียนหญิงกับนักเรียนชายมีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

$$H_0 : \mu_{\text{หญิง}} = \mu_{\text{ชาย}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{หญิง}} \neq \mu_{\text{ชาย}}$$

จุดมุ่งหมายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนกับความมีน้ำใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐาน ผลการเรียนกับความมีน้ำใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวก

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho > 0$$

ตัวอย่างที่ 6.2

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความเป็นผู้นำระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย

สมมติฐานทางการวิจัย

นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีลักษณะความเป็นผู้นำแตกต่างกัน

สมมติฐานทางสถิติ

ตั้งทั้ง H_0 และ H_1 ดังนี้

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ตัวอย่างที่ 6.3

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานทางการวิจัย

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานทางสถิติ

ตั้งทั้ง H_0 และ H_1 ดังนี้

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

ข้อสังเกต ในตัวอย่างที่ 6.2 เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่มโดยนำข้อมูลที่นำมาทดสอบเป็นข้อมูลในมาตราอันตรภาค (เป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบลักษณะความเป็นผู้นำ) สมมติฐานทางสถิติจึงตั้งอยู่ในรูปของการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่ม 2 กลุ่ม ส่วนในตัวอย่างที่ 6.3เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปรซึ่งได้มาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างที่ 6.4 สมมติว่าการวิจัยเรื่องหนึ่งตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ว่า “เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเป็นผู้นำระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย” เพื่อความมุ่งหมายของการวิจัยข้อนี้สามารถตั้งสมมติฐานทางการวิจัย แล้วตั้งสมมติฐานทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานทางการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าจริงหรือไม่ ดังนี้

สมมติฐานทางการวิจัย

นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีลักษณะความเป็นผู้นำแตกต่างกัน

สมมติฐานทางสถิติ

ตั้งทั้ง H_0 และ H_1 ดังนี้

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ตัวอย่างที่ 6.5 สมมติว่าการวิจัยเรื่องหนึ่งตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ว่า “เพื่อศึกษาว่าความสนใจในการชมภาพยนตร์ไทยกับระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กันหรือไม่” สามารถตั้งสมมติฐานทางการวิจัยและสมมติฐานทางสถิติ ดังนี้

สมมติฐานทางการวิจัย

ความสนใจในการชมภาพยนตร์ไทยกับระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กัน

สมมติฐานทางสถิติ

ตั้งทั้ง H_0 และ H_1 ดังนี้

$H_0 : \rho = 0$

$H_0 : \rho \neq 0$

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงการตั้งสมมติฐานทางการวิจัยและสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางการวิจัย	สมมติฐานทางสถิติ
1. ความวิตกกังวลทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน	1. $H_0 : \rho = 0$ $H_1 : \rho \neq 0$
2. นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูด้วยวิธีต่างกันจะมีวินัยในตนเองแตกต่างกัน (2 วิธี)	2. $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$
3. การพิจารณาความดีความชอบขอบข้าราชการโดยคำนึงถึงความสามารถ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับขวัญในการทำงานของราชการ	3. $H_0 : \rho = 0$ $H_1 : \rho > 0$
4. วิธีการสอนแบบครูบรรยายให้ผลดีกว่าวิธีการสอนแบบให้ผู้เรียนอภิปราย	4. $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $H_1 : \mu_1 > \mu_2$
5. ผู้บริหารโรงเรียนที่มีวุฒิต่ำกว่าปริญญาตรี วุฒิปริญญาตรีขึ้นไปและมีพื้นฐานความรู้ทางการบริหารทางการศึกษา วุฒิปริญญาตรีขึ้นไปแต่ไม่มีพื้นความรู้ทางการบริหารการศึกษาจะมีปัญหาการปฏิบัติงานการบริหารบุคลากรแตกต่างกัน	$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ H_1 : มี μ อย่างน้อย 1 คู่ไม่เท่ากัน (หรือ $H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงค่า H_0 เป็นจริงและ H_0 ไม่เป็นจริง

		สภาพที่ถูกต้องของ H_0	
		H_0 เป็นจริง	H_0 ไม่เป็นจริง
การตัดสินใจ	ยอมรับ H_0	ตัดสินใจถูกต้อง $1 - \alpha$	ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 β
	ปฏิเสธ H_0	ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 α	ตัดสินใจถูกต้อง $1 - \beta$

ในการตั้งสมมติฐานอาจจะตั้งแบบมีทิศทางหรือไม่มีทิศทางก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้วิจัยจะมีข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษามากน้อยเพียงใด ถ้ามีข้อมูลมากพอที่จะยืนยัน ก็ตั้งแบบมีทิศทาง ถ้าข้อมูลไม่พอหรือไม่แน่ใจก็ตั้งแบบไม่มีทิศทาง

6.3 แหล่งที่มาของสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานจะต้องตั้งอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งผู้วิจัยจะต้องอาศัยที่มาของสมมุติฐานจากหลายทาง (วรางคณา จันทร์คง, 2556) ดังนี้

1. ทฤษฎีต่างๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาของแขนงวิชานั้นๆ ผู้วิจัยจะต้องทำการศึกษาและทำความเข้าใจในทฤษฎีและเนื้อหาเหล่านั้น ในอันที่จะช่วยให้การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐานได้เป็นอย่างดี และทำให้การวิจัยมีหลัก ได้ข้อค้นพบที่มีน้ำหนักน่าเชื่อถือ

2. ข้อค้นพบจากการวิจัยที่มีผู้ทำมาแล้ว ซึ่งข้อค้นพบต่างๆ จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถนำไปใช้ในการตั้งสมมติฐานได้

3. ความเชื่อทั่วๆ ไปของสังคมและหลักความจริงที่เป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป

4. ประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยเองอาจเป็นผู้มีความรู้ ความชำนาญในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี อีกทั้งอาจจะเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยได้ทำงานคลุกคลีกับเรื่องนั้นมาตลอด

5. ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะคำกล่าวหรือข้อคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นสามารถนำมาใช้ในการตั้งสมมติฐานได้

6. การสังเกตพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น รวมถึงการได้มีการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และแนวโน้มของพฤติกรรมหรือเหตุการณ์นั้นๆ ก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานได้

6.4 ลักษณะของสมมติฐานที่ดี

สมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, 40)

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานที่ดีต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย จุดมุ่งหมายต้องการศึกษาอะไร แนวใด สมมติฐานก็ควรตั้งให้อยู่ในลักษณะของแนวทางเดียวกัน

2. อธิบายหรือตอบคำถามได้ สมมติฐานที่ดีต้องอธิบายหรือตอบคำถามได้หมด ครอบคลุมปัญหาทุกด้าน และอยู่ในรูปแบบที่สามารถลงสรุปได้ว่าจะสนับสนุนหรือคัดค้าน

3. ตอบคำถามเพียงข้อเดียวหรือประเด็นเดียว สมมติฐานที่ดีแต่ละข้อความใช้ตอบคำถามเพียงข้อเดียวหรือประเด็นเดียว นั่นคือ ถ้าหลายหลายตัวแปร หรือหลายประเด็นควรแยกเป็นสมมติฐานย่อย ๆ เพราะจะทำให้สามารถลงสรุปว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานได้ชัดเจน

4. สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง สมมติฐานที่ดีต้องสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

5. ต้องสมเหตุสมผลตามทฤษฎีและความรู้พื้นฐาน สมมติฐานที่ดีต้องสมเหตุสมผลตามทฤษฎีและความรู้พื้นฐานที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

6. เขียนด้วยถ้อยคำที่อ่านเข้าใจง่าย และมีความชัดเจน สมมติฐานที่ดีต้องเขียนด้วยถ้อยคำที่อ่านเข้าใจง่ายและมีความชัดเจนภายในตัวเอง

7. สามารถตรวจสอบได้ สมมติฐานที่ดีต้องสามารถตรวจสอบได้มีข้อมูลหรือหลักฐานที่จะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านได้ สมมติฐานที่ดีไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป

8. มีขอบเขตพอเหมาะไม่แคบหรือกว้างไป สมมติฐานที่ดีต้องมีขอบเขตพอเหมาะไม่แคบหรือกว้างไป ถ้าแคบเกินไปจะทำให้อธิบายตัวแปรเกี่ยวข้องได้ไม่หมด ถ้ากว้างเกินไปก็จะทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลมาทดสอบได้เพียงพอ

9. มีอำนาจในการพยากรณ์ สมมติฐานที่ดีควรมีอำนาจในการพยากรณ์สูง

6.5 ข้อแนะนำในการตั้งสมมติฐาน

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน ควรกระทำหลังจากที่ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ มาเป็นอย่างดีเพราะจะทำให้ผู้วิจัยเกิดความคิดเกี่ยวกับหัวข้อปัญหาที่จะวิจัยทำให้สามารถตั้งสมมติฐานได้สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับปัญหาที่วิจัย

2. เขียนสมมติฐานในรูปของประโยคบอกเล่า การตั้งสมมติฐานควรเขียนในรูปของประโยคบอกเล่ามากกว่าประโยคคำถาม

3. มีประเด็นที่จะศึกษามากพองานวิจัยเรื่องหนึ่งๆ ควรมีประเด็นที่จะศึกษามากพอ การตั้งสมมติฐานควรแยกตามประเด็นย่อย ๆ ให้มากพอเพื่อตอบปัญหาทุกข้อ และเพื่อให้คุ้มกับการลงทุน

4. ประโยคสมมติฐานจะต้องมีความชัดเจน คำหรือกลุ่มคำที่ใช้ในประโยคสมมติฐานจะต้องมีความชัดเจนไม่กำกวม ถ้าเป็นศัพท์เฉพาะหรือคำที่มีความหมายได้หลายอย่าง ควรนิยามให้ชัดเจนให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

5. การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน ควรเขียนสมมติฐานในลักษณะที่จะเป็นแนวทางในการลงสรุปว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

6.6 ประโยชน์ของสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน มีประโยชน์ต่อการทำวิจัยหลายอย่าง (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544 : 111) ดังต่อไปนี้

1. ช่วยกำหนดขอบเขตของการวิจัย และทำให้เห็นปัญหาของการวิจัยได้ชัดเจน เนื่องจากสมมติฐานเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาในทุกด้าน ดังนั้นสมมติฐานจึงช่วยบอกให้ทราบว่าปัญหานั้นๆ จะศึกษาอะไรในแง่มุมใดบ้าง

2. ชี้แนวทางในการออกแบบการวิจัย เนื่องจากสมมติฐานจะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างปัญหากับข้อเท็จจริง และเป็นแนวทางในการออกแบบการวิจัยว่าจะใช้กลุ่มตัวอย่างชนิดใด ข้อมูลที่ต้องการมีอะไรบ้าง จะเก็บข้อมูลอย่างไร ควรเลือกใช้สถิติแบบใด

3. ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถแปลความหมายของข้อมูลได้ชัดเจน และเป็นแนวทางในการลงสรุปและเขียนรายงานการวิจัยได้อย่างชัดเจนในลักษณะของการคัดค้านหรือสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หากสมมติฐานได้รับการยอมรับ เนื่องจากสมมติฐานสามารถสร้างทฤษฎีใหม่ขึ้นมาได้ รวมทั้งเป็นการตรวจสอบทฤษฎีเก่าด้วย และหากสมมติฐานได้รับการคัดค้านหรือปฏิเสธก็จะทำให้นักวิจัยมีความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาได้ลึกซึ้งกว่าการศึกษาโดยไม่มีสมมติฐาน

6.7 สรุป

สมมติฐาน คือคำตอบที่ผู้วิจัยคาดคะเนไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล เพื่อตอบความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ได้วางไว้ เป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สมมติฐานการวิจัย และสมมติฐานทางสถิติทั้ง 2 ประเภทสามรถแบ่งออกเป็นสมมติฐานแบบมีทิศทางและไม่มีทิศทาง ที่มาของสมมติฐานมาได้จากหลายหลายทาง เช่น แนวคิด ทฤษฎี ข้อค้นพบจากการวิจัยที่มีผู้ทำไว้แล้ว ความเชื่อ ประสบการณ์ ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ การสังเกต เป็นต้น ลักษณะของสมมติฐานที่ดี ควรสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย ต้องสามรถตอบคำถามได้ครอบคลุมปัญหาทุกๆด้านที่ศึกษา ทดสอบได้ ใช้ภาษาชัดเจนเข้าใจง่าย สมเหตุสมผลตามทฤษฎี ในการตั้งสมมติฐานควรกระทำหลังจากการทบทวนวรรณกรรม โดยเขียนเป็นประโยคบอกเล่าแยกประเด็นให้ครอบคลุมทุกปัญหาที่ต้องการศึกษา โดยใช้ภาษาที่ไม่กำกวม สมมติฐานมีประโยชน์ในการระบุขอบเขตปัญหา ชี้แนวทางในการวางแผนการวิจัย และช่วยให้นักวิจัยมีความแจ่มแจ้งในเรื่องที่ทำและง่ายต่อการสรุปผล

แบบฝึกหัดที่ 6

1. จงอธิบายความหมายของสมมติฐาน
2. ที่มาของสมมติฐานมีที่มาจากแหล่งใดบ้าง
3. สมมติฐานการวิจัย และสมมติฐานทางสถิติมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย
4. จงเขียนสมมติฐานทางสถิติ จากสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดให้ต่อไปนี้

4.1 เพศมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาล

4.2 อายุ (ปี) มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาล

4.3 ผู้ที่มีความถี่ในการมาใช้บริการ (มาก, น้อย) ต่างกันมีความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาลต่างกัน

4.4 ผู้ที่มีระดับการศึกษา (ประถมศึกษา, มัธยมศึกษา, ปริญญาตรี) ต่างกันมีความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาลต่างกัน

4.5 ช่วงเวลาที่มาใช้บริการ (08.00 – 11.00, 11.01 – 12.59, 13.00 – 16.30) มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาล

4.6 ระดับการศึกษา (ประถมศึกษา, มัธยมศึกษา, ปริญญาตรี) มีความสัมพันธ์กับการประกอบอาชีพ

4.7 ผู้ที่มีตำแหน่งทางสังคม (นายกเทศมนตรี, กำนัน, อสม.) ต่างกันมีความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาลต่างกัน

4.8 ช่วงวัย (วัยรุ่น, วัยทำงาน) ต่างกันมีความพึงพอใจในการให้บริการของเทศบาลต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : เจริญผล.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันราชภัฏพระนคร.

วรางคณา จันทร์คง. (2556). **สมมติฐานการวิจัย.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : ww.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/book56_4/research.html. 23 มกราคม 2559.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2549). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.** ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7

เนื้อหา

บทที่ 7 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

1.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว

1.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มประชากร

1.3 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 7 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียวได้
2. สามารถคำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มประชากรได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 7

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 7
การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ในกระบวนการวิจัย เมื่อนักวิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาแล้ว กรณีข้อมูลอยู่ในระดับช่วงมาตราและอัตราส่วนมาตรา มักจะใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่ากลางในการนำเสนอ แต่เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จึงนำมาทดสอบสมมติฐาน เพื่อสรุปผลอ้างอิงค่ากลางนั้นไปยังประชากร เช่น ต้องการทราบว่ารูปแบบวิธีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารแบบใหม่ของ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าช้าง จะมีผลต่อการเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่มากขึ้นกว่าวิธีการประชาสัมพันธ์แบบเก่าหรือไม่ มักนิยมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาควบคู่กับการเลือกใช้สถิติ เช่น จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ความเป็นอิสระ การทราบถึงความแปรปรวนของประชากรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

7.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว

การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียวจะพบในงานวิจัยค่อนข้างน้อยทั้งนี้เพราะในการทดสอบต้องทราบค่าเฉลี่ยของประชากร μ การใช้ค่า μ ที่ได้จากการสำรวจในปีก่อนหรือจากสถิติเดิม อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา และสภาพทางสังคมได้เป็นผลให้การทดสอบ ความคลาดเคลื่อนตามไปด้วย (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : หน้า 239-250)

ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว ประกอบด้วยการทดสอบด้วย Z - test และ T - test การเลือกใช้การทดสอบทั้ง 2 ชนิดเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. เมื่อทราบค่า σ^2 ใช้ Z - test

การตั้งสมมติฐานทางสถิติ

$H_0 : \mu = 45$

ในกรณีทดสอบ 2 หาง (2 - Tailed test)

$H_1 : \mu \neq 45$

ในกรณีทดสอบหางเดียว (1 - Tailed test)

$H_1 : \mu < 45$ หรือ $H_1 : \mu_1 > 45$

สูตรในการคำนวณ

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

μ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
2. ค่าของตัวแปรตามเป็นอิสระต่อกัน
3. ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร

การแปลผลคำนวณ

1. เมื่อทดสอบสองหาง

เช่น H_1 : $\mu \neq 45$

1.1 นำค่า Z ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า Z ที่เปิดจากตารางด้วยค่า $\alpha/2$ ที่กำหนดในการทดสอบ

1.2 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้มากกว่า +Z จากตาราง หรือน้อยกว่าค่า –Z จากตาราง จะปฏิเสธ (Reject) สมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

1.3 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้อยู่ระหว่างค่า –Z และ +Z จากตารางจะยังคง (Retain) สมมติฐานศูนย์ H_0

2. เมื่อทดสอบหางเดียวแบบมากกว่า

เช่น H_1 : $\mu_1 > 45$

2.1 นำค่า Z ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า Z ที่เปิดจากตารางด้วยค่า α ที่กำหนดในการทดสอบ

2.2 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้มากกว่า +Z จากตารางจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

2.3 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า +Z จากตารางจะยังคงรับสมมติฐานศูนย์ H_0

3. เมื่อทดสอบหางเดียวแบบน้อยกว่า

เช่น H_1 : $\mu < 45$

3.1 นำค่า Z ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า Z ที่เปิดจากตารางด้วยค่า α ที่กำหนดในการทดสอบ

3.2 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้น้อยกว่า - Z จากตารางจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

3.3 ถ้าค่า Z ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า +Z จากตารางจะยังคงรับสมมติฐานศูนย์ H_0

ตัวอย่างที่ 7.1 เก็บข้อมูลตัวอย่างนักศึกษา 100 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาสถิติ 18 คะแนนแต่จากการสำรวจเดิมพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาสถิติและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในประชากรเท่ากับ 16 และ 1.2 ตามลำดับ จงทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ α เท่ากับ .05

วิธีทำ $H_0: \mu = 16$

$H_1: \mu \neq 16$

โจทย์กำหนดให้ $\overline{X} = 18$, $\mu = 16$, $\sigma = 1.2$, $n = 100$, $\alpha = .05$

จากสูตร
$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{18 - 16}{\frac{1.2}{\sqrt{100}}} = \frac{2}{0.12} = 16.67$$

ค่า Z จากตาราง $\alpha = .05$ เท่ากับ 1.96

ค่า Z ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าค่า Z จากตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 หมายความว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาสถิติแตกต่างจาก 16 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เมื่อไม่ทราบค่า σ^2 และ $n \geq 30$ ใช้ Z – test

โดยใช้ค่า S แทนค่า σ ในสูตร

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

μ_0 = ค่าคงที่

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
2. ค่าตัวแปรตามเป็นอิสระต่อกัน

ตัวอย่างที่ 7.2 จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 140 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 25.32 แต่จากการสำรวจของกระทรวงสาธารณสุขพบว่า ความสูงเฉลี่ยของนักศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 142 เซนติเมตร จงทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างว่าน้อยกว่าค่าในประชากรหรือไม่ กำหนดให้ α เท่ากับ .05

วิธีทำ $H_0: \mu = 142$

$H_1: \mu \neq 142$

โจทย์กำหนดให้ $\overline{X} = 140$, $\mu = 142$, $S = 25.32$, $n = 120$, $\alpha = .05$

จากสูตร
$$Z = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{140 - 142}{\frac{25.32}{\sqrt{120}}}$$

$$= \frac{-2}{\frac{25.32}{10.95}}$$

$$= 0.86$$

ค่า Z จากตาราง $\alpha = .05$ เท่ากับ -1.96

ค่า Z ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าค่า Z จากตาราง ดังนั้นจึงยังคง H_0 หมายความว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะยืนยันได้ว่าความสูงเฉลี่ยของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ต่ำกว่า 142 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 7.3 นักวิจัยท่านหนึ่งคิดว่าข้าราชการมีรายได้ 5,000 บาท เขาจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างข้าราชการมา 144 คน หารายได้เฉลี่ยได้ 5,500 บาท นักวิจัยท่านนี้จะสรุปว่าข้าราชการมีรายได้เฉลี่ยสูงกว่าของประชาชนในชุมชน ก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้หรือไม่ เมื่อกำหนด $\alpha = .05$

วิธีทำ $H_0: \mu = 5{,}000$

$H_1: \mu > 5{,}000$

ใช้ Z-test เพราะ $n > 30$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{5,500 - 5,000}{\frac{1,200}{\sqrt{144}}}$$

$$= 500/100$$

$$= 5$$

หาค่า Z จากตารางที่ α = .05 จากตาราง ได้ Z = 1.65 (เป็นหางเดียว)

เปรียบเทียบ Z คำนวณกับ Z ตาราง ซึ่ง Z คำนวณ > Z ตาราง สรุปได้ว่าปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าข้าราชการมีรายได้เฉลี่ยสูงกว่ารายได้เฉลี่ยของประชากรในชุมชน ก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือกล่าวได้ว่าข้าราชการมีรายได้เฉลี่ยสูงกว่ารายได้เฉลี่ยของประชากรในชุมชน ก.

3. เมื่อไม่ทราบค่า σ^2 และ n < 30 ใช้ T - test จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \qquad df = n - 1$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

μ_0 = ค่าคงที่

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
2. ค่าตัวแปรตามเป็นอิสระต่อกัน

การแปลผลคำนวณ

1. เมื่อทดสอบสองหาง

1.1 นำค่า t ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตาราง ด้วยค่า $\alpha/2$ ที่กำหนดในการทดสอบ

1.2 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า +t จากตารางหรือน้อยกว่าค่า –t จากตาราง จะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

1.3 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้อยู่ระหว่างค่า –t และ +t จากตารางจะยังคงรับสมมติฐานศูนย์ H_0

2. เมื่อทดสอบหางเดียวแบบมากกว่า

2.1 นำค่า t ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตารางด้วยค่า α ที่กำหนดในการทดสอบที่ df = n - 1

2.2 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า +t จากตารางจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

2.3 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า +t จากตารางจะยังคงรับสมมติฐานศูนย์ H_0

3. เมื่อทดสอบหางเดียวแบบน้อยกว่า

3.1 นำค่า t ที่คำนวณเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตารางด้วยค่า α ที่กำหนดในการทดสอบที่ df = n - 1

3.2 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า -t จากตารางจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ H_0 และรับสมมติฐานทางเลือก H_1

3.3 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า +t จากตารางจะยังคงรับสมมติฐานศูนย์ H_0

ตัวอย่างที่ 7.4 จงทดสอบรายได้เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนของประชาชนที่มีอาชีพรับจ้างใน กรุงเทพมหานครพบว่ามีรายได้เฉลี่ย 4,000 บาทต่อเดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 34.6 จากสถิติที่เคยสำรวจทั่วประเทศพบว่า รายได้เฉลี่ยในอาชีพนี้เท่ากับ 3,986 บาทต่อเดือน โดยกำหนดให้ α เท่ากับ .05

วิธีทำ $H_0: \mu = 3{,}986$

$H_1: \mu \neq 3{,}986$

โจทย์กำหนดให้ $\overline{X} = 4{,}000$, $\mu = 3{,}986$, $S = 34.6$, $n = 20$, $\alpha = .05$

จากสูตร $$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \ df = n-1$$

$$= \frac{4{,}000 - 3{,}986}{\frac{34.6}{\sqrt{20}}}$$

$$= \frac{14}{7.7}$$

$$= 1.81$$

ค่า t จากตาราง α =.05 และ df = 20-1 = 19 เท่ากับ 1.729

ค่า t ที่มากกว่าค่า t คำนวณได้จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 หมายความว่ารายได้เฉลี่ยของประชาชนที่มีอาชีพรับจ้างในกรุงเทพมหานครมากกว่า 3,986 บาทต่อเดือน

ตัวอย่างที่ 7.5 ในปีการศึกษา 1/2559 เทอมต้น นักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งใช้เวลาในการลงทะเบียนเฉลี่ยแล้ว 50 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 นาที ในเทอมปลายภาคได้ใช้วิธีการลงทะเบียนแบบใหม่จากการสุ่มนักศึกษามา 12 คน เพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในการลงทะเบียนปรากฏว่าเฉลี่ยแล้วใช้เวลา 42 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.9 นาที จงทดสอบว่าการลงทะเบียนแบบใหม่เฉลี่ยแล้วใช้เวลาน้อยกว่า 50 นาทีหรือไม่ (กำหนด α = .05)

วิธีทำ ตั้ง H_0 และ H_1

H_0 : μ = 50 (การลงทะเบียนแบบใหม่เฉลี่ยแล้วใช้เวลาเท่ากับ 50 นาที)

H_1 : μ < 50 (การลงทะเบียนแบบใหม่เฉลี่ยแล้วใช้เวลาน้อยกว่า 50 นาที)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{42 - 50}{\frac{11.9}{\sqrt{12}}}$$

$$= -2.33$$

ที่ α = .05, df = n – 1 = 12 -1 = 11 ได้ t ตาราง = -1.796

t คำนวณ < t ตาราง สรุปได้ว่าปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าการลงทะเบียนแบบใหม่เฉลี่ยแล้วใช้เวลาน้อยกว่า 50 นาที

7.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มประชากร

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม การแบ่งกลุ่มที่ใช้ในการเปรียบเทียบนิยมใช้ตัวแปรที่อยู่ในมาตรนามบัญญัติเป็นตัวแบ่งกลุ่ม เช่น เพศ แบ่งเป็นชายกับหญิง ในกรณีที่ต้องการแบ่งกลุ่มโดยใช้ตัวแปรในมาตรอันตรภาคขึ้นไป จะต้องมีการแปลงให้อยู่ในมาตรนามบัญญัติเสียก่อน

เช่น กลุ่มเด็กที่สอบได้และสอบตก เป็นการแบ่งกลุ่มโดยนำคะแนนสอบซึ่งอยู่มาตรอันตรภาคโดยอาศัยคะแนนจุดตัดเป็นค่าแบ่งกลุ่ม ส่วนค่าเฉลี่ยที่นำมาเปรียบเทียบเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มที่ได้มาจากตัวแปรที่อยู่ในมาตร อันตรภาคหรืออัตราส่วน เช่น อายุ รายได้ คะแนนสอบ

หัวข้องานวิจัยที่มีการเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มประชากร ได้แก่

การเปรียบเทียบเจตคติต่อการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ของชาวชนบทในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีการสอนแบบเดิมและวิธีการสอนโดยใช้ชุดวิชาประกอบกิจกรรม

การศึกษาความแตกต่างของรายได้ในอาชีพรับราชการระหว่างเพศชายและเพศหญิง

การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุรักษ์แหล่งน้ำระหว่างประชาชนที่มีความรู้ด้านการจัดการน้ำและประชาชนที่ไม่มีความรู้ด้านการจัดการน้ำ

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
2. ค่าตัวแปรตามเป็นอิสระต่อกัน

สมมติฐานทางสถิติ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ในกรณีทดสอบ 2 หาง

หรือ $H_0: \mu_1 > \mu_2$ หรือ $\mu_1 < \mu_2$ ในกรณีทดสอบหางเดียว

7.2.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

หมายถึง ค่าขอตัวแปรที่เกิดขึ้นในกลุ่มหนึ่งมีค่าเป็นไปได้ไม่ขึ้นกับอีกกลุ่มหนึ่ง

1. เมื่อทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 และกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดใหญ่ (n_1 และ n_2 แต่ละค่ามากกว่า 30) ใช้ Z – test

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

การแปลผล เช่นเดียวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วย Z - test ในประชากรกลุ่มเดียว

ตัวอย่างที่ 7.6 สถาบันแห่งหนึ่งต้องการศึกษาว่านักศึกษาที่มีภูมิลำเนาอยู่ในกรุงเทพมหานครจะมีผลการศึกษาดีกว่านักศึกษาที่มีภูมิลำเนาอยู่ในต่างจังหวัดหรือไม่ จึงสุ่มตัวอย่างนักศึกษาทั้งสองกลุ่มๆ ละ

100 คน กลุ่มแรกมีเกรดเฉลี่ย 2.7 ความแปรปรวนในประชากร 0.36 กลุ่มที่สองมีเกรดเฉลี่ย 2.54 ความแปรปรวนในประชากร 0.40 มาทดสอบความแตกต่างโดยกำหนดค่า α เท่ากับ 0.10

วิธีทำ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

โจทย์กำหนด $\overline{X}_1 = 2.7$, $\overline{X}_2 = 2.54$, $\sigma_1^2 = 0.36$, $\sigma_2^2 = .40$, $n_1 = n_2 = 1000$, $\alpha = .10$

จากสูตร
$$Z = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{2.7 - 2.54}{\sqrt{\frac{0.36}{100} + \frac{0.40}{100}}}$$

$$= 1.84$$

ค่า Z ที่ $\alpha = .10$ จากตาราง เท่ากับ +1.645

ค่า Z จากการคำนวณมากกว่าค่า Z จากตาราง จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของเกรดนักศึกษาที่มีภูมิลำเนาในกรุงเทพมหานครสูงกว่านักศึกษาที่มีภูมิลำเนาในต่างจังหวัด

ตัวอย่างที่ 7.7 นักวิจัยท่านหนึ่งต้องการเปรียบเทียบวิธีการสอน 2 วิธี จึงได้สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มาจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ปรากฏผลการทดลองดังนี้

$\overline{x}_1 = 21.6$ $\overline{x}_2 = 18.2$

$S_1 = 8.9$ $S_2 = 10.1$

$n_1 = 75$ $n_2 = 80$

จงทดสอบว่าวิธีสอน 2 วิธีดังกล่าวให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ (α =.01)

วิธีทำ ตั้ง H_0 และ H_1

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) โจทย์ข้อนี้กำหนดให้ $\alpha = .01$

คำนวณค่า Z จากสูตร

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$Z = \frac{21.6 - 18.2}{\sqrt{\frac{(8.9)^2}{75} + \frac{(10.1)^2}{80}}}$$

$$= 2.22$$

หาค่า Z จากตารางที่ α = .01 ได้ Z = ±2.58

เปรียบเทียบ Z คำนวณกับ Z ตาราง พบว่า Z คำนวณ < Z ตาราง (Z คำนวณ = 2.20, Z ตาราง = 2.58) สรุปได้ว่ายอมรับ H_0 นั่นคือวิธีสอน 2 วิธีนั้นให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าวิธีสอน 2 วิธีนั้นให้ผลใกล้เคียงกัน

2. เมื่อไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ทดสอบโดยใช้ F - test พบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ใช้ T - test ที่ประมาณค่าความแปรปรวน 2 กลุ่ม ด้วยกัน

จากสูตร $$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_P^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}, \ t_{n1+n2-2}$$

$$S_P^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

การแปลผลคำนวณ เช่นเดียวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วย T - test ในประชากรกลุ่มเดียว

ตัวอย่างที่ 7.8 สุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 12 ปีจากจังหวัดเชียงใหม่ 34 คน วัดส่วนสูงได้เฉลี่ย 150 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.3 เซนติเมตร จากนั้นสุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 12 ปีจากจังหวัดนนทบุรี 28 คน วัดส่วนสูงได้เฉลี่ย 145 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.7 เซนติเมตร จากการสำรวจพบว่าความแปรปรวนของเด็กทั้งสองจังหวัดไม่แตกต่างกัน จงทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างส่วนสูงเฉลี่ยดังกล่าวที่ α = .05

วิธีทำ $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

โจทย์กำหนด $\overline{X}_1 = 150$, $\overline{X}_2 = 145$, $S_1 = 1.3$, $S_2 = 1.7$, $n_1 = 34$, $n_2 = 28$, $\alpha = 0.5$

จากสูตร $$t_p = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{S_P^2\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}},\ t_{n1+n2-2}$$

$$S_P^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

แทนค่า $$df = 34 + 28 - 2 = 60$$

$$S_P^2 = \frac{(34-1)1.3^2+(28-1)1.7^2}{34+28-2}$$

$$= 2.23$$

$$t_p = \frac{150-145}{\sqrt{2.23\left(\frac{1}{34}+\frac{1}{28}\right)}}$$

$$= \frac{5}{0.38}$$

$$= 13.16$$

ค่า t จากตาราง $\alpha = .05$ df = 60 เท่ากับ 1.671

ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ส่วนสูงของเด็กอายุ 12 ปีที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนนทบุรีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวอย่างที่ 7.9 การสอนวิชาเรขาคณิตโดยไม่ใช้อุปกรณ์กับนักเรียนกลุ่มหนึ่งจำนวน 16 คน และสอนโดยใช้อุปกรณ์กับนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งจำนวน 18 คน เมื่อถึงปลายเทอมทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

	$\bar{X}$	S
กลุ่มที่ 1 (ไม่ใช้อุปกรณ์)	20	7
กลุ่มที่ 2 (ใช้อุปกรณ์)	27	10

จงทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียน 2 กลุ่มนี้แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และตั้งข้อตกลงว่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากัน

วิธีทำ ตั้ง H_0 และ H_1

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และตั้งข้อตกลงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ ต้องใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

จากโจทย์ $\bar{X}_1 = 20$ $\bar{X}_2 = 27$

$S_1 = 7$ $S_2 = 10$

$n_1 = 16$ $n_2 = 18$

$$t = \frac{20-27}{\sqrt{\frac{(16-1)(7)^2+(18-1)(10)^2}{16+18-2}\left(\frac{1}{16}+\frac{1}{18}\right)}}$$

$$t = \frac{-7}{\sqrt{\frac{735+1{,}700}{32}(0.118)}}$$

$$t = \frac{-7}{(0.72)(0.34)}$$

$$t = \frac{-7}{2.96}$$

$$t = -2.36$$

หาค่า t จากตารางที่ α = .05, df = $n_1 + n_2 - 2$ = 16 + 18 − 2 = 32, t = -2.04 (ค่า t ใส่ตารางเครื่องหมาย - เพราะ t ที่คำนวณได้คิดเครื่องหมายลบ)

เปรียบเทียบ t คำนวณกับ t ตาราง ปรากฏว่า t คำนวณ < t ตาราง (t คำนวณ = -2.36, t ตาราง = -2.04) สรุปได้ว่าปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียนที่ใช้อุปกรณ์แตกต่างกับนักเรียนที่ไม่ใช้อุปกรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียนที่ใช้อุปกรณ์กับนักเรียนที่ไม่ใช้อุปกรณ์แตกต่างกันจริง โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้อุปกรณ์

3. เมื่อไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ทดสอบโดยใช้ F - test พบว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ใช้ T - test ที่ประมาณค่าความแปรปรวน 2 กลุ่มแยกกัน

จากสูตร $$t_s = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}, t_v$$

$$V = df$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(S_1^2/n_1\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(S_2^2/n_2\right)^2}{n_2 - 1}}$$

การแปลผลคำนวณ เช่นเดียวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วย T – test ในประชากรกลุ่มเดียว

ตัวอย่างที่ 7.10 สุ่มคนงานโรงงานตุ๊กตาผลัดเช้ามา 10 คน พบว่าทำตุ๊กตาได้เฉลี่ยคนละ 42 คนต่อวัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.2 จากนั้นสุ่มคนงานโรงงานตุ๊กตาผลัดเย็นมา 12 คน พบว่าทำตุ๊กตาได้เฉลี่ยคนละ 50 ตัวต่อวัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.8 จากการสำรวจพบว่าความแปรปรวนในการผลิตของคนงานที่สองผลัดแตกต่างกัน จงทดสอบความแตกต่างในการทำตุ๊กตาเฉลี่ยของคนงานทั้งสองผลัดที่ $\alpha = .05$

วิธีทำ $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 > \mu_2$

โจทย์กำหนด $\overline{X}_1 = 50$, $\overline{X}_2 = 42$, $S_1 = 4.8$, $S_2 = 3.2$, $n_1 = 12$, $n_2 = 10$, $\alpha = 0.5$

จากสูตร

$$t_s = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}},\ t_v$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(S_1^2/n_1\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(S_2^2/n_2\right)^2}{n_2 - 1}}$$

แทนค่า

$$V = \frac{\left(\frac{4.8^2}{12} + \frac{3.2^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(4.8^2/12\right)^2}{12 - 1} + \frac{\left(3.2^2/10\right)^2}{10 - 1}}$$

$$= 19.19 \sim 19$$

$$t_s = \frac{50 - 42}{\sqrt{\frac{4.8^2}{12} + \frac{3.2^2}{10}}}$$

$$= \frac{8}{1.72}$$

$$= 4.65$$

ค่า t จากตาราง α = .05 df = 19 มีค่าเท่ากับ 2.093

ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตารางจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือคนงานทั้งสองผลัดสามารถทำตุ๊กตาได้ในจำนวนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อสังเกต งานวิจัยที่มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรมีโอกาสน้อยมากที่จะใช้ Z - test ทั้งนี้เพราะงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 จึงใช้ T - test ในการทดสอบ

7.2.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

หมายถึง ค่าของตัวแปรที่เกิดขึ้นในกลุ่มหนึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ โดยขึ้นอยู่กับอีกกลุ่มหนึ่ง เช่นค่าคะแนนก่อนทดสอบ และค่าคะแนนหลังทดสอบ ซึ่งเป็นคะแนนของนักศึกษาในกลุ่มเดียวกัน

จากสูตร $$t_d = \frac{\bar{d}-\mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \quad , \quad t_n\text{-}1$$

เมื่อ d = ความแตกต่างของตัวแปรแต่ละคู่

$\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยของ d

S_d = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ d

$$S_d = \sqrt{\frac{n\sum d^2 - \left(\sum d\right)^2}{n(n-1)}}$$

μ_d = 0 (จาก H_0 : $\mu_1 = \mu_2$)

การแปลผลคำนวณ เช่นเดียวกับการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วย T - test ในประชากรกลุ่มเดียว

ตัวอย่างที่ 7.11 ในการเรียนวิชาสถิติอาจารย์ผู้สอนอยากทราบว่าวิธีการสอนทำให้คะแนนของนักศึกษาดีขึ้นหรือไม่ จึงสุ่มนักศึกษามา 5 คนทำการสอบก่อนการเรียน และทำการสอบหลังการเรียน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 7.1 การคำนวณค่า d และ d^2

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	d	d^2
1	41	50	9	81
2	50	60	10	100
3	60	70	10	100
4	70	80	10	100
5	79	90	11	121
		รวม	50	502

จงทดสอบว่าการสอนได้ผลจริงหรือไม่ โดยกำหนดให้ α = .05

วิธีทำ $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 > \mu_2$

โจทย์กำหนด n = 5, α = .05

จากสูตร $t_d = \dfrac{\bar{d}-\mu_d}{\dfrac{S_d}{\sqrt{n}}}$, t_{n-1}

$$S_d = \sqrt{\frac{n\sum d^2 - \left(\sum d\right)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{0.5}$$

$$= 0.7071$$

แทนค่า $t_d = \dfrac{10}{\dfrac{0.7071}{\sqrt{5}}}$

$$= 31.62$$

$$= 4.65$$

ค่า t จากตาราง α = .05 df = 4 มีค่าเท่ากับ 4.604

ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.3 สรุป

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย นิยมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาควบคู่กับการเลือกใช้สถิติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว ประกอบด้วยการทดสอบด้วย Z - test และ T-test การเลือกใช้การทดสอบทั้ง 2 ชนิดเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้คือ เมื่อทราบค่า σ^2 , เมื่อไม่ทราบค่า σ^2 และ $n \geq 30$, เมื่อไม่ทราบค่า σ^2 และ$n < 30$ และ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม การแบ่งกลุ่มที่ใช้ในการเปรียบเทียบนิยมใช้ตัวแปรที่อยู่ในมาตรนามบัญญัติเป็นตัวแบ่งกลุ่ม เช่น เพศแบ่งเป็นชายกับหญิง ในกรณีที่ต้องการแบ่งกลุ่มโดยใช้ตัวแปรในมาตรอันตรภาคขึ้นไปจะต้องมีการแปลงให้อยู่ในมาตรนามบัญญัติหรืออันดับมาตราเสียก่อน เช่น กลุ่มเด็กที่สอบได้และสอบตกเป็นการแบ่งกลุ่มโดยนำคะแนนสอบซึ่งอยู่มาตรอันตรภาคโดยอาศัยคะแนนจุดตัดเป็นค่าแบ่งกลุ่ม ส่วนค่าเฉลี่ยที่นำมาเปรียบเทียบเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มที่ได้มาจากตัวแปรที่อยู่ในมาตรอันตรภาคหรืออัตราส่วน เช่น อายุ รายได้ คะแนนสอบ

แบบฝึกหัดที่ 7

1. จากการอบรมวิชาทางการวิจัยการศึกษา คณะมนุษยศาสตร์ก่อนการอบรม 10 วันทำการสอบพื้นความรู้เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา อบรมครบ 10 วันสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิมด้วยแบบทดสอบชุดเดิมปรากฎว่าได้ผลดังนี้

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คะแนนก่อนอบรม	7	9	4	15	6	3	9	5	6	12
คะแนนหลังอบรม	5	15	7	11	4	7	8	10	6	16

จงทดสอบว่าการอบรมระยะ 10 วันทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้แตกต่างไปจากเดิมหรือไม่ (กำหนดให้ α = .05)

2. ผู้วิจัยต้องการทดลองวิธีเรียนรู้คำศัพท์ 2 วิธีว่าให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ โดยศึกษากับนักเรียนชั้น ม.5 จึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างมา 2 กลุ่มโดยที่กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มนี้ได้มาจากการจับคู่ด้วยคะแนน I.Q. ก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง หลังจากทำการทดลองมีการทดสอบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนรู้คำศัพท์ได้กี่คำ ผลการทดสอบปรากฏดังตาราง

คะแนนผลการเรียนรู้คำศัพท์	
กลุ่ม ก	กลุ่ม ข
10	11
9	7
9	8
8	9
8	6
7	6
7	8
5	4
4	3
4	4

จงทดสอบว่านักเรียนสองกลุ่มนี้เรียนรู้คำศัพท์ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

3. ในการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนทั่วไปจำแนกตามอาชีพ 2 กลุ่มอาชีพ ได้แก่เกษตรกร 12 คน และรับราชการ 20 คน เกี่ยวกับการบริหารงานของเทศบาลแห่งหนึ่ง พบว่าทั้ง 2 กลุ่มอาชีพมีความคิดเห็นจากคะแนนเต็ม 80 คะแนน โดยได้คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มเกษตรกร	62.6	33.8
กลุ่มข้าราชการ	47.2	10.1

จงทดสอบว่าประชาชน 2 กลุ่มอาชีพมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารงานของเทศบาลแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

เอกสารอ้างอิง

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์. (2550). **สถิติพื้นฐานเพื่อผู้บริหารท้องถิ่น.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทรุ่งเรืองรัตน์พริ้นติ้ง จำกัด.
สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8

เนื้อหา

บทที่ 8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป

1.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

1.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าเฉลี่ย

1.4 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 8 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. ทราบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
2. สามารถการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวได้
3. สามารถคำนวณการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าเฉลี่ยได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 8

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 8
การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป

ในการวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรในระดับช่วงมาตราและอัตราส่วนมาตรา จำแนกตามคุณลักษณะระหว่างกลุ่มประชากรที่อยู่ในระดับการวัดนามบัญญัติหรือระดับอันดับมาตรา เช่นผู้วิจัยต้องการทราบว่า ผู้ที่มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับปริญญาตรีขึ้นไปมีส่วนร่วมทางการเมืองแตกต่างกันหรือไม่ สามารถทดสอบได้ด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ชนิดที่เรียกว่า One – way ANOVA

8.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

1. การแจกแจงของค่าที่สังเกตได้ของตัวแปรตาม ในประชากรของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ ในกรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่อาจทำการทดสอบโดยใช้ χ^2 - test แต่ในการวิจัยเชิงทดลองมักจะมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ไม่เหมาะที่จะทดสอบด้วยวิธีการนี้ ควรที่จะหันไปพิจารณาใช้การทดสอบของ Kolmogolov-Smirnov แทน ซึ่งไม่มีข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างจะเหมาะสมกว่า (สุวิมล ติรกานันท์, 2546 : 266)

2. ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มตัวแปรอิสระเท่ากัน (Homogeneity of variance) ข้อตกลงนี้สำคัญมากในกรณีของการวิจัยเชิงทดลอง เพราะถ้าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันแล้ว ผู้วิจัยจะไม่สามารถสรุปได้ว่าความแปรปรวนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระจริงหรือไม่ นักวิจัยสามารถทดสอบความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ โดยใช้ Levene test หรือ Bartlett test

3. ค่าสังเกตที่ได้จากแต่ละตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน การที่กลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันทำให้ตัวแปรอิสระสามารถส่งผลต่อตัวแปรตามได้อย่างเต็มที่

8.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

การวิเคราะห์นี้มีปัจจัยหรือตัวแปรอิสระที่สนใจเพียงปัจจัยเดียว เช่น ต้องการเปรียบเทียบรายได้เฉลี่ยของอาชีพ 4 อาชีพ หรือเปรียบเทียบความพึงพอใจของประชาชนต่อประเภทการให้บริการ 3ประเภท เป็นต้น ในการเปรียบเทียบรายได้เฉลี่ยของอาชีพ 4 อาชีพปัจจัยที่สนใจ คือ อาชีพทั้ง 4 อาชีพ เรียกว่าระดับของปัจจัย ข้อมูลที่เก็บในแต่ละกลุ่มไม่จำเป็นต้องเท่ากันสามารถสร้างตาราง และใช้สัญลักษณ์ ได้ดังนี้

ประเภทหรือระดับของประชากร (Treatment)

	1	2	3	.	.	k	
	X_{11}	X_{21}	X_{31}	.	.	X_{k1}	
	X_{12}	X_{22}	X_{32}	.	.	X_{k2}	
	X_{13}	X_{23}	X_{33}	.	.	X_{k3}	
	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	
	X_{1n1}	X_{2n2}	X_{3n3}	.	.	X_{knk}	
ขนาดตัวอย่าง	n_1	n_2	n_3	.	.	n_k	n
ผลรวม	T_1	T_2	T_3	.	.	T_k	$T_.$
ค่าเฉลี่ย	$\overline{X}_1$	$\overline{X}_2$	$\overline{X}_3$	.	.	$\overline{X}_k$	$\overline{X}_{\bullet}$

X_{ij} = ข้อมูลที่ j ของระดับที่ i ; i = 1, 2,...,k และ j = 1, 2,...,n_i

เมื่อ n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด = $n_1 + n_2 + ... + n_k$

T_1 = ผลรวมของข้อมูลในระดับที่ i = $\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$

T. = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด = $\sum_{i=1}^{k} T_i = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$

$\overline{X}_i$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในระดับที่ I = $\dfrac{\sum_{i=1}^{n_i} X_{ij}}{n_i}$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด = $\dfrac{\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n}$

ในการทดสอบความแปรปรวน สามารถเขียนอยู่ในรูปตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ดังนี้

Source	df	SS	MS	F
Treatment	dfTrT = k-1	SSTrT	MSTrT = SSTrT /(k-1)	F = MSTrT / MSE
Error	dfE = n - k	SSE	MSE = SSE /(n - k)	
Total	dfT = n - 1	SST		

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

8.2.1 องศาอิสระ

องศาอิสระของการวิเคราะห์ทั้งหมด (dfT) ประกอบด้วยองศาอิสระระหว่างกลุ่ม (dfTrT) และองศาอิสระภายในกลุ่ม (dfE) โดยองศาอิสระทั้งหมดเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมดลบด้วย 1, องศาอิสระระหว่างกลุ่มเท่ากับจำนวนกลุ่มของประชากรลบด้วย 1 และองศาอิสระภายในกลุ่มเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมดลบด้วยจำนวนกลุ่มหรือเท่ากับ dfT ลบด้วย dfTrT สามารถคำนวณได้ดังนี้

	dfT	=	dfTrT + dfE
	n-1	=	(k-1) + (n - k)
โดย	n	=	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
	K	=	จำนวนกลุ่ม
(n - k)		=	(n-1) - (k-1)

8.2.2 ผลรวมกำลังสอง

ผลรวมกำลังสองเป็นผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง สามารถแบ่งได้เป็น 3 อย่างเช่นเดียวกับองศาอิสระ คือผลรวมกำลังสองทั้งหมด (SST) ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม (SSTrT) และผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม (SSE)

$$SST = SSTrT + SSE$$

ผลรวมกำลังสองทั้งหมดเป็นค่าผลรวมของความแตกต่างระหว่างข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยรวมยกกำลังสอง โดยมีสูตรดังนี้

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} \left(x_{ij} - \bar{x}_{.} \right)^2$$

หรือ

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T_{.}^2}{n}$$

ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่มเป็นค่าผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มกับค่าเฉลี่ยรวมยกกำลังสอง โดยมีสูตรดังนี้

$$SSTrT = \sum_{i=1}^{k} n_i \left(\bar{X}i - \bar{X}_{.} \right)^2$$

หรือ SSTrT = $\sum_{i=1}^{k}\frac{T_i^2}{n_i}-\frac{T.^2}{n}$

ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม (SSE) เป็นค่าผลรวมของความแตกต่างระหว่างข้อมูลแต่ละค่าในกลุ่มกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มนั้นยกกำลังสอง โดยมีสูตรดังนี้

$$SSE = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}\left(x_{ij}-\bar{x}_i\right)^2$$

หรือ SSE = SST - SSTrT

8.2.3 ค่าเฉลี่ยกำลังสอง

ค่าเฉลี่ยกำลังสองเป็นการนำค่าผลรวมกำลังสองมาหารด้วยองศาอิสระ ในที่นี้จะหาค่าเฉลี่ยกำลังสองเฉพาะค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างกลุ่ม และค่าเฉลี่ยกำลังสองภายในกลุ่ม

ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างกลุ่มได้จากผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่มหารด้วยองศาอิสระระหว่างกลุ่ม โดยมีสูตรดังนี้

MSTrT = SSTrT / dfTrT

ค่าเฉลี่ยกำลังสองภายในกลุ่มได้จากผลรวมกำลังสองภายในกลุ่มหารด้วยองศาอิสระภายในกลุ่ม โดยมีสูตรดังนี้

MSE = SSE / dfE

8.2.4 ค่าสถิติ F

การคำนวณค่าสถิติ F ได้จากการนำเอาค่า MSTrT มาหารด้วย MSE หากสมมติฐานหลักเป็นจริงแล้ว ความแปรผันที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มจะไม่แตกต่างกับความแปรผันระหว่างกลุ่มมากนัก เนื่องจากทุกกลุ่มของประชากรมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมาก แต่หากค่าเฉลี่ยของประชากรบางกลุ่มมีค่าแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆแล้ว ความแปรผันที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มจะมีค่ามากกว่าความแปรผันภายในกลุ่ม ทั้งนี้เพราะบางกลุ่มประชากรมีค่าเฉลี่ยที่ไม่เท่ากัน

F = MSTrT / MSE

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานอื่น

การตั้งสมมติฐานอื่นของการทดสอบนี้จะแตกต่างจากการตั้งสมมติฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ยหนึ่งกลุ่ม และสองกลุ่มประชากร เนื่องจากการตั้งสมมติฐานอื่นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้นจะตั้งเพียงอย่างเดียว คืออย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันจะไม่มีการทดสอบเป็นหางซ้ายหรือหางขวา และการทดสอบนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าคู่ใดมีความแตกต่างกันบอกได้เพียงว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันเท่านั้น

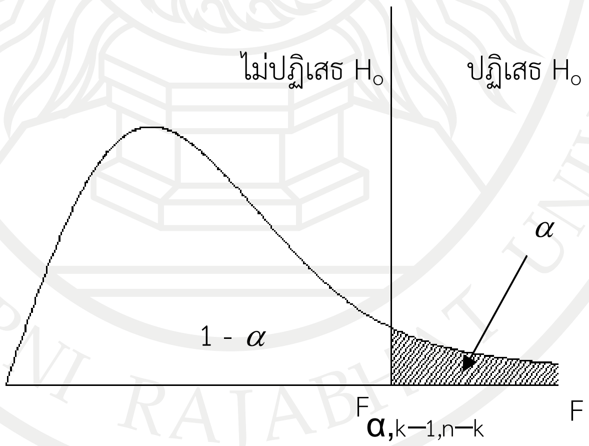
H_o : ค่าเฉลี่ยของประชากรทุกกลุ่มเท่ากันหรือ H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \ldots = \mu_k$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ไม่เท่ากันหรือ H_0 : $\mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$ อย่างน้อย 1 คู่

2. กำหนดระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญ เช่น α = 0.01, 0.05, 0.10

3. ตรวจสอบข้อตกลงหากข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลง บางครั้งนักวิจัยสามารถทำการแปลงข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงหรือหากไม่สามารถแปลงข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับข้อตกลงได้ จำเป็นต้องใช้สถิติไร้พารามิเตอร์ในการทดสอบ

4. กำหนดค่าวิกฤต เนื่องจากการทดสอบนี้มีสมมติฐานทางเลือกเพียงอย่างเดียว ดังนั้นค่าวิกฤตจึงมีอย่างเดียว การทดสอบความแปรปรวนนั้นใช้สถิติ F ในการทดสอบซึ่งจำเป็นต้องทราบค่าองศาอิสระ 2 ค่า คือ dfTrT และ dfE ค่าวิกฤต คือ $F_{\alpha,df=(k-1,n-k)}$ และเขตวิกฤตเป็นเขตตั้งแต่ค่าวิกฤตขึ้นไป ดังภาพที่ 8.1



ภาพที่ 8.1 เขตวิกฤตของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

5. คำนวณค่าสถิติ และสร้างตาราง ANOVA

ค่าสถิติที่ต้องคำนวณ มีดังนี้

$$dfT = n - 1$$

$$dfTrT = k - 1$$

$$dfE = dfT - dfTrT = n-k$$

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T.^2}{n}$$

$$SSTrT = \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T.^2}{n}$$

$$SSE = SST - SSTrT$$

$$MSTrT = \frac{SSTrT}{k-1}$$

$$MSE = \frac{SSE}{n-k}$$

$$F = \frac{MSTrT}{MSE}$$

6. เปรียบเทียบค่าสถิติในข้อ 5 กับค่าวิกฤตในข้อ 4

หากตกอยู่ในเขตวิกฤต ($F > F_{\alpha, df=(k-1, n-k)}$) ให้ปฏิเสธ$H_o$ นั่นคือมีอย่างน้อย 1 คู่ของค่าเฉลี่ยประชากรที่ไม่เท่ากัน หากไม่ตกอยู่ในเขตวิกฤตไม่สามารถปฏิเสธH_o นั่นคือค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มประชากรมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างที่ 8.1

ตัวอย่างที่ 8.1 ข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละภาคเป็นดังในตาราง ต้องการทราบว่าแต่ละภาคมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ข้อมูลแต่ละภาคเป็นอิสระต่อกัน มีการแจกแจงแบบปกติ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน

	เหนือ	กลาง	อีสาน	ใต้	
	270	279	284	281	
	286	277	293	293	
	281	284	269	270	
	274	288	275	262	
	279	279		292	
	280	281			
	273				
	$n_1 = 7$	$n_2 = 6$	$n_3 = 4$	$n_4 = 5$	
ผลรวม	$T_1 = 1943$	$T_2 = 1688$	$T_3 = 1121$	$T_4 = 1398$	$T_0 = 6150$
ค่าเฉลี่ย	$\overline{X}_1 = 277.57$	$\overline{X}_2 = 281.33$	$\overline{X}_3 = 280.25$	$\overline{X}_4 = 279.6$	$\overline{X}_0 = 279.55$

วิธีทำ

1. กำหนด H_o และ H_1 จากโจทย์

เนื่องจากเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 4 กลุ่มหรือ 4 ภาคจึงควรใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบโดยตั้งสมมติฐานดังนี้

H_o : แต่ละภาคมีการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากัน

H_1 : อย่างน้อย 2 ภาคมีการใช้พลังงานเฉลี่ยไม่เท่ากัน

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)

โจทย์ต้องการทดสอบสมมติฐานนี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังนั้น

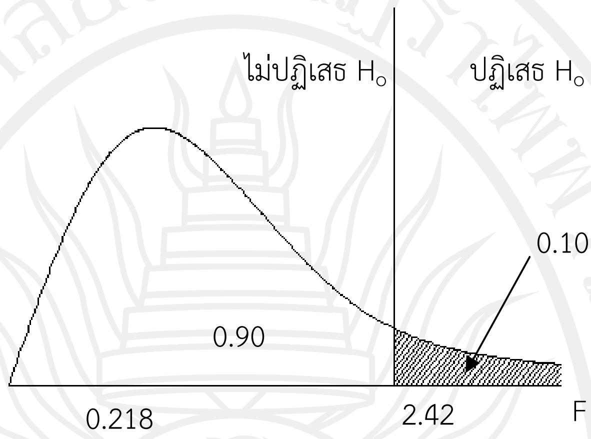
$$\alpha = 0.10$$

3. ตรวจสอบข้อตกลง

เนื่องจากโจทย์ระบุว่าประชากรทุกกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ประชากรทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ และประชากรมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนได้

4. กำหนดค่าวิกฤต

เนื่องจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 22 และมีจำนวน 4 ภาค (k) และ α = 0.10 เปิดตารางค่า F ที่ $F_{\alpha,df=(k-1,n-k)} = F_{0.1,df=(3,18)}$ = 2.42 จะได้ค่าดังภาพที่ 8.2



ภาพที่ 8.2 เขตวิกฤตของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว สำหรับ $F_{0.1,df=(3,18)}$

5. คำนวณค่าสถิติ และสร้างตาราง ANOVA

$$dfT = n - 1 = 22 - 1 = 21$$

$$dfTrT = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dfE = dfT - dfTrT$$

$$= 21 - 3 = 18 \text{ (หรือ } 22 - 4 = 8)$$

$$SST = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T.^2}{n}$$

$$= (270^2 + 286^2 + \ldots + 292^2 + 292^2) - (6150^2 / 22)$$

$$= (72900 + 81796 + \ldots + 68644 + 85264) - (37822500 / 22)$$

$$= 1720584 - 1719204.54 = 1379.46$$

$$SSTrT = \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T.^2}{n}$$

$$= \left[\frac{1943^2}{7} + \frac{1688^2}{6} + \frac{1121^2}{4} + \frac{1398^2}{5}\right] - \left[\frac{6150^2}{22}\right]$$

$$= (539321.29+474890.67+614160.25+390880.80) - 1719204.54$$

$$= 48.46$$

$$SSE = SST - SSTrT = 1379.46 - 48.46 = 1331$$

$$MSTrT = SSTrT / k - 1 = 48.46 / (4 - 1) = 16.15$$

$$MSE = SSE / n - k = 1331 / (22 - 4) = 73.94$$

F = $MSTrT / MSE = 16.15 / 73.94 = 0.218 < 2.42$ (F ตาราง)

ตาราง ANOVA

Source	df	SS	MS	F
Treatment	dfTrT = 4-1=3	SSTrT=48.46	MSTrT = 48.46 / 3 = 16.15	F = 16.15 / 73.94 = 0.218
Error	dfE = 22-4=18	SSE=1331	MSE = 1331 / 18 = 73.94	
Total	dfT = 22–1=21	SST=1379.46		

6. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต

จะเห็นได้ว่าค่าสถิติที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตจากตาราง หรือ 0.218 < 2.42 ซึ่งค่าสถิติไม่ตกอยู่ในเขตวิกฤต ดังนั้นสรุปว่าแต่ละภาคมีการใช้พลังงานเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

ตัวอย่างที่ 8.2 ในส่วนงานการผลิตน้ำดื่มของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีมีพนักงาน 4 คน คือ นายเอก นายโท นายตรี และนายจัตวา ต้องการทราบว่าทั้ง 4 คน สามารบรรจุน้ำดื่มด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่ากันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ข้อมูลแต่ละคนเป็นอิสระต่อกัน มีการแจกแจงแบบปกติและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน

	เอก	โท	ตรี	จัตวา	
	31	38	24	29	
	30	36	35	34	
	31	38	27	25	
	32	40	29	29	
		42	34	35	
			26		
	$n_1 = 4$	$n_2 = 5$	$n_3 = 6$	$n_4 = 5$	
ผลรวม	$T_1 = 124$	$T_2 = 194$	$T_3 = 175$	$T_4 = 152$	$T_0 = 645$
ค่าเฉลี่ย	$\overline{X}_1 = 31$	$\overline{X}_2 = 38.8$	$\overline{X}_3 = 29.2$	$\overline{X}_4 = 30.4$	$\overline{X}_0 = 32.25$

วิธีทำ

1. กำหนด H_o และ H_1 จากโจทย์

เนื่องจากเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 4 กลุ่มหรือ 4 คนจึงควรใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบโดยตั้งสมมติฐานดังนี้

H_o : ทั้ง 4 คนสามารถบรรจุน้ำดื่มด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่ากัน

H_1 : อย่างน้อย 2 คนที่บรรจุน้ำดื่มด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)

โจทย์ต้องการทดสอบสมมติฐานนี้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้น

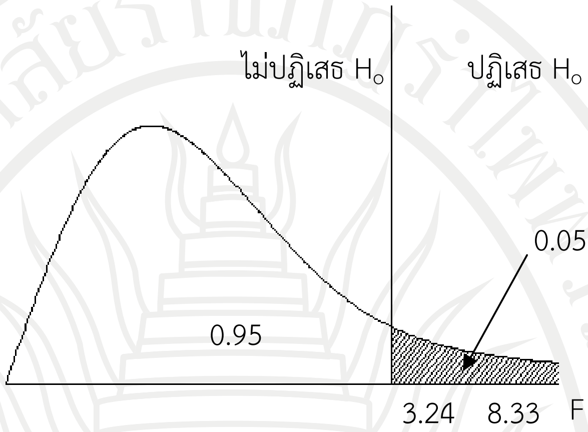
$\alpha = .05$

3. ตรวจสอบข้อตกลง

เนื่องจากโจทย์ระบุว่าประชากรทุกกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ประชากรทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ และประชากรมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนได้

4. กำหนดค่าวิกฤต

เนื่องจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 20 และมีจำนวน 4 คน (k) และ α = .05 เปิดตาราง ค่า F ที่ $F_{\alpha, df=(k-1, n-k)} = F_{0.05, df=(3,16)}$ = 3.24 ได้ค่าดังภาพที่ 8.3



ภาพที่ 8.3 เขตวิกฤตของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว สำหรับ $F_{0.05, df=(3,16)}$

5. คำนวณค่าสถิติ และสร้างตาราง ANOVA

$$dfT = n - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$dfTrT = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$dfE = dfT - dfTrT$$

$$= 19 - 3 = 16$$

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T.^2}{n}$$

$$= (31^2 + 30^2 + ... + 29^2 + 35^2) - (645^2 / 20)$$

$$= (961 + 900 + ... + 841 + 1225) - (416025 / 20)$$

$$= 21285.05 - 20801.25 = 483.80$$

$$SSTrT = \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T.^2}{n}$$

$$= \left[\frac{124^2}{4} + \frac{194^2}{5} + \frac{175^2}{6} + \frac{152^2}{5} \right] - \left[\frac{645^2}{22} \right]$$

$$= (3844 + 7527.20 + 5104.17 + 4620.80) - 20801.25$$

$$= 294.9$$

$$SSE = SST - SSTrT = 483.8 - 294.9 = 188.8$$

$$MSTrT = SSTrT / k - 1 = 294.9 / (4 - 1) = 98.3$$

$$MSE = SSE / n - k = 188.8 / (20 - 4) = 11.8$$

$$F = MSTrT / MSE = 98.3 / 11.8 = 8.33 < 3.24 \text{ (F ตาราง)}$$

ตาราง ANOVA

Source	df	SS	MS	F
Treatment	dfTrT = 3	SSTrT = 294.9	MSTrT = 98.3	F = 8.33**
Error	dfE = 16	SSE = 188.8	MSE = 11.8	
Total	dfT = 19	SST = 483.8		

6. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต

จะเห็นได้ว่าค่าสถิติที่ได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตาราง หรือ 8.33 > 3.24 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และสรุปว่ามีอย่างน้อย 2 คนที่บรรจุน้ำดื่มด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ .05

8.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าเฉลี่ย

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น ไม่สามารถบอกได้ว่ามีประชากรคู่ใดที่แตกต่างกัน ในกรณีที่สมมติฐานหลักถูกปฏิเสธ และต้องการทราบว่าคู่ใดที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทดสอบทีละคู่เพื่อหาว่าคู่ใดแตกต่าง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเพียง 2 วิธี คือ วิธี Least significant difference และวิธี

Tukey บางครั้งอาจพบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนให้ผลลัพธ์ในการปฏิเสธสมมติฐานหลัก แต่เมื่อทำการทดสอบรายคู่แล้วกลับไม่พบว่ามีคู่ใดมีความแตกต่างกันเลยก็อาจเป็นได้ ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทำการวิเคราะห์พร้อมกันทุกรูปแบบการเปรียบเทียบ แต่ในขณะที่การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ทีละคู่ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้อาจแตกต่างกัน (Montgomery, 2001 : 102 อ้างถึงในพรสิน สุภวาลย์, 2551 : 318)

1. วิธี Least significant difference

วิธีนี้สามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ โดยทำการทดสอบทีละคู่ โดยใช้สถิติ t ช่วยในการทดสอบ วิธีนี้จะกำหนดระดับนัยสำคัญของแต่ละคู่ของการทดสอบ แต่ไม่คำนึงถึงระดับนัยสำคัญรวมของการทดสอบทุกคู่ ดังนั้นหากทำการทดสอบหลายคู่จะทำให้โอกาสในการตัดสินใจถูกต้องทั้งหมดต่ำลง สมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้คือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน หรือ H_0 : $\mu_i = \mu_j$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน หรือ H_1 : $\mu_i \neq \mu_j$

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. คำนวณค่าวิกฤต

ค่าวิกฤตในการทดสอบนี้คือค่า LSD

$$LSD_{i,j} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

โดย $t_{\frac{\alpha}{2},n-k}$ = ค่า t ที่ได้จากตาราง t ใช้ dfE เป็นองศาอิสระ

MSE = เป็นค่าเฉลี่ยกำลังสองที่ได้จากตาราง ANOVA

2. คำนวณ $\left|\bar{X}i - \bar{X}j\right|$

3. เปรียบเทียบค่า $\left|\bar{X}i - \bar{X}j\right|$ กับค่า LSD_{ij} หาก $\left|\bar{X}i - \bar{X}j\right| > LSD_{ij}$ แสดงว่าคู่นี้มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแต่หาก $\left|\bar{X}i - \bar{X}j\right| < LSD_{ij}$ แสดงว่าคู่นี้มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 8.3 จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 8.2 จงหาว่าคนงานบรรจุน้ำดื่มคนใดบรรจุน้ำดื่มด้วยความเร็วเฉลี่ยที่แตกต่างจากคนอื่นที่ระดับนัยสำคัญ .05

วิธีทำ

จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 8.2 พบว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำไม่เท่ากัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าคู่ไหนหรือใครต่างกับใคร จึงต้องใช้ LSD ในการหาคู่ที่แตกต่าง ดังนี้

เอกกับโท

เนื่องจาก n_1 (เอก) = 4 และ n_2 (โท) = 5

$t_{\frac{\alpha}{2},n-k}$ = $t_{\frac{0.05}{2},20-4}$ = $t_{0.025,16}$ = 2.12

MSE = 11.8 (คือ MSE จากตาราง ANOVA)

ดังนั้น

$$LSD_{i,j} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times \left(\frac{1}{4}+\frac{1}{5}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times (0.25+0.20)}$$

$$= 4.89$$

และ $\left|\bar{X}_1 - \bar{X}_2\right| = |31.0 - 38.8| = |-7.8| = 7.8 > 4.89\ (LSD_{1,2})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์มากกว่าค่า $LSD_{1,2}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายเอกกับนายโทแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

เอกกับตรี

เนื่องจาก n_1 (เอก) = 4 และ n_3 (ตรี) = 6

$t_{\frac{\alpha}{2},n-k}$ = $t_{\frac{0.05}{2},20-4}$ = $t_{0.025,16}$ = 2.12

MSE = 11.8

ดังนั้น

$$LSD_{1,3} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_3}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times \left(\frac{1}{4}+\frac{1}{6}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times (0.25+0.17)}$$

$$= 4.70$$

และ $\left|\bar{X}_1 - \bar{X}_3\right| = \left|31.0 - 29.2\right| = 1.8 > 4.70\ (LSD_{1,3})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์น้อยกว่าค่า $LSD_{1,3}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายเอกกับนายตรีไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

เอกกับจัตวา

เนื่องจาก n_1 (เอก) = 4 และ n_4 (จัตวา) = 5

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-k} = t_{\frac{0.05}{2},20-4} = t_{0.025,16} = 2.12$$

$$MSE = 11.8$$

ดังนั้น

$$LSD_{1,4} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_4}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times \left(\frac{1}{4}+\frac{1}{5}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times (0.25+0.20)}$$

$$= 4.89$$

และ $\left|\bar{X}_1 - \bar{X}_3\right| = \left|31.0 - 30.4\right| = 0.6 < 4.89\ (LSD_{1,4})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์น้อยกว่าค่า $LSD_{1,4}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายเอกกับนายจัตวาไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

โทกับตรี

เนื่องจาก n_2 (โท) = 5 และ n_3 (ตรี) = 6

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-k} = t_{\frac{0.05}{2},20-4} = t_{0.025,16} = 2.12$$

$$MSE = 11.8$$

ดังนั้น

$$LSD_{2,3} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_3}\right)}$$

$$= 2.12 \times \sqrt{11.8 \times \left(\frac{1}{5}+\frac{1}{6}\right)}$$

$$= \quad 2.12 \times \sqrt{11.8\text{x}(0.20 + 0.17)}$$

$$= \quad 4.41$$

และ $\left|\overline{X}_1 - \overline{X}_3\right| = \left|38.8 - 29.2\right| = 9.6 > 4.41\ (LSD_{2,3})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์มากกว่าค่า $LSD_{2,3}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายโทกับนายตรีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

โทกับจัตวา

เนื่องจาก n_2 (โท) = 5 และ n_4 (ตรี) = 5

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-k} = t_{\frac{0.05}{2},20-4} = t_{0.025,16} = 2.12$$

$$MSE = 11.8$$

ดังนั้น

$$LSD_{2,4} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_4}\right)}$$

$$= \quad 2.12 \times \sqrt{11.8\text{x}\left(\frac{1}{5}+\frac{1}{5}\right)}$$

$$= \quad 2.12 \times \sqrt{11.8\text{x}(0.20 + 0.20)}$$

$$= \quad 4.61$$

และ $\left|\overline{X}_2 - \overline{X}_4\right| = \left|38.8 - 30.4\right| = 8.4 > 4.61\ (LSD_{2,4})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์มากกว่าค่า $LSD_{2,4}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายโทกับนายจัตวาแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตรีกับจัตวา

เนื่องจาก n_3 (ตรี) = 6 และ n_4 (จัตวา) = 5

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-k} = t_{\frac{0.05}{2},20-4} = t_{0.025,16} = 2.12$$

$$MSE = 11.8$$

ดังนั้น

$$LSD_{3,4} = t_{\frac{\alpha}{2},n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_3}+\frac{1}{n_4}\right)}$$

$$= \quad 2.12 \times \sqrt{11.8 \times \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{5}\right)}$$

$$= \quad 2.12 \times \sqrt{11.8 \times (0.17 + 0.20)}$$

$$= \quad 4.41$$

และ $\left|\bar{X}_1 - \bar{X}_3\right| = \left|29.2 - 30.4\right| = 1.2 > 4.41\ (LSD_{3,4})$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์น้อยกว่าค่า $LSD_{3,4}$ ดังนั้นสรุปว่าความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายตรีกับนายจัตวาไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ดังนั้นสรุปว่า

ความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายเอกกับนายโทแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายโทกับนายตรีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความเร็วเฉลี่ยของการบรรจุน้ำของนายโทกับนายจัตวาแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. วิธีของ Tukey

วิธีของ Tukey เป็นวิธีที่นิยมใช้แพร่หลายเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย และวิธีควบคุมระดับนัยสำคัญของการทดสอบทุกคู่ให้มีระดับนัยสำคัญของการทดสอบไม่เกินที่กำหนด อีกทั้งวิธีนี้เป็นวิธีอนุรักษ์นิยมทำให้โอกาสในการปฏิเสธสมมติฐานหลักต่ำกว่าวิธีอื่น ข้อจำกัดของวิธีนี้คือขนาดตัวอย่างของทุกกลุ่มหรือทุกระดับต้องมีขนาดที่เท่ากัน สมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้คือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน หรือ $H_0 : \mu_i = \mu_j$

H_1 : ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน หรือ $H_1 : \mu_i \neq \mu_j$

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. คำนวณค่าวิกฤต

ค่าวิกฤตในการทดสอบนี้คือค่า D

$$D \quad = \quad Q_{\alpha, n, n-k} \sqrt{\frac{MSE}{n_i}}$$

โดย $Q_{\alpha, n, n-k}$ = ค่าที่ได้จากตารางQ

n = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

n_i	=	จำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม
MSE	=	เป็นค่าเฉลี่ยกำลังสองที่ได้จากตาราง ANOVA

2. คำนวณ $\left|\overline{X}i - \overline{X}j\right|$

3. เปรียบเทียบค่า $\left|\overline{X}i - \overline{X}j\right|$ กับค่าD หาก $\left|\overline{X}i - \overline{X}j\right| > D$ แสดงว่าคู่นี้มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแต่หาก $\left|\overline{X}i - \overline{X}j\right| \leq D$ แสดงว่าคู่นี้มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 8.4 ในการศึกษาการส่งข้อมูลของโมเด็ม 3 ยี่ห้อ**ว่าจะมี**ความเร็วที่ใช้แตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 หากพบว่าความเร็วที่ใช้แตกต่างกัน จงหาว่ายี่ห้อใดที่ใช้ความเร็วแตกต่างกัน โดยวิธีของ Tukey นักวิจัยได้ทดลองส่งข้อมูลยี่ห้อละ 5 ครั้ง และเก็บข้อมูลการส่งข้อมูลในหน่วยของกิโลบิทโดยข้อมูลของแต่ละยี่ห้อเป็นอิสระต่อกัน มีการแจกแจงแบบปกติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากรทุกยี่ห้อเท่ากัน

						ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ยี่ห้อ 1	25.5	25.1	26.8	25.9	25.9	T_1 = 129.2	$\overline{X}_1$ = 25.84
ยี่ห้อ 2	29.4	29.9	30.0	29.2	29.5	T_2 = 148.0	$\overline{X}_2$ = 29.60
ยี่ห้อ 3	30.1	30.7	31.1	30.5	30.3	T_3 = 152.7	$\overline{X}_3$ = 30.54
						T_0 = 429.9	$\overline{X}_0$ = 28.66

วิธีทำ

1. กำหนด H_o และ H_1 จากโจทย์

เนื่องจากเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยความเร็วของการส่งข้อมูล 3 ยี่ห้อจึงควรใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบโดยตั้งสมมติฐานดังนี้

H_o : โมเด็มทั้ง 3 ยี่ห้อส่งข้อมูลด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่ากันหรือ H_0 : $\mu_i = \mu_j$

H_1 : อย่างน้อย 2 ยี่ห้อส่งข้อมูลด้วยความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากันหรือ H_1 : $\mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ $i \neq j$ อย่างน้อย 1 คู่

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)

โจทย์ต้องการทดสอบสมมติฐานนี้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้น

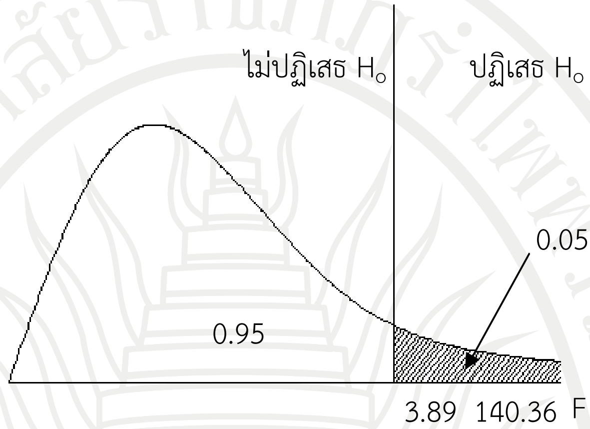
α = .05

3. ตรวจสอบข้อตกลง

เนื่องจากโจทย์ระบุว่า 3 ยี่ห้อเป็นอิสระต่อกัน ประชากรทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ และประชากร มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนได้

4. กำหนดค่าวิกฤต

เนื่องจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 15 และมีจำนวน 3 ยี่ห้อ (k) และ α = .05 เปิดตารางค่า F ที่ $F_{\alpha,df=(k-1,n-k)} = F_{0.05,df=(2,12)}$ = 3.89 ได้ค่าดังภาพที่ 8.4



ภาพที่ 8.4 เขตวิกฤตของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว สำหรับ $F_{0.05,df=(2,12)}$

5. คำนวณค่าสถิติ และสร้างตาราง ANOVA

$$dfT = n - 1 = 15 - 1 = 14$$

$$dfTrT = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dfE = dfT - dfTrT$$

$$= 14 - 2 = 12$$

$$SST = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T.^2}{n}$$

$$= (25.5^2 + 25.1^2 + \ldots + 30.5^2 + 30.3^2) - (429.9^2/15)$$

$$= 64.50$$

$$SSTrT = \sum_{i=1}^{k}\frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T.^2}{n}$$

$$= [129.9^2/5 + 148.0^2/5 + 152.7^2/5] - [429.9^2/15]$$

$$= 61.85$$

SSE = SST – SSTrT = 64.50 – 61.85 = 2.65

MSTrT = SSTrT / k – 1 = 61.85 / (3 - 1) = 30.93

MSE = SSE / n – k = 2.65 / (15 - 3) = 0.22

F = MSTrT / MSE = 30.93 / 0.22 = 140.36 > 3.89 (F ตาราง)

ตาราง ANOVA

Source	df	SS	MS	F
Treatment	dfTrT=2	SSTrT=61.85	MSTrT = 30.93	F = 140.36**
Error	dfE =12	SSE=2.65	MSE = 0.22	
Total	dfT =14	SST=64.50		

6. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต

จะเห็นได้ว่าค่าสถิติที่ได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตาราง หรือ 140.36 > 3.89 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และสรุปว่ามีอย่างน้อย 2 ยี่ห้อที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ .05

7. ทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคู่โดยวิธีของ Tukey

เนื่องจาก n = 15 และ k = 3 ดังนั้นเปิดตาราง $Q_{.05,15,12}$ = 5.88

MSE = 0.22

ดังนั้น

$$D = Q_{\alpha, n, n-k}\sqrt{\frac{MSE}{n_i}}$$

$$= 5.88\sqrt{\frac{0.22}{5}}$$

$$= 1.23$$

ยี่ห้อ 1 กับ ยี่ห้อ 2

$$\left|\overline{X}_1 - \overline{X}_2\right| = \left|25.84 - 29.60\right| = 3.76 > 1.23 \text{ (D)}$$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์มากกว่าค่า D ดังนั้นสรุปว่า ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลของยี่ห้อ 1 กับยี่ห้อ 2แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ยี่ห้อ 1 กับ ยี่ห้อ 3

$$\left|\overline{X}_1 - \overline{X}_3\right| = \left|25.84 - 30.54\right| = 4.70 > 1.23 \text{ (D)}$$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์มากกว่าค่า D ดังนั้นสรุปว่า ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลของยี่ห้อ 1 กับยี่ห้อ 3แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ยี่ห้อ 2 กับ ยี่ห้อ 3

$$\left|\overline{X}_2 - \overline{X}_3\right| = \left|29.60 - 30.54\right| = 0.947 > 1.23 \text{ (D)}$$

เนื่องจากค่าความแตกต่างสมบูรณ์น้อยกว่าค่า D ดังนั้นสรุปว่า ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลของยี่ห้อ 2 กับยี่ห้อ 3ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ดังนั้นสรุปว่า

ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลของยี่ห้อ 1 กับยี่ห้อ 2แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลของยี่ห้อ 1 กับยี่ห้อ 3แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

8.4 สรุป

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป สามารถทดสอบได้ด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดที่เรียกว่า One – way ANOVA ในการใช้ต้องพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้น ได้แก่การแจกแจงของค่าที่สังเกตได้ของตัวแปรตาม ในประชากรของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มตัวแปรอิสระเท่ากัน และค่าสังเกตที่ได้จากแต่ละตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน จากนั้นเมื่อดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะต้องทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของค่าเฉลี่ยเพื่อให้ทราบว่าค่าเฉลี่ยกลุ่มใดบ้างที่มีความแตกต่างกันในบทนี้นำเสนอเพียง 2 วิธี คือวิธี Least significant difference และวิธี Tukey เท่านั้น

แบบฝึกหัดที่ 8

1. การทดลองวิธีการสอน ปรากฏผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

วิธีการสอนที่ 1	วิธีการสอนที่ 2	วิธีการสอนที่ 3
4	6	8
5	7	10
2	5	9
3	6	10
5	5	10
4	5	10

ต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการสอนทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. ตารางแสดงคะแนนสอบวิชาสถิติโดยใช้วิธีการสอนแบบใหม่ 4 วิธีกับวิธีการสอนแบบเดิม

วิธีสอน	นักศึกษาคนที่					$\overline{X}$
	1	2	3	4	5	
แบบเดิม	4	7	9	9	14	8.60
แบบใหม่วิธีที่ 1	5	6	12	12	7	8.40
แบบใหม่วิธีที่ 2	15	18	21	26	20	20.00
แบบใหม่วิธีที่ 3	35	27	29	30	25	29.20
แบบใหม่วิธีที่ 4	17	26	17	20	12	18.40
						$\overline{X}$ = 16.92

จงทดสอบว่าวิธีการสอนทั้ง 5 วิธีมีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และถ้าแตกต่างกันมีวิธีการสอนคู่ไหนบ้างที่แตกต่างกัน(ให้ทดสอบโดยวิธีของ Tukey)

3. การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลแห่งหนึ่งจำแนกตามวิธีการอบรมเป็นดังนี้

วิธี1	วิธี2	วิธี3
10	16	17
12	18	18
14	19	20
10	20	20
11	20	18
12	18	

ต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละวิธีการอบรมมีความแตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารอ้างอิง

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรสิน สุภวาลย์. (2551). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัย.** ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 9

เนื้อหา

บทที่ 9 การทดสอบไคสแควร์

1.1 การแจกแจงไคสแควร์
1.2 การทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคสแควร์
1.3 ฐานคติในการทดสอบนัยสำคัญด้วยไคสแควร์
1.4 เครื่องมือวัดที่มีฐานจากไคสแควร์
1.5 การนำเสนอตารางไขว้ และการทดสอบด้วยไคสแควร์
1.6 การทดสอบภาวะสารูปสนิทดีด้วยไคสแควร์
1.7 สรุป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 9 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. คำนวณค่าการแจกแจงไคสแควร์ได้
2. คำนวณการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคสแควร์ได้
3. สามารถใช้ฐานคติในการทดสอบนัยสำคัญด้วยไคสแควร์ได้
4. สามารถใช้เครื่องมือวัดที่มีฐานจากไคสแควร์ได้
5. สามารถการนำเสนอตารางไขว้ และการทดสอบด้วยไคสแควร์ได้
6. สามารถการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีด้วยไคสแควร์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน และยกตัวอย่างประกอบ
2. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน
3. ผู้สอนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบท และเฉลยในชั้นเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
2. เครื่องฉายภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม
5. แบบฝึกหัดบทที่ 9

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. ประเมินผลจากการตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท
3. ประเมินผลจากการสอบย่อยและปลายภาค

บทที่ 9
การทดสอบไคสแควร์

ในบทนี้จะพิจารณาถึงวิธีการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประชากรอีกแบบหนึ่งในกรณีที่ประชากรที่สนใจ ประกอบด้วยพวกต่างๆ หลายๆ พวก และต้องการทดสอบเกี่ยวกับสัดส่วนทั้งหมดในประชากรโดย เปรียบเทียบความแตกต่างจากแต่ละพวก เช่นถ้าต้องการทดสอบว่าลูกเต๋าที่ใช้เที่ยงตรงหรือไม่ สมมติฐานศูนย์ที่ควรเป็นลูกเต๋าที่ใช้เที่ยงตรงหรือความน่าจะเป็นที่ลูกเต๋าจะขึ้นหน้าใดหน้าหนึ่งในหกหน้าสำหรับ การทอดแต่ละครั้ง ถ้าสมมุติทอดลูกเต๋านี้ 120 ครั้งแล้วจดบันทึกจำนวนครั้งที่ลูกเต๋าขึ้นหน้าต่างๆ ไว้ จะเรียกจำนวนที่บันทึกไว้ 6 ค่านี้ว่า ความถี่ที่ได้จากการปฏิบัติ (Observed frequencies)

สมมติว่า O_1 และถ้าสมมติฐานเป็นจริงก็คาดหวังไว้ว่าลูกเต๋าควรจะขึ้นหน้าต่างๆหน้าละ 20 ครั้ง จำนวนที่ได้มา 6 ค่านี้ ซึ่งแต่ละค่าเท่ากับ 20 หมด เรียกว่าความถี่ที่คาดหวังไว้ (Expected frequencies) สมมติว่าเป็น $E_1, E_2, \ldots, E_6$ ในการทดสอบจะนำค่า Oi แต่ละค่ามาเปรียบเทียบกับ Ei แต่ละค่า การทดสอบลักษณะนี้เรียกว่า การทดสอบไคสแควร์ ถ้าผลรวมของความแตกต่างมีค่าใกล้ศูนย์เราจึงจะเชื่อตามสมมติฐานโดยทั่วไป ถ้าให้ $O_1, O_2, \ldots, O_k$ เป็นความถี่ของแต่ละพวกที่ได้จากการทดลองจริงๆ และถ้าให้ $P_1, P_2, \ldots, P_k$ เป็นความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ในแต่ละพวกตามสมมติฐานโดย $H_0 : P_i =$ ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์ที่ i จะเกิดขึ้น (i = 1, 2, ... k)

ถ้าทำการทดลองทั้งหมด n ครั้ง จำนวนความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพวกที่ i หาได้จาก Ei = nPi นั่นคือในการทดสอบ ต้องการทราบว่า Oi จะแตกต่างจาก Ei มากน้อยเพียงไรหรือต้องการทราบว่าตัวอย่างที่สุ่มออกมานั้นมาจากประชากรที่คิดไว้หรือไม่

ค่าของความแตกต่างระหว่างความถี่ที่ได้จากการทดลองจริงๆ กับความถี่ที่คาดไว้ว่าควรจะเป็นตามสมมติฐานพอทำให้เห็นค่าความคลาดเคลื่อนอย่างหยาบๆ คลาดเคลื่อนหรือแตกต่างกันไปเพียงไร ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นควรจะมากน้อยเท่าใด จึงจะสงสัยว่าผลที่ได้จากการทดลองจะไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือสมมติฐานที่กำหนด ได้มีผู้คิดการทดสอบความแตกค่างของข้อมูลเหล่านี้ว่าจะแตก ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

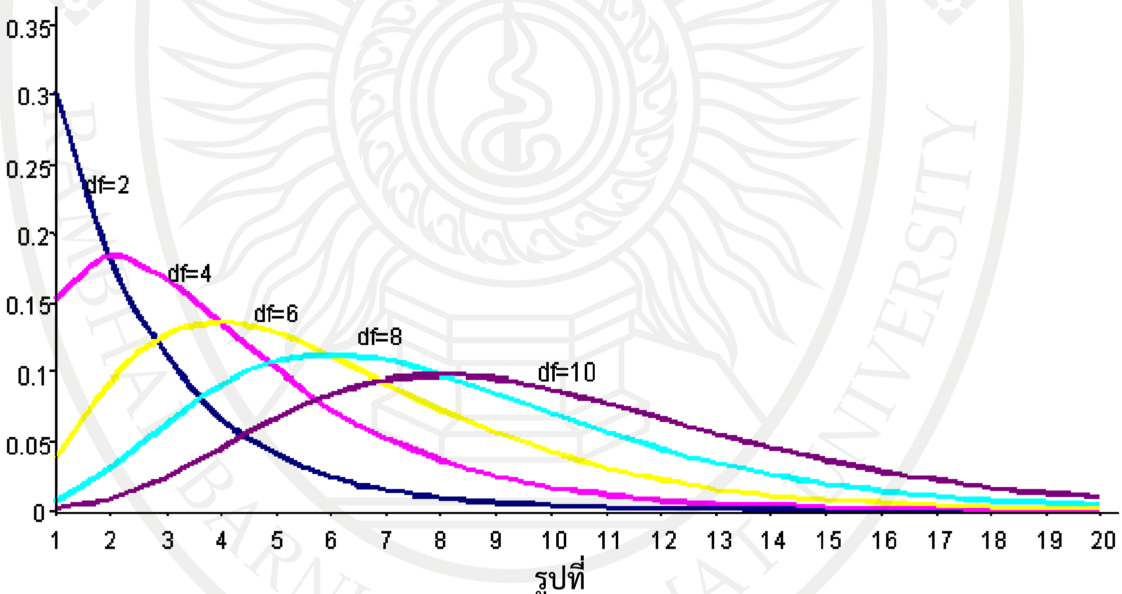
การวิจัยบางครั้งก็จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีระดับการวัดนามบัญญัติหรือแบบอันดับมาตรา การเสนอข้อมูลก็เสนอในรูปตารางแสดงความถี่ และร้อยละ สถิติทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรคุณภาพที่ง่าย และเป็นที่นิยมใช้โดยทั่วไปได้แก่ ไคสแควร์ (Chi-square test) สัญลักษณ์ก็คือ χ^2 ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

เมื่อ O = ค่าความถี่ที่สังเกตได้ (จากกลุ่มตัวอย่าง)
E = ค่าความถี่ที่คาดหวัง (ตามทฤษฎี ถ้าสมมติฐานศูนย์เป็นจริง)

9.1 การแจกแจงไคสแควร์

ค่าไคสแควร์เป็นผลรวมของค่าที่ยกกำลังสอง ดังนั้นจึงเป็นค่าบวกเสมอ ค่าไคสแควร์เริ่มต้นจากค่าศูนย์และเพิ่มขึ้นเรื้อยๆไปทางขวามือ การแจกแจงไคสแควร์มีหลายการแจกแจง ซึ่งมีหลายรูปร่างแตกต่างไปตามองศาความเป็นอิสระ (Degrees of freedom หรือ d.f.) จากภาพที่ 9.1 แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของไคสแควร์ที่มีลักษณะต่างๆ ตามค่า d.f. ซึ่งสังเกตว่าการแจกแจงไคสแควร์ที่มีค่า d.f. ต่ำๆ เช่น 3 และ 5 มีลักษณะเบ้ขวา แต่เมื่อ d.f. = 10 ปรากฏว่าการแจกแจงมีลักษณะเป็นโค้งปกติ นอกจากนั้น การแจกแจงไคสแควร์เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังนั้นพื้นที่ใต้โค้งทั้งหมดของการแจกแจงไคสแควร์ใดๆ มีค่าเท่ากับ 1.0 และการแจกแจงมีหลายแจกแจงตามขนาดค่าองศาความเป็นอิสระ ดังนั้นจึงไม่อาจสร้างตารางแสดงพื้นที่ใต้โค้งทุกๆ ค่าของการแจกแจงได้ ตารางการแจกแจงไคสแควร์ซึ่งอยู่ในภาคผนวกจึงแสดงเพียงค่าที่ใช้เสมอๆ เช่น ตามระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 หรือ 0.01



ภาพที่ 9.1 การแจกแจงไคสแควร์เมื่อค่า d.f. มีค่าต่างๆ

การทดสอบด้วยไคสแควร์ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดสอบสมมติฐาน 2 ลักษณะ คือ 1. การทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคสแควร์ และ2. การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี

9.2 การทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคสแควร์

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวด้วยไคสแควร์ (พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ, 2548 : 213 - 231) มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งสมมติฐานศูนย์ และสมมติฐานการวิจัย
   สมมติฐานศูนย์ : ตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน
   สมมติฐานอื่น : ตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กัน
2. เลือกระดับนัยสำคัญทางสถิติที่เหมาะสม เช่น ระดับ 0.05 หรือ 0.01
3. สุ่มตัวอย่างของประชากร และเก็บรวบรวมค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกต
4. คำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังทางทฤษฎี
5. คำนวณสถิติทดสอบ

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

เมื่อ O = ค่าความถี่ที่สังเกตได้ (จากกลุ่มตัวอย่าง)

E = ค่าความถี่ที่คาดหวัง

โดย $E = \dfrac{(\text{ผลรวมในแนวตั้ง} \times \text{ผลรวมในแนวนอน})}{\text{ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด}}$

ถ้าค่า E และค่า O มีค่าเดียวกัน ค่าไคสแควร์จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งหมายความว่าตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ตามความเป็นจริงแล้วการเก็บภาพรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้นถึงแม้ว่าตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กันจริง ค่า E และค่า O ก็ไม่เป็นค่าเดียวกันทุกค่า แต่อาจแตกต่างกันเล็กน้อย ถ้าแตกต่างกันเล็กน้อยค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้จะมีค่าต่ำ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า O และค่า E แตกต่างกันมากเท่าใดค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้จะมีค่าสูงเท่านั้น และมีแนวโน้มจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์มากยิ่งขึ้น แต่ค่าไคสแควร์นั้นควรสูงเท่าใด จึงจะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์แล้วยอมรับสมมติฐานอื่นที่ว่าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันนั้น ต้องใช้ค่าไคสแควร์วิกฤติ ซึ่งได้จากตารางในภาคผนวกเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

6. เปรียบเทียบค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้กับค่าไคสแควร์วิกฤติจากตารางตามการกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 หรือ 0.01 และค่า d.f. ซึ่งคำนวณได้โดย

$$d.f. = (r-1)(c-1)$$

โดยที่ r = จำนวนแถว

c = จำนวนคอลัมน์

ตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ เมื่อค่าไคสแควร์คำนวณมีค่าสูงกว่าค่าไคสแควร์วิกฤติแล้วยอมรับสมมติฐานอื่นที่ว่าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กัน(เพราะค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้สูงกว่าค่าไคสแควร์วิกฤติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ถ้าค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่าไคสแควร์วิกฤติก็ต้องตัดสินใจยอมรับสมมติฐานศูนย์ และสรุปว่าตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

9.3 ฐานคติในการทดสอบนัยสำคัญด้วยไคสแควร์

ค่าความคาดหวัง (E) แต่ละช่อง cell ต้องไม่ต่ำกว่า 5 เพราะจะทำให้การทดสอบมีความคาดเคลื่อนมาก ดังนั้นค่าที่ได้จากการสังเกตในแต่ละช่อง Cell ควรไม่มีค่าต่ำมากหรือมีช่องว่างที่ไม่มีจำนวนเลข (Blank Cell) หรือค่า E ควรมีค่าน้อยกว่า 5 ไม่เกินร้อยละ 50.0 ของจำนวนค่า E ทั้งหมดในตารางการวิเคราะห์ และไม่ควรมีค่า E ตัวใดมีค่าน้อยกว่า 1 (Cochran, 1954 อ้างถึงใน ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2551 : 146)

ตัวอย่างที่ 9.1 ผู้วิจัยต้องการทราบว่าผู้มารับบริการเพศชาย และเพศหญิงมีความพึงพอใจในบริการแตกต่างกันหรือไม่ จึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสุ่มจากผู้มารับบริการจำนวน 400 คน ปรากฏผลเป็นข้อมูลตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9.1 ค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกต (O)

ความพึงพอใจในบริการ	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
มาก	90	50	140
ปานกลาง	70	60	130
น้อย	50	80	130
รวม	210	190	400

วิธีทำ สมมติฐานศูนย์ : เพศไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในบริการ
สมมติฐานทางอื่น : เพศมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในบริการ
กำหนดระดับนัยสำคัญ = 0.05

การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวัง ถ้าตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กันได้ตามตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 ค่าความถี่ที่คาดหวัง (E) ถ้าตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

ความพึงพอใจในบริการ	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
มาก	(140 x 210)/400 = 73.50	(140 x 190)/400 = 66.50	140
ปานกลาง	(130 x 210)/400 = 68.25	(130 x 190)/400 = 61.75	130
น้อย	(130 x 210)/400 = 68.25	(130 x 190)/400 = 61.75	130
รวม	210	190	400

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

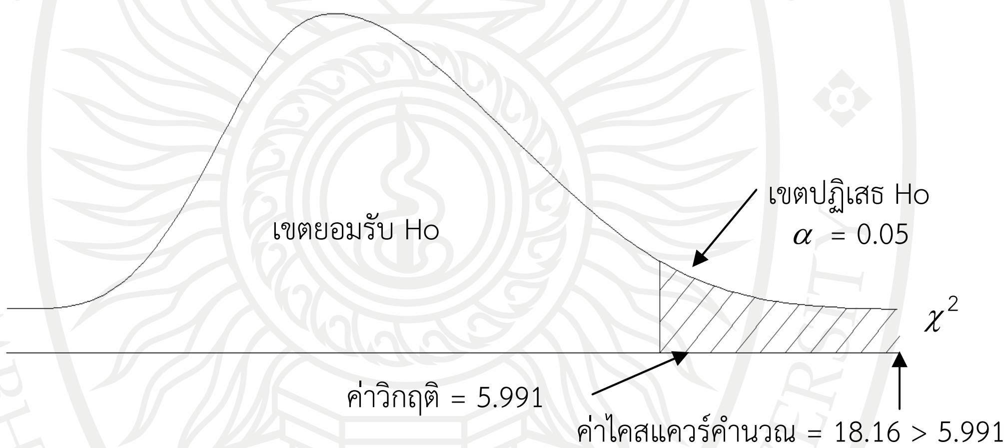
$$= \frac{(90-73.50)^2}{73.50} + \frac{(70-68.25)^2}{68.25} + \frac{(50-68.25)^2}{68.25}$$

$$= \frac{(50-66.50)^2}{66.50} + \frac{(60-61.75)^2}{61.75} + \frac{(80-61.75)^2}{61.75}$$

$$= 3.70 + 0.05 + 4.88 + 4.09 + 0.05 + 5.39$$

$$= 18.16$$

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ = 0.05 และ d.f. = (r-1)(c-1) = (3-1)(2-1) = 2
ค่าวิกฤติของไคสแควร์ = 5.991 ดังภาพที่ 9.2



ภาพที่ 9.2 กราฟแสดงลักษณะเบ้ซ้ายของค่าไคสแควร์

จากภาพที่ 9.2 ค่าไคสแควร์คำนวณมีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ จึงต้องตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ แล้วยอมรับสมมติฐานอื่นที่ว่าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กัน จึงสรุปผลการวิจัยว่าเพศมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในบริการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 หมายความว่าผู้มารับบริการเพศชายและเพศหญิงมีความพึงพอใจในบริการในระดับที่แตกต่างกัน

9.4 เครื่องมือวัดที่มีฐานจากไคสแควร์

เมื่อทดสอบสมมติฐานแล้วสรุปว่าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ไม่ทราบว่าความแกร่งของความสัมพันธ์ (The strength of the relationship) มีในระดับใด โดยลำพังค่า ไคสแควร์ไม่ใช่เครื่องมือที่ดีพอสำหรับวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กัน ทั้งๆ ที่เดิมไม่มีความสัมพันธ์กัน ขนาดตัวอย่างจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าไคสแควร์มาก จึงมีการพัฒนาเครื่องมือวัดที่อาศัยฐานจากไคสแควร์ พร้อมทั้งการปรับให้ค่าแสดงอัตราความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ทั้งนี้โดยที่ค่าความแกร่งของความสัมพันธ์เท่ากับ 0 แสดงว่าตัวแปร

2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน ถ้าได้ค่าเท่ากับ 0.5 แสดงว่ามีความแข็งแกร่งปานกลาง ถ้าค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีความแข็งแกร่งเท่ากับความสัมพันธ์สมบูรณ์ ถ้าได้ค่าอื่นในระหว่าง 0 ถึง 1 ก็ตีความหมายลดหลั่นไปตามอัตราส่วน เช่น 0.7 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงหรือ0.8 แสดงว่ามีความสัมพันธ์สูง เป็นต้น

เครื่องมือที่อาศัยฐานจากไคสแควร์ที่จะนำเสนอมี 3 เครื่องมือ ดังนี้

9.4.1 สัมประสิทธิ์ฟี

สูตร $$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}}$$

ϕ = สัมประสิทธิ์ฟี (phi coefficient)

χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้

n = จำนวนตัวอย่าง

เนื่องจากค่าไคสแควร์มีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อปรับค่าความสัมพันธ์จึงนำค่าจำนวนตัวอย่างมาพิจารณา ทำให้ค่าฟีแสดงความสัมพันธ์ที่เป็นจริงมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ฟีจะใช้ในกรณีเมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากเป็นพันขึ้นไป และค่าฟีใช้ในกรณีตารางไขว้เป็นตาราง 2x2 เท่านั้น การตีความหมายของค่าฟี ตีความหมายโดยพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดของฟี คือ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์สมบูรณ์

ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพ 2 ตัวแปรในตารางไขว้ 2x2 ปรากฏว่า เมื่อคำนวณค่าไคสแควร์ได้เท่ากับ 48.28 จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1200 กรณีนี้ แทนค่าฟีได้ดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{48.28}{1200}}$$

$$= 0.2005$$

แสดงว่าความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 อยู่ในระดับต่ำ

9.4.2 สัมประสิทธิ์ความมีเงื่อนไข

สัมประสิทธิ์ความมีเงื่อนไข (Contingency coefficient) หรือสัมประสิทธิ์ซี มีสูตรดังนี้

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{n + \chi^2}}$$

โดยที่ χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้

n = จำนวนตัวอย่าง

ค่าซีใช้วัดความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณภาพ 2 ตัวที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้เฉพาะกรณีคำนวณค่าความแกร่งของความสัมพันธ์ในกรณีตารางไขว้มีจำนวนแถว และจำนวนคอลัมน์เท่ากัน (r = c) เช่น ตาราง 2x2 3x3 หรือ 4x4 แต่มีข้อจำกัดคือ ถึงแม้ว่าค่าซีจะเท่ากับศูนย์ เมื่อตัวแปร 2 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ค่าซีไม่มีค่าเต็ม 1 เลยแม้ว่าตัวแปร 2 ตัวจะมีความสัมพันธ์สมบูรณ์ก็ตาม

ค่าซีสูงสุดที่แสดงถึงความสัมพันธ์สมบูรณ์นั้นจะแตกต่างไปตามขนาดของตารางไขว้ โดยมีสูตร การคำนวณของค่าซี เมื่อตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์คือ

$$C_{max} = \sqrt{\frac{r-1}{r}}$$

โดยที่ r = จำนวนแถว

ดังนั้นค่าสูงสุดของซีจะแตกต่างไปตามขนาดของตาราง ดังตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 ค่าสูงสุดของซี จำแนกตามขนาดตาราง

ตาราง	ค่าสูงสุดของซี
2x2	$C \leq \sqrt{1/2}$ หรือ 0.71
3x3	$C \leq \sqrt{2/3}$ หรือ 0.82
4x4	$C \leq \sqrt{3/4}$ หรือ 0.87
5x5	$C \leq \sqrt{4/5}$ หรือ 0.89

การปรับค่าสัมประสิทธิ์ความมีเงื่อนไข

เนื่องจากค่าซีมีค่าสูงสุดไม่เท่ากับ 1 แต่มีค่าสูงสุดแตกต่างไปตามขนาดของตารางไขว้ ดังนั้นจึงทำให้การตีความหมายของค่าซีอาจคลาดเคลื่อนไป จึงต้องปรับค่าซีเพื่อให้ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 1 ถ้าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์

การปรับค่าซี ทำได้โดยสูตรดังนี้

$$\text{ค่า C ที่ปรับแล้ว} = \frac{\text{C คำนวณ}}{\text{C สูงสุด}}$$

ตัวอย่างเช่น ค่าซีที่คำนวณได้เมื่อยังไม่ปรับค่า = 0.384 และเป็นตาราง 2x2 ดังนั้น ค่าซีสูงสุดคือ 0.707 แทนค่าในสูตรได้

$$\text{ค่า C ที่ปรับแล้ว} = \frac{0.384}{0.707} = 0.543$$

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันโดยมีความแกร่งปานกลางเพราะเปรียบเทียบกับค่าซีที่ปรับแล้ว (0.543) กับค่าต่ำสุด – สูงสุดระหว่างค่า 0-1 การตีความหมายของค่าซีที่ปรับแล้วจึงง่าย และใกล้เคียงความจริงมากกว่าค่าซีที่ยังไม่ได้ปรับ

9.4.3 สัมประสิทธิ์เครเมอรส์วี

สัมประสิทธิ์เครเมอรส์วี (Cramer’s V coefficient) ใช้ในกรณีที่ตารางไขว้มีขนาดแถว และคอลัมน์ไม่เท่ากัน การคำนวณค่าความแกร่งของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์เครเมอรส์วี หรือค่าวี

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{nt}}$$

โดยที่ χ^2 = ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้

n = จำนวนตัวอย่าง

t = ค่าที่ต่ำกว่าระหว่างค่า r - 1 และค่า c - 1 ถ้าค่าใดต่ำกว่าให้ใช้ค่านั้น

ตัวอย่างเช่น กรณีตัวอย่างที่กล่าวว่า คือการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเพศ และความพึงพอใจในบริการ ปรากฏว่าเป็นตารางไขว้ 3x2 จึงต้องใช้ค่าวีเพื่อวัดความแกร่งของความสัมพันธ์ ดังนี้

ค่าไคสแควร์คำนวณ = 18.16

n = 400

t = 2-1 (เปรียบเทียบ 3-1 และ 2-1 เลือกค่าที่ต่ำกว่า)

แทนค่าสูตร

$$V = \sqrt{\frac{18.16}{400(1)}}$$

$$= \quad 0.2131$$

เนื่องจากค่าวีมีค่าต่ำสุด และสูงสุดระหว่างค่า 0 - 1 ดังนั้นผลการคำนวณค่าวีเท่ากับ 0.2131 แสดงว่าตัวแปรเพศ และความพึงพอใจในบริการมีความสัมพันธ์กันต่ำ

9.5 การนำเสนอตารางไขว้ และการทดสอบด้วยไคสแควร์

การนำเสนอข้อมูลคุณภาพ 2 ตัวในตารางไขว้เพื่อเปรียบเทียบร้อยละ และแสดงผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ด้วยไคสแควร์มีหลักการนำเสนอโดยทั่วไป คือตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรแนวคอลัมน์ (Column variable) ส่วนตัวแปรตามเป็นตัวแปรแถว (Row variable) การคำนวณค่าร้อยละ ให้รวมร้อยละตามแนวตัวแปรอิสระหรือในที่นี้คือตามแนวคอลัมน์ การอ่านร้อยละเปรียบเทียบให้อ่านตามขวาง เรียกว่าเป็นไปตามหลักคำนวณลง เปรียบเทียบขวาง (Compute down, Compare across) ใต้ตารางให้นำเสนอผลการทดสอบด้วยไคสแควร์ และแสดงค่าความแข็งแกร่งของความสัมพันธ์ด้วย นอกจากนี้การเสนอว่าผลการทดสอบด้วยไคสแควร์ ดังตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 จำนวน และร้อยละของผู้มารับบริการจำแนกตามเพศ และความพึงพอใจในการบริการ

ความพึงพอใจในบริการ	เพศ		รวม จำนวน (ร้อยละ)
	ชาย	หญิง	
มาก	90 (42.9)	50 (26.3)	140 (35.0)
ปานกลาง	70 (33.3)	60 (31.6)	130 (32.5)
น้อย	50 (23.8)	80 (42.1)	130 (32.5)
รวม	210 (100)	190 (100)	400 (100)

$$\chi^2 = 18.16 \ (P < 0.05)$$
$$V = 0.2131$$

จากตารางที่ 9.4 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานด้วยไคสแควร์ ปรากฏว่าค่าไคสแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าเพศมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในบริการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (χ^2 = 18.16 P < .05) แต่ตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ (V = 0.2131) ส่วนทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ดังนั้น ปรากฏว่าร้อยละ 42.9 ของผู้มารับบริการเพศชายมีความพึงพอใจในบริการมากแต่มีเพียงร้อยละ 26.3 ของผู้มารับบริการเพศหญิงเท่านั้นที่มีความพึงพอใจในบริการมาก แสดงว่าผู้มารับบริการเพศชายมีความพึงพอใจในบริการมากกว่าเพศหญิง

9.6 การทดสอบภาวะสารูปสนิทดีด้วยไคสแควร์

การทดสอบด้วยไคสแควร์สามารถใช้สำหรับการทดสอบอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า Goodness of fit เป็นการวิเคราะห์ว่าประชากรที่ศึกษามีการแจกแจงตามหรือสอดคล้องกับการแจกแจงค่าต่างๆ ตามทฤษฎีที่ควรเป็นแบบ Uniform distribution นั่นคือมีความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน (Equal or Uniform probability) เป็นการทดสอบที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียว (ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์, 2550 : 155)

การตั้งสมมติฐานศูนย์ และสมมติฐานอื่นเป็นดังนี้
สมมติฐานศูนย์ : การแจกแจงของประชากรมีลักษณะมีความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน
สมมติฐานอื่น : การแจกแจงของประชากรมีลักษณะมีความน่าจะเป็นไม่เท่ากัน

ตัวอย่างที่ 9.3 ร้านค้าแห่งหนึ่งจัดรายการของแถวม 5 รายการ (มูลค่าเท่ากัน) ให้ลูกค้าเลือกจากการซื้อสินค้าครบ 1,000 บาท จากการสำรวจพบว่าลูกค้า 300 คน เลือกรายการของแถมดังต่อไปนี้ ซึ่งจำนวนลูกค้าเป็นค่าที่สังเกตได้ มีจำนวนดังตารางที่ 9.5

ตารางที่ 9.5 ค่าที่สังเกตได้จำแนกตามรายการของแถม

รายการของแถม	จำนวนลูกค้าเลือก (O)	ร้อยละ
1	50 (0_1)	16.67
2	60 (0_2)	20.00
3	65 (0_3)	21.67
4	70 (0_4)	23.33
5	55 (0_5)	18.33
รวม	300	100.00

ผู้วิจัยต้องการทราบว่ามีลูกค้าชอบของแถมแต่ละประเภท คิดเป็นร้อยละแตกต่างกันหรือไม่

วิธีทำ สมมติฐานศูนย์ : การกระจายของประชากรมีความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน
(นั่นคือ คนชอบของแถมแต่ละชนิดคิดเป็นร้อยละเท่าๆ กัน)
สมมติฐานอื่น : การกระจายของประชากรมีความน่าจะเป็นเท่าๆ กัน หรือเหมือนๆ กัน

(นั่นคือ คนชอบของแถมแต่ละชนิดคิดเป็นร้อยละไม่เท่ากัน)

ถ้าลูกค้าชอบของแถมแต่ละชนิดคิดเป็นร้อยละเท่าๆ กัน สัดส่วนลูกค้าที่เลือกของแถมควรกระจายเป็น 0.20 สำหรับทุกกลุ่ม และสามารถคำนวณค่าคาดหวังว่าควรมีความถี่ ดังตารางที่ 9.6

ตารางที่ 9.6 ค่าที่คาดหวัง (E) ถ้าลูกค้าชอบของแถมแต่ละประเภทเท่าๆ กัน

รายการของแถม	สัดส่วนที่ควรจะเป็น	ค่าที่คาดหวัง (E)
1	0.20	60 (E_1)
2	0.20	60 (E_1)
3	0.20	60 (E_1)
4	0.20	60 (E_1)
5	0.20	60 (E_1)
รวม	1.00	300

จากตารางที่ 9.6 จะเห็นได้ว่าถ้าสมมติฐานศูนย์เป็นจริง จะมีลูกค้าจำนวนร้อยละ 20.0 เลือกของแถมแต่ละชนิดทั้ง 5 ชนิดเท่าๆ กันหรือมีลูกค้าของแถมแต่ละชนิดคิดเป็นร้อยละ 60 คนเท่าๆ กัน

ดังนั้นถ้าค่าที่สังเกตได้ (0) แตกต่างจากค่าคาดหวัง (E) มากเท่าใดก็แสดงว่าลูกค้าชอบของแถมแต่ละชนิดไม่เท่ากัน จึงต้องเปรียบเทียบค่าที่สังเกตกับค่าคาดหวัง

สถิติทดสอบได้แก่ $$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

ตารางที่ 9.7 การคำนวณค่าไคสแควร์

รายการของแถม	จำนวนลูกค้าเลือก	ค่าคาดหวัง	O – E	$(O-E)^2$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
	ค่าสังเกตได้ (O)	(E)			
1	50	60	-10	100	1.67
2	60	60	0	0	0.00
3	65	60	5	25	0.42
4	75	60	15	225	3.75
5	55	60	-5	25	0.42
รวม	300	300			6.26

จากตารางที่ 9.7 พบว่าค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มีค่า = 6.26 เปรียบเทียบค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้กับค่าไคสแควร์จากตารางได้โดยหาค่าองศาความเป็นอิสระ (d.f.) = k-1 (k = จำนวนกลุ่ม) ดังนั้นในกรณีนี้ d.f. = 5-1 = 4 และกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ = 0.05 ดังนั้นค่าวิกฤตของไคสแควร์จากตารางคือ 9.488 เพราะค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่าวิกฤติจึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ระดับมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 สรุปว่า มีจำนวนลูกค้าร้อยละเท่าๆ กันที่ชอบของแถมแต่ละประเภท นั่นคือ ไม่ได้ชอบของแถมแบบใดแบบหนึ่งมากกว่าแบบอื่นๆ

การทดสอบ Goodness of fit อาจใช้ทดสอบว่าการแจกแจงความน่าจะเป็นได้เปลี่ยนแปลงไปจากการแจกแจงเดิมหรือไม่ ดังตัวอย่างที่ 9.4

ตัวอย่างที่ 9.4 ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าทัศนคติของประชาชนต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ เช่นผู้บริหารองค์กรแห่งหนึ่งต้องการทราบว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลงนโยบายบางอย่างเกี่ยวกับการบริการลูกค้าแล้ว มีผลให้ทัศนคติของลูกค้าต่อองค์กรได้เปลี่ยนแปลงจากทัศนคติเดิมที่มีหรือไม่ เช่น ผลการสำรวจทัศนคติของลูกค้าก่อนการเปลี่ยนแปลงนโยบายเป็นดังตารางที่ 9.8

ตารางที่ 9.8 จำนวน และร้อยละของลูกค้าจำแนกตามทัศนคติก่อนการเปลี่ยนแปลงนโยบาย

ทัศนคติ	จำนวน	ร้อยละ	สัดส่วน
ชอบมาก	50	12.5	0.125
ชอบ	180	45.0	0.450
ไม่ชอบ	100	25.0	0.250
ไม่ชอบเลย	70	17.5	0.175
รวม	400	100.0	1.000

ภายหลังดำเนินการเปลี่ยนแปลงนโยบายเกี่ยวกับการบริการลูกค้าใหม่ประมาณ 3 เดือนจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยสุ่มจากลูกค้า 500 คน ได้ข้อมูลดังตารางที่ 9.9

ตารางที่ 9.9 จำนวน และร้อยละของลูกค้าจำแนกตามทัศนคติหลังการเปลี่ยนแปลงนโยบาย

ทัศนคติ	จำนวน (O)	ร้อยละ	สัดส่วน
ชอบมาก	110 (O_1)	22.0	0.22
ชอบ	180 (O_2)	36.0	0.36
ไม่ชอบ	130 (O_3)	26.0	0.26
ไม่ชอบเลย	80	16.0	0.16
รวม	500	100.0	1.00

ค่าจากการเก็บรวมครั้งหลังนี้ เรียกค่าที่สังเกตได้(O) ถ้าทัศนคติของลูกค้าคงเหมือนเดิมการแจกแจงความถี่ของทัศนคติแต่ละประเภทควรมีลักษณะดังตารางที่ 9.10

ตารางที่ 9.10 จำนวน และร้อยละของลูกค้าจำแนกตามทัศนคติ ถ้าทัศนคติของลูกค้าไม่เปลี่ยนแปลง

ทัศนคติ	ร้อยละ	สัดส่วน	จำนวน (E)
ชอบมาก	12.5	0.125	62.5 (E_1)
ชอบ	45.0	0.450	225.0 (E_2)
ไม่ชอบ	25.0	0.250	125.0 (E_3)
ไม่ชอบเลย	17.5	0.175	87.5 (E_4)
รวม	100.0	1.000	500.0

ถ้าทัศนคติของลูกค้าได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมยิ่งมากเท่าใด ค่า O และค่า E ยิ่งแตกต่างกันมากเท่านั้น ซึ่งมีผลทำให้ค่าไคสแควร์สูงมากจนต้องปฏิเสธสมมติฐานศูนย์

วิธีทำ สมมติฐานศูนย์ : สัดส่วนของแต่ละประเภทเหมือนเดิม
สมมติฐานอื่น : สัดส่วนของแต่ละประเภทแตกต่างไปจากเดิม

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

ตารางที่ 9.11 การคำนวณค่าไคสแควร์

ทัศนคติ	ค่า O	ค่า E	O - E	$(O-E)^2$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
ชอบมาก	110	62.5	47.5	2,256.25	36.10
ชอบ	180	225.0	-45	2,025.00	9.00
ไม่ชอบ	130	125.0	5	25.00	0.20
ไม่ชอบเลย	80	87.5	-7.5	56.25	0.64
รวม	500	500			45.94

จากตารางที่ 9.11 พบว่าค่าไคสแควร์คำนวณได้ = 45.94

ค่าวิกฤติของไคสแควร์จากตาราง (เมื่อ d.f. = k-1 = 4-1 = 3) กำหนดนัยสำคัญ = .05 คือ 7.815 เมื่อค่าไคสแควร์คำนวณได้สูงกว่าค่าวิกฤติ จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐานศูนย์แล้วยอมรับสมมติฐานอื่นว่าสัดส่วนของแต่ละประเภทแตกต่างไปจากเดิม นั่นคือ ทัศนคติของลูกค้าได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบทัศนคติเดิมและทัศนคติปัจจุบันภายหลังนโยบายใหม่ปรากฏดังตารางที่ 9.12

ตารางที่ 9.12 จำนวนและร้อยละของลูกค้า เปรียบเทียบทัศนคติก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงนโยบาย

ทัศนคติ	ก่อน (เดิม)		หลัง (ปัจจุบัน)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ชอบมาก	50	12.5	110	22.0
ชอบ	180	45.0	180	36.0
ไม่ชอบ	100	25.0	130	26.0
ไม่ชอบเลย	70	17.5	80	16.0
รวม	400	100.0	500	100.0

จากตารางที่ 9.12 พบว่า โดยภาพรวมแล้วภายหลังการเปลี่ยนแปลงนโยบายใหม่ มีผลทำให้ทัศนคติของลูกค้าที่มีต่อองค์กรดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีจำนวนลูกค้ามีทัศนคติในทางชอบมากขึ้น ซึ่งเปรียบเทียบจากเดิมมีเพียงร้อยละ 12.5 ของลูกค้าที่กล่าวว่าชอบองค์กรมาก แต่ปัจจุบันสูงถึงร้อยละ 22 ของลูกค้าที่กล่าวว่าชอบองค์กรมาก

9.7 สรุป

การทดสอบไคแสควร์ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรเชิงคุณภาพ คือตัวแปรที่อยู่ในระดับนามบัญญัติและระดับอันดับมาตรา โดยการทดสอบสมมติฐานมี 2 ลักษณะ คือ การทดสอบความสัมพันธ์ด้วยไคแสควร์ หลังจากที่ทดสอบแล้วพบว่าตัวแปรสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน สามารถทดสอบความแกร่งของความสัมพันธ์ได้อีกและการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี

แบบฝึกหัดบทที่ 9

1. ผู้บริหารต้องการทราบว่าพนักงานธุรการที่จบการศึกษาชั้นระดับ ปวช. และ ปวส. มีความแตกต่างในความสามารถในการเป็นหัวหน้างานหรือไม่ เมื่อทำงานมาแล้ว 10 ปี เท่ากัน ได้ผลดังนี้

ความสามารถ	การศึกษา		
	ปวช.	ปวส.	รวม
ดี	55	60	115
ปานกลาง	55	50	105
ไม่ดี	40	40	80
รวม	150	150	300

จงตั้งสมมติฐานและดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยละเอียด (กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ = 0.05)

2. ผู้วิจัยต้องการทราบว่า คนที่ฐานะทางเศรษฐกิจแตกต่างกันจะสามารถเข้าถึงบริการของรัฐแตกต่างกันหรือไม่ จึงเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างประชาชนจำนวน 450 คน ได้ข้อมูลตามตารางต่อไปนี้

ความสามารถเข้าถึงบริการของรัฐ	สถานภาพทางเศรษฐกิจ			รวม
	1. ต่ำ	2. กลาง	3. สูง	
1. ต่ำ	75	59	28	162
2. กลาง	43	50	30	123
3. สูง	32	41	92	165
รวม	150	150	150	450

จงตั้งสมมติฐานการวิจัย และดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยละเอียด (กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ = 0.01) และมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับใด

3. ผู้จัดการฝ่ายขายต้องการทราบว่าเพศมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อสินค้าของบริษัทหรือไม่ จึงทำการสำรวจ ได้ผลดังนี้

เพศ	การตัดสินใจซื้อ		
	ซื้อ	ไม่ซื้อ	รวม
ชาย	50	35	85
หญิง	23	42	65
รวม	73	77	150

4. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีรับสมัครนักศึกษาใหม่ ปีการศึกษา1/2559 ได้ข้อมูลตามตาราง ต่อไปนี้

ภูมิลำเนา	การตัดสินใจเลือกเรียน			รวม
	การตลาด	ภาษาจีน	วิทยาศาสตร์	
จันทบุรี	50	40	60	150
ต่างจังหวัด(นอกพื้นที่จันทบุรี)	30	80	40	150
รวม	80	120	100	300

จงทดสอบว่าภูมิลำเนามีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในสาขาวิชาต่างๆ หรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับใด

เอกสารอ้างอิง

พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ. (2548). **การวิเคราะห์ข้อมูลพื่อการบริหาร.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เสมาธรรม.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2551). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์. (2550). **สถิติพื้นฐานเพื่อผู้บริหารท้องถิ่น.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทรุ่งเรืองรัตน์พริ้นติ้ง จำกัด.

บรรณานุกรม

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : เทพเนรมิตการพิมพ์.

นภา จันทร์ตรี. (2554). **การมีส่วนร่วมทางการเมืองของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาจังหวัดจันทบุรี.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

__________. (2554). **คุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล ในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

__________ . (2558). คุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล ในเขตอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง. ใน **การประชุมวิชาการวิจัยรำไพพรรณีครั้งที่ 9 เรื่อง "การบูรณาการการวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน" วันที่ 19-20 ธันวาคม พ.ศ. 2558** (หน้า 129-136). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

__________ . (2558). **แนวทางการพัฒนาการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาชุมชนเกวียนหัก ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี.** จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

พรทิพา นิโรจน์. (2549). **เอกสารคำสอนรายวิชาระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์เบื้องต้น**. จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ. (2548). **การวิเคราะห์ข้อมูลพื่อการบริหาร.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เสมาธรรม.

พรสิน สุภวาลย์. (2551). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัย.** ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : เจริญผล.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันราชภัฏพระนคร.

มัลลิกา บุนนาค. (2542). **สถิติเพื่อการตัดสินใจ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2551). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

วรางคณา จันทร์คง. (2556). **สมมติฐานการวิจัย.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : ww.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/book56_4/research.html. 23 มกราคม 2559.

ศุภวัฒนากร วงศ์ธนวสุ และพีรสิทธิ์ คำนวณศิลป์. (2550). **สถิติพื้นฐานเพื่อผู้บริหารท้องถิ่น.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทรุ่งเรืองรัตน์พริ้นติ้ง จำกัด.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2549). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.** ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุวิมล ติรกานันท์. (2546). **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนวย เลิศชยันตี. (2539). **สถิติวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : ศิลปะสนองการพิมพ์.

ภาคผนวก

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม

					p					
n	k	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2	0	0.9801	0.9604	0.9409	0.9216	0.9025	0.8836	0.8649	0.8464	0.8281
	1	0.0198	0.0392	0.0582	0.0768	0.0950	1128	0.1302	0.1472	0.1638
	2	0.0001	0.0004	0.0009	0.0016	0.0025	0.0036	0.0049	0.0064	0.0081
3	0	0.9703	0.9412	0.9127	0.8847	0.8547	0.8306	0.8044	0.7787	0.7538
	1	0.0294	0.0576	0.0847	0.1106	0.1354	0.159	0.1816	0.2031	0.2236
	2	0.0003	0.0012	0.0026	0.0046	0.0071	0.0102	0.0137	0.0177	0.0221
	3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0007
4	0	0.9606	0.9224	0.8853	0.8493	0.8145	0.7807	0.7481	0.7164	0.6857
	1	0.0388	0.0753	0.1095	0.1416	0.1715	0.1993	0.2252	0.2492	0.2713
	2	0.0006	0.0023	0.0051	0.0088	0.0135	0.0191	0.0254	0.0325	0.0402
	3	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0008	0.0013	0.0019	0.0027
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
5	0	0.9510	0.9039	0.8587	0.8154	0.7738	0.7339	0.6957	0.6591	0.624
	1	0.0480	0.0922	0.1328	0.1699	0.2036	0.2342	0.2618	0.2866	0.3086
	2	0.0010	0.0038	0.0082	0.0142	0.0214	0.0299	0.0394	0.0498	0.061
	3	0.0000	0.0001	0.0003	0.0006	0.0011	0.0019	0.0030	0.0043	0.0060
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0	0.9415	0.8858	0.833	0.7828	0.7351	0.6899	0.647	0.6064	0.5679
	1	0.0571	0.1085	0.1546	0.1957	0.2321	0.2642	0.2922	0.3164	0.337
	2	0.0014	0.0055	0.012	0.0204	0.0305	0.0422	0.055	0.0688	0.0833
	3	0.0000	0.0002	0.0005	0.0011	0.0021	0.0036	0.0055	0.008	0.011
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0	0.9321	0.8681	0.8080	0.7514	0.6983	0.6649	0.6017	0.5578	0.5168
	1	0.0659	0.1240	0.1749	0.2192	0.2573	0.2897	0.3170	0.3396	0.3578
	2	0.0020	0.0076	0.0162	0.0274	0.0406	0.0555	0.0716	0.0886	0.1061
	3	0.0000	0.0003	0.0008	0.0019	0.0036	0.0059	0.0090	0.0128	0.0175
	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0011	0.0017
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
2	0	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.1800	0.2550	0.3200	0.3750	0.4200	0.4550	0.4800	0.4950	0.5000
	2	0.1000	0.0225	0.0400	0.0625	0.0900	0.1225	0.1600	0.2025	0.2500
3	0	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.2430	0.3251	0.3840	0.4219	0.4410	0.4436	0.4320	0.4084	0.3750
	2	0.0270	0.0574	0.0960	0.1406	0.1890	0.2389	0.2880	0.3341	0.3750
	3	0.0100	0.0034	0.0080	0.0156	0.0270	0.0429	0.064	0.0911	0.125
4	0	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.2916	0.3685	0.4096	0.4219	0.4116	0.3845	0.3456	0.2995	0.2500
	2	0.0486	0.0975	0.1536	0.2109	0.2646	0.3105	0.3456	0.3675	0.3750
	3	0.0036	0.0015	0.0256	0.0469	0.0756	0.1115	0.1536	0.2005	0.2500
	4	0.0001	0.0005	0.0016	0.0039	0.0081	0.015	0.0256	0.041	0.0625
5	0	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0313
	1	0.3280	0.3915	0.4096	0.3955	0.3602	0.3124	0.2592	0.2059	0.1563
	2	0.0729	0.1382	0.2048	0.2637	0.3087	0.3364	0.3456	0.3369	0.3125
	3	0.0081	0.0244	0.0512	0.0879	0.1323	0.1811	0.2304	0.2757	0.3125
	4	0.0004	0.0022	0.0064	0.0146	0.0284	0.0488	0.0768	0.1128	0.1562
	5	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0024	0.0053	0.0102	0.0185	0.0312
6	0	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.3543	0.3993	0.3932	0.3560	0.3025	0.2437	0.1866	0.1359	0.0938
	2	0.0984	0.1762	0.2458	0.2966	0.3241	0.3280	0.3110	0.278	0.2344
	3	0.0146	0.0415	0.0819	0.1318	0.1852	0.2355	0.2765	0.3032	0.3125
	4	0.0012	0.0055	0.0154	0.0330	0.0595	0.0951	0.1382	0.1861	0.2344
	5	0.0001	0.0004	0.0015	0.0044	0.0102	0.0205	0.0365	0.0609	0.0937
	6	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0018	0.0041	0.0083	0.0156
7	0	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.3720	0.3960	0.3670	0.1335	0.2471	0.1848	0.1306	0.0872	0.0547
	2	0.1240	0.2097	0.2753	0.3115	0.3177	0.2985	0.2613	0.2140	0.1641
	3	0.0230	0.0617	0.1147	0.1730	0.2269	0.2679	0.2903	0.2918	0.2734
	4	0.0026	0.0109	0.0287	0.0577	0.0972	0.1442	0.1935	0.2388	0.2734
	5	0.0002	0.0012	0.0043	0.0115	0.025	0.0466	0.0774	0.1172	0.1641
	6	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0036	0.0084	0.0172	0.0320	0.0547
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0037	0.0078

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
8	0	0.9227	0.8508	0.7837	0.7214	0.6634	0.6096	0.5596	0.5132	0.4703
	1	0.0746	0.1389	0.1939	0.2405	0.2793	0.3113	0.3370	0.3570	0.3721
	2	0.0026	0.0099	0.021	0.0351	0.0515	0.0695	0.0888	0.1087	0.1288
	3	0.0001	0.0004	0.0013	0.0029	0.0054	0.0089	0.0134	0.0189	0.0255
	4	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0013	0.0021	0.0031
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0	0.9135	0.8337	0.7602	0.6925	0.6302	0.5730	0.5204	0.4722	0.4279
	1	0.0830	0.1531	0.2116	0.2597	0.2985	0.3292	0.3525	0.3695	0.3809
	2	0.0034	0.0125	0.0262	0.0433	0.0629	0.084	0.1061	0.1285	0.1507
	3	0.0001	0.0006	0.0019	0.0042	0.0077	0.0125	0.0186	0.0261	0.0348
	4	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0006	0.0012	0.0021	0.0034	0.0052
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0	0.9044	0.8171	0.7374	0.6648	0.5987	0.5386	0.4840	0.4344	0.3894
	1	0.0914	0.1667	0.2281	0.2770	0.3151	0.3438	0.3643	0.3777	0.3851
	2	0.0042	0.0153	0.0317	0.0519	0.0746	0.0988	0.1234	0.1478	0.1714
	3	0.0001	0.0008	0.0026	0.0058	0.0105	0.0168	0.0248	0.0343	0.0452
	4	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.001	0.0019	0.0033	0.0052	0.0078
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005	0.0009
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
8	0	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.3826	0.3847	0.3355	0.267	0.1977	0.1373	0.0896	0.0548	0.0313
	2	0.1488	0.2376	0.2936	0.3115	0.2965	0.2587	0.2090	0.1569	0.1094
	3	0.0331	0.0839	0.1468	0.2076	0.2541	0.2786	0.2787	0.2568	0.2188
	4	0.0046	0.0185	0.0459	0.0865	0.1361	0.1875	0.2322	0.2627	0.2734
	5	0.0004	0.0026	0.0092	0.0231	0.0467	0.0808	0.1239	0.1719	0.2188
	6	0.0000	0.0002	0.0011	0.0038	0.0100	0.0217	0.0413	0.0703	0.1094
	7	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0012	0.0033	0.0079	0.0164	0.0312
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0017	0.0039
9	0	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.002
	1	0.3874	0.3679	0.302	0.2253	0.1556	0.1004	0.0605	0.0339	0.0176
	2	0.1722	0.2597	0.3020	0.3003	0.2668	0.2162	0.1612	0.1110	0.0703
	3	0.0446	0.1069	0.1762	0.2336	0.2668	0.2716	0.2508	0.2119	0.1641
	4	0.0074	0.0283	0.0661	0.1168	0.1715	0.2194	0.2508	0.2600	0.2461
	5	0.0008	0.0050	0.0165	0.0389	0.0735	0.1181	0.1672	0.2128	0.2461
	6	0.0001	0.0006	0.0028	0.0087	0.0210	0.0424	0.0743	0.116	0.1641
	7	0.0000	0.0000	0.0003	0.0012	0.0039	0.0098	0.0212	0.0407	0.0703
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0035	0.0083	0.0176
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0020
10	0	0.3487	0.1969	0.1047	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010
	1	0.3874	0.3474	0.2684	0.1877	0.1211	0.0725	0.0403	0.0207	0.0098
	2	0.1937	0.2759	0.3020	0.2816	0.2335	0.1757	0.1209	0.0763	0.0439
	3	0.0574	0.1298	0.2013	0.2503	0.2668	0.2522	0.2150	0.1665	0.1172
	4	0.0112	0.0401	0.0881	0.1460	0.2001	0.2377	0.2508	0.2384	0.2051
	5	0.0015	0.0085	0.0264	0.0584	0.1029	0.1536	0.2007	0.2340	0.2461
	6	0.0001	0.0012	0.0055	0.0162	0.0368	0.0689	0.1115	0.1596	0.2051
	7	0.0000	0.0001	0.0008	0.0031	0.0090	0.0212	0.0425	0.0746	0.1172
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0014	0.0043	0.0106	0.0229	0.0439
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0042	0.0098
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
12	0	0.8864	0.7847	0.6938	0.6127	0.5404	0.4759	0.4186	0.3677	0.3225
	1	0.1074	0.1922	0.2575	0.3064	0.3414	0.3645	0.3781	0.3837	0.3827
	2	0.0060	0.0216	0.0438	0.0702	0.0988	0.1280	0.1565	0.1835	0.2082
	3	0.0002	0.0015	0.0045	0.0098	0.0137	0.0272	0.0393	0.0532	0.0686
	4	0.0000	0.0001	0.0003	0.0009	0.0021	0.0039	0.0067	0.0104	0.0153
	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0008	0.0014	0.0024
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0	0.8601	0.7386	0.6333	0.5421	0.4633	0.3953	0.3367	0.2863	0.2430
	1	0.1303	0.2261	0.2938	0.3388	0.3658	0.3785	0.3801	0.3734	0.3605
	2	0.0092	0.0323	0.0636	0.0988	0.1348	0.1691	0.2003	0.2273	0.2496
	3	0.0004	0.0029	0.0085	0.0178	0.0307	0.0468	0.0653	0.0857	0.1070
	4	0.0000	0.0002	0.0008	0.0022	0.0049	0.0090	0.0148	0.0223	0.0317
	5	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0013	0.0024	0.0043	0.0069
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0006	0.0011
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
12	0	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.3766	0.3012	0.2062	0.1267	0.0712	0.0368	0.0174	0.0075	0.0029
	2	0.2301	0.2924	0.2835	0.2323	0.1678	0.1088	0.0639	0.0339	0.0161
	3	0.0852	0.1720	0.2362	0.2581	0.2397	0.1954	0.1419	0.0923	0.0537
	4	0.0213	0.0683	0.1329	0.1936	0.2311	0.2367	0.2128	0.1700	0.1208
	5	0.0038	0.0193	0.5320	0.1032	0.1585	0.2039	0.2270	0.2225	0.1934
	6	0.0005	0.0040	0.0155	0.0401	0.0792	0.1281	0.1766	0.2124	0.2256
	7	0.0000	0.0006	0.0033	0.0115	0.0291	0.0591	0.1009	0.1489	0.1934
	8	0.0000	0.0001	0.0005	0.0024	0.0078	0.0199	0.0420	0.0762	0.1208
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0015	0.0048	0.0125	0.0277	0.0537
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0025	0.0068	0.0161
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0029
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
15	0	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.3432	0.2312	0.1319	0.0668	0.0305	0.0126	0.0047	0.0016	0.0005
	2	0.2669	0.2856	0.2309	0.1559	0.0916	0.0476	0.0219	0.0090	0.0032
	3	0.1285	0.2184	0.2501	0.2252	0.1700	0.1110	0.0634	0.0318	0.0139
	4	0.0428	0.1156	0.1876	0.2252	0.2186	0.1792	0.1268	0.0780	0.0417
	5	0.0105	0.0449	0.1032	0.1651	0.2061	0.2123	0.1859	0.1404	0.0916
	6	0.0019	0.0132	0.0430	0.0917	0.1472	0.1906	0.2066	0.1914	0.1527
	7	0.0003	0.0030	0.0138	0.0393	0.0811	0.1319	0.1771	0.2013	0.1964
	8	0.0000	0.0005	0.0035	0.0131	0.0348	0.0710	0.1181	0.1647	0.1964
	9	0.0000	0.0001	0.0007	0.0034	0.0116	0.0298	0.0612	0.1048	0.1527
	10	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0030	0.0096	0.0245	0.0515	0.0916
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0024	0.0074	0.0191	0.0417
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0052	0.0139
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0032
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

		p								
n	k	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
20	0	0.8179	0.6676	0.5438	0.4420	0.3585	0.2901	0.2342	0.1887	0.1516
	1	0.1652	0.2725	0.3364	0.3683	0.3774	0.3703	0.3526	0.3282	0.3000
	2	0.0159	0.0528	0.0988	0.1458	0.1887	0.2246	0.2521	0.2711	0.2818
	3	0.0010	0.0065	0.0183	0.0364	0.0596	0.0860	0.1139	0.1414	0.1672
	4	0.0000	0.0006	0.0024	0.0065	0.0133	0.0233	0.0364	0.0523	0.0703
	5	0.0000	0.0000	0.0002	0.0009	0.0022	0.0048	0.0088	0.0145	0.0222
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0017	0.0032	0.0055
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0011
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ก การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม (ต่อ)

n	k	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
20	0	0.1216	0.0388	0.0115	0.0032	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2702	0.1368	0.0576	0.0211	0.0068	0.0020	0.0005	0.0001	0.0000
	2	0.2852	0.2293	0.1369	0.0669	0.0278	0.0100	0.0031	0.0008	0.0002
	3	0.1901	0.2428	0.2054	0.1339	0.0716	0.0323	0.0123	0.0040	0.0011
	4	0.0898	0.1821	0.2182	0.1897	0.1304	0.0738	0.0350	0.0139	0.0046
	5	0.0319	0.1028	0.1746	0.2023	0.1789	0.1272	0.0746	0.0365	0.0148
	6	0.0089	0.0454	0.1091	0.1686	0.1916	0.1712	0.1244	0.0746	0.0370
	7	0.0020	0.0160	0.0545	0.1124	0.1643	0.1844	0.1659	0.1221	0.0739
	8	0.0004	0.0046	0.0222	0.0609	0.1144	0.1614	0.1797	0.1623	0.1201
	9	0.0001	0.0011	0.0074	0.0271	0.0654	0.1158	0.1571	0.1771	0.1602
	10	0.0000	0.0002	0.0020	0.0099	0.0308	0.0686	0.1171	0.1593	0.1762
	11	0.0000	0.0000	0.0005	0.0030	0.0120	0.0336	0.0710	0.1185	0.1602
	12	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0039	0.0136	0.0355	0.0727	0.1201
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0045	0.0146	0.0366	0.0739
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0049	0.0150	0.0370
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0049	0.0148
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0046
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง

	m									
x	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
0	0.0010	0.8187	0.7408	0.6703	0.6065	0.5488	0.4966	0.4493	0.3066	0.3679
1	0.0905	0.1637	0.2222	0.2681	0.3033	0.3293	0.3476	0.3595	0.3659	0.3679
2	0.0045	0.0164	0.0333	0.0536	0.0758	0.0988	0.1217	0.1438	0.1647	0.1839
3	0.0002	0.0011	0.0033	0.0072	0.0125	0.0198	0.0284	0.0383	0.494	0.0613
4	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0016	0.0030	0.0050	0.0077	0.0111	0.0153
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0012	0.0020	0.0031
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

	m									
x	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0	0.3329	0.3012	0.2725	0.2466	0.2231	0.2019	0.1827	0.1653	0.1496	0.1353
1	0.3662	0.3614	0.3543	0.3452	0.3347	0.3230	0.3106	0.2975	0.2842	0.2707
2	0.2014	0.2169	0.2303	0.2417	0.2510	0.2584	0.2640	0.2678	0.2700	0.2707
3	0.0738	0.0867	0.0998	0.1128	0.1255	0.1378	0.1496	0.1607	0.1710	0.1804
4	0.0203	0.0260	0.0324	0.0395	0.0471	0.0551	0.0636	0.0723	0.0812	0.0902
5	0.0045	0.0062	0.0084	0.0111	0.0141	0.0176	0.0216	0.0260	0.0309	0.0361
6	0.0008	0.0012	0.0018	0.0026	0.0035	0.0047	0.0061	0.0078	0.0098	0.0120
7	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0011	0.0015	0.0020	0.0027	0.0034
8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0006	0.0009
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

	m									
x	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0	0.1225	0.1108	0.1003	0.0907	0.0821	0.0743	0.0672	0.0608	0.0550	0.0498
1	0.2572	0.2438	0.2308	0.2177	0.2052	0.1931	0.1815	0.1703	0.1596	0.1494
2	0.2700	0.2681	0.2652	0.2613	0.2565	0.2510	0.2450	0.2384	0.2314	0.2240
3	0.1890	0.1966	0.2033	0.2090	0.2138	0.2176	0.2205	0.2225	0.2237	0.2240
4	0.0992	0.1082	0.1169	0.1254	0.1336	0.1414	0.1488	0.1557	0.1622	0.1680
5	0.0417	0.0476	0.0538	0.0602	0.0668	0.0735	0.0804	0.0872	0.094	0.1008
6	0.0146	0.0174	0.0206	0.0241	0.0278	0.0319	0.0362	0.0407	0.0455	0.0504
7	0.0044	0.0055	0.0068	0.0083	0.0099	0.0118	0.0139	0.0163	0.0188	0.0216
8	0.0011	0.0015	0.0019	0.0025	0.0031	0.0038	0.0047	0.0057	0.0068	0.0081
9	0.0003	0.0004	0.0005	0.0007	0.0009	0.0011	0.0014	0.0018	0.0022	0.0027
10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0008
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

	m									
x	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0	0.4500	0.0408	0.0369	0.0334	0.0302	0.0273	0.0247	0.0224	0.0202	0.0183
1	0.1397	0.1304	0.1217	0.1135	0.1057	0.0984	0.0915	0.0850	0.0789	0.0733
2	0.2165	0.0287	0.2008	0.1929	0.1850	0.1771	0.1692	0.1615	0.1539	0.1465
3	0.2237	0.2226	0.2209	0.2186	0.2158	0.2125	0.2087	0.2046	0.2001	0.1954
4	0.1734	0.1781	0.1823	0.1858	0.18888	0.1912	0.1931	0.1944	0.1951	0.1954
5	0.1075	0.1140	0.1203	0.1264	0.1322	0.1377	0.1429	0.1477	0.1522	0.1563
6	0.0555	0.0608	0.0662	0.0716	0.0771	0.0826	0.0881	0.0936	0.0989	0.1042
7	0.0246	0.0278	0.0312	0.0348	0.0385	0.0425	0.0466	0.0508	0.0551	0.0595
8	0.0095	0.0111	0.0129	0.0148	0.0169	0.0191	0.0215	0.0241	0.0269	0.0298
9	0.0033	0.0040	0.0047	0.0056	0.0066	0.0076	0.0089	0.0102	0.0116	0.0132
10	0.0010	0.0013	0.0016	0.0019	0.0023	0.0028	0.0033	0.0039	0.0045	0.0053
11	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016	0.0019
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

	m									
x	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	0.0166	0.0150	0.0136	0.0123	0.0111	0.0101	0.0091	0.0082	0.0074	0.0067
1	0.0679	0.0630	0.0583	0.0540	0.0500	0.0462	0.0427	0.0395	0.0365	0.0337
2	0.1393	0.1323	0.1250	0.1188	0.1125	0.1063	0.1005	0.0948	0.0894	0.0842
3	0.1904	0.1852	0.1798	0.1743	0.1687	0.1631	0.1574	0.1517	0.1450	0.1404
4	0.1951	0.1944	0.1933	0.1917	0.1898	0.1875	0.1849	0.182	0.1789	0.1755
5	0.1600	0.1633	0.1662	0.1687	0.1708	0.1725	0.1738	0.1747	0.1753	0.1755
6	0.1093	0.1143	0.1191	0.1237	0.1281	0.1323	0.1362	0.1398	0.1432	0.1462
7	0.0640	0.0686	0.0732	0.0778	0.0824	0.0869	0.0914	0.0959	0.1002	0.1044
8	0.0328	0.0360	0.0393	0.0428	0.0463	0.0500	0.0537	0.0575	0.0614	0.0653
9	0.0150	0.0168	0.0188	0.0092	0.0104	0.0018	0.0132	0.0147	0.0164	0.0181
10	0.0061	0.0071	0.0081	0.0092	0.0104	0.0118	0.0132	0.0147	0.0164	0.0181
11	0.0023	0.0027	0.0032	0.0037	0.0043	0.0049	0.0056	0.0064	0.0073	0.0082
12	0.0008	0.0009	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0026	0.0030	0.0034
13	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

	m									
x	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0	0.0450	0.4080	0.0369	0.0334	0.0302	0.0273	0.0247	0.0224	0.0202	0.0183
1	0.1397	0.1304	0.1217	0.1135	0.1057	0.0984	0.0915	0.0850	0.0789	0.0733
2	0.2165	0.2087	0.2008	0.1929	0.1850	0.1771	0.1692	0.1615	0.1539	0.1465
3	0.2237	0.2226	0.2209	0.2186	0.2158	0.2125	0.2087	0.2046	0.2001	0.1954
4	0.1734	0.1781	0.1823	0.1858	0.1888	0.1912	0.1931	0.1944	0.1951	0.1954
5	0.1075	0.1140	0.1203	0.1246	0.1322	0.1377	0.1429	0.1477	0.1522	0.1563
6	0.0555	0.0608	0.0662	0.0716	0.0771	0.0826	0.0881	0.0936	0.0989	0.1042
7	0.0246	0.0278	0.0312	0.0348	0.0385	0.0425	0.0466	0.0508	0.0551	0.0595
8	0.0095	0.0111	0.0129	0.0148	0.0169	0.0191	0.0215	0.0241	0.0269	0.0298
9	0.0033	0.0040	0.0047	0.0056	0.0066	0.0076	0.0089	0.0102	0.0116	0.0019
10	0.0010	0.0013	0.0016	0.0019	0.0023	0.0028	0.0033	0.0039	0.0045	0.0053
11	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016	0.0019
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

	m									
x	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	0.0166	0.0150	0.0136	0.0123	0.0111	0.0101	0.0091	0.0082	0.0074	0.0067
1	0.0679	0.0630	0.0583	0.0540	0.0500	0.0462	0.0427	0.0395	0.0365	0.0337
2	0.1393	0.1323	0.1250	0.1188	0.1125	0.1063	0.1005	0.0948	0.0894	0.0842
3	0.1904	0.1852	0.1798	0.1743	0.1878	0.1631	0.1574	0.1517	0.1450	0.1404
4	0.1951	0.1944	0.1933	0.1917	0.1898	0.1875	0.1849	0.1820	0.1789	0.1755
5	0.1600	0.1633	0.1662	0.1687	0.1708	0.1725	0.1738	0.1747	0.1753	0.1755
6	0.1093	0.1143	0.1191	0.1237	0.1281	0.1323	0.1362	0.1398	0.1432	0.1462
7	0.0640	0.0686	0.0732	0.0778	0.0824	0.0869	0.0914	0.0959	0.1002	0.1044
8	0.0328	0.0360	0.0393	0.0428	0.0463	0.0500	0.0537	0.0575	0.0614	0.0653
9	0.0150	0.0168	0.0188	0.0209	0.0232	0.0255	0.0280	0.0307	0.0334	0.0363
10	0.0061	0.0071	0.0081	0.0092	0.0104	0.0118	0.0132	0.0147	0.0164	0.0181
11	0.0023	0.0027	0.0032	0.0037	0.0043	0.0049	0.0056	0.0064	0.0073	0.0082
12	0.0008	0.0009	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0026	0.0030	0.0034
13	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

	m									
x	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
0	0.0061	0.0055	0.0050	0.0045	0.0041	0.0037	0.0033	0.0030	0.0027	0.0025
1	0.0311	0.0287	0.0263	0.0244	0.0225	0.0207	0.0191	0.0176	0.0162	0.0149
2	0.0793	0.0746	0.0701	0.0659	0.0618	0.0580	0.0544	0.0509	0.0477	0.0446
3	0.1348	0.1293	0.1239	0.1185	0.1133	0.1082	0.1033	0.0985	0.0938	0.0892
4	0.1719	0.1681	0.1641	0.1600	0.1558	0.1515	0.1472	0.1428	0.1363	0.1339
5	0.1753	0.1748	0.1740	0.1728	0.1714	0.1697	0.1678	0.1656	0.1632	0.1606
6	0.1490	0.1515	0.1537	0.1555	0.1571	0.1584	0.1594	0.1601	0.1605	0.1606
7	0.1086	0.1125	0.1163	0.1200	0.1234	0.1267	0.1298	0.1326	0.1353	0.1377
8	0.0692	0.0731	0.0771	0.0810	0.0849	0.0887	0.0925	0.0962	0.0998	0.1033
9	0.0392	0.0423	0.0454	0.0486	0.0519	0.0552	0.0586	0.0620	0.0654	0.0688
10	0.0200	0.0220	0.0241	0.0262	0.0285	0.0309	0.0334	0.0359	0.0386	0.0413
11	0.0093	0.0104	0.0116	0.0129	0.0143	0.0157	0.0173	0.0190	0.0207	0.0225
12	0.0039	0.0045	0.0051	0.0058	0.0065	0.0073	0.0082	0.0092	0.0102	0.0113
13	0.0015	0.0018	0.0021	0.0024	0.0028	0.0032	0.0036	0.0041	0.0046	0.0052
14	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013	0.0015	0.0017	0.0018	0.0022
15	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
16	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

	m									
x	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
0	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009
1	0.0137	0.0126	0.0116	0.0106	0.0098	0.009	0.0082	0.0077	0.0070	0.0064
2	0.0417	0.0390	0.0364	0.0340	0.0318	0.0296	0.0276	0.0258	0.0240	0.0223
3	0.0848	0.0806	0.0765	0.0726	0.0688	0.0652	0.0617	0.0584	0.0552	0.0621
4	0.1294	0.1249	0.1205	0.1162	0.1118	0.1076	0.1034	0.0992	0.0952	0.0111
5	0.1679	0.1549	0.1619	0.1487	0.1454	0.1420	0.1385	0.3490	0.1314	0.1277
6	0.1605	0.1601	0.1595	0.1586	0.1675	0.1562	0.1546	0.1521	0.1511	0.1490
7	0.1399	0.1418	0.1435	0.1450	0.1462	0.1472	0.1480	0.1486	0.1489	0.1490
8	0.1066	0.1099	0.1130	0.1160	0.1188	0.1215	0.1240	0.1263	0.1284	0.1304
9	0.0723	0.0757	0.0791	0.0825	0.0858	0.0891	0.0923	0.0954	0.0985	0.1014
10	0.0441	0.0469	0.0498	0.0528	0.0558	0.0588	0.0618	0.0649	0.0679	0.0710
11	0.0245	0.0265	0.0285	0.0307	0.0330	0.0353	0.0377	0.0401	0.0426	0.0452
12	0.0124	0.0137	0.015	0.0164	0.0179	0.0194	0.0210	0.0227	0.0245	0.0264
13	0.0058	0.0065	0.0073	0.0081	0.0089	0.0098	0.0108	0.0119	0.0130	0.0142
14	0.0025	0.0029	0.0033	0.0037	0.0041	0.0046	0.0052	0.0058	0.0064	0.0071
15	0.0010	0.0012	0.0014	0.0016	0.0018	0.0020	0.0023	0.0026	0.0029	0.0033
16	0.0004	0.0005	0.0005	0.0006	0.0070	0.0008	0.0010	0.0011	0.0013	0.0014
17	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006
18	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

x	m 7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
0	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003
1	0.0059	0.0054	0.0049	0.0045	0.0041	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0027
2	0.0208	0.0194	0.0180	0.0167	0.0156	0.0145	0.0134	0.0125	0.0116	0.0107
3	0.0492	0.0464	0.0438	0.0413	0.0389	0.0366	0.0345	0.0324	0.0305	0.0286
4	0.0874	0.0836	0.0799	0.0764	0.0729	0.0696	0.0663	0.0632	0.0602	0.0573
5	0.1241	0.1204	0.1167	0.1130	0.1094	0.1057	0.1021	0.0986	0.0116	0.0916
6	0.1468	0.1445	0.1420	0.1394	0.1367	0.1339	0.1311	0.1282	0.1254	0.1221
7	0.1489	0.1486	0.1481	0.1474	0.1465	0.1454	0.1442	0.1428	0.1413	0.1396
8	0.1321	0.1337	0.1351	0.1363	0.1373	0.1382	0.1388	0.1392	0.1395	0.1396
9	0.1042	0.1070	0.1096	0.1121	0.1144	0.1167	0.1187	0.1207	0.1224	0.1221
10	0.0740	0.0770	0.0800	0.0829	0.0858	0.0887	0.0914	0.0941	0.0967	0.0993
11	0.0478	0.0504	0.0531	0.0558	0.0585	0.0613	0.0640	0.0667	0.0695	0.0722
12	0.0283	0.0303	0.0323	0.0344	0.0366	0.0388	0.0411	0.0434	0.0457	0.0481
13	0.0154	0.0168	0.0181	0.0196	0.0211	0.0227	0.0243	0.0260	0.0278	0.0296
14	0.0078	0.0086	0.0095	0.0104	0.0113	0.0123	0.0134	0.0145	0.0157	0.0169
15	0.0037	0.0041	0.0046	0.0051	0.0057	0.0062	0.0069	0.0076	0.0083	0.0090
16	0.0016	0.0019	0.0021	0.0024	0.0026	0.0030	0.0033	0.0037	0.0041	0.0045
17	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0012	0.0013	0.0015	0.0017	0.0019	0.0021
18	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
19	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004
20	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001

x	m 8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
0	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
1	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0017	0.0016	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011
2	0.0100	0.0092	0.0086	0.0079	0.0074	0.0068	0.0063	0.0058	0.0054	0.0050
3	0.0269	0.0252	0.0237	0.0222	0.0280	0.0195	0.0183	0.0171	0.0160	0.0150
4	0.0544	0.0517	0.0491	0.0466	0.0443	0.0420	0.0398	0.0377	0.0357	0.0337
5	0.0882	0.0849	0.0816	0.0784	0.0752	0.0722	0.0692	0.0663	0.0635	0.0607
6	0.1191	0.1160	0.1128	0.1097	0.1066	0.1034	0.1003	0.0972	0.0941	0.0911
7	0.1378	0.1358	0.1338	0.1317	0.1294	0.1271	0.1247	0.1222	0.1197	0.1171
8	0.1395	0.1392	0.1388	0.1382	0.1375	0.1366	0.1356	0.1344	0.1332	0.1318
9	0.1256	0.1269	0.1280	0.1290	0.1299	0.1306	0.1311	0.1315	0.1317	0.1318
10	0.1017	0.1040	0.1063	0.1084	0.1104	0.1123	0.1140	0.1157	0.1172	0.1186
11	0.0749	0.0776	0.0802	0.0828	0.0853	0.0878	0.0902	0.0925	0.0948	0.0970
12	0.0505	0.053	0.0555	0.0579	0.0604	0.0620	0.0654	0.0679	0.0703	0.0728
13	0.0315	0.0334	0.0354	0.0374	0.0395	0.0416	0.0438	0.0459	0.0481	0.0504
14	0.0182	0.0196	0.0210	0.0225	0.0240	0.0256	0.0272	0.0289	0.0306	0.0324

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

	m									
x	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
15	0.0098	0.0107	0.0116	0.0126	0.0136	0.0147	0.0158	0.0169	0.0182	0.0194
16	0.0050	0.0055	0.0060	0.0066	0.0072	0.0079	0.0086	0.0093	0.0101	0.0109
17	0.0024	0.0026	0.0029	0.0033	0.0036	0.0040	0.0044	0.0048	0.0053	0.0058
18	0.0011	0.0012	0.0014	0.0015	0.0017	0.0011	0.0021	0.0024	0.0026	0.0029
19	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0011	0.0012	0.0014
20	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.0006
21	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

	m									
x	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
2	0.0046	0.0043	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023
3	0.0140	0.0131	0.0123	0.0115	0.0107	0.0100	0.0093	0.0087	0.0081	0.0076
4	0.0319	0.0302	0.0285	0.0269	0.0254	0.0240	0.0226	0.0213	0.0201	0.0189
5	0.0581	0.0555	0.0530	0.0506	0.0483	0.0460	0.0439	0.0418	0.0398	0.0378
6	0.0881	0.0851	0.0822	0.0793	0.0764	0.0736	0.0709	0.0682	0.0656	0.0631
7	0.1145	0.1118	0.1091	0.1064	0.1037	0.1010	0.0982	0.0955	0.0928	0.0901
8	0.1302	0.1286	0.1269	0.1251	0.1232	0.1212	0.1191	0.1170	0.1148	0.1126
9	0.1317	0.1315	0.1311	0.1306	0.1300	0.1293	0.1284	0.1274	0.1263	0.1251
10	0.1198	0.1210	0.1219	0.1228	0.1235	0.1241	0.1245	0.1249	0.1250	0.1251
11	0.0991	0.1012	0.1031	0.1049	1.0670	0.1083	0.1098	0.1112	0.1125	0.1137
12	0.0752	0.0776	0.0799	0.0822	0.0844	0.0866	0.0888	0.0908	0.0928	0.0948
13	0.0526	0.0549	0.0572	0.0594	0.0617	0.0640	0.0662	0.0685	0.0707	0.0729
14	0.0342	0.0361	0.0380	0.0399	0.0419	0.0439	0.0459	0.0479	0.0500	0.0521
15	0.0208	0.0221	0.0235	0.0250	0.0265	0.0281	0.0297	0.0313	0.0333	0.0347
16	0.0118	0.0127	0.0137	0.0147	0.0157	0.0168	0.0180	0.0192	0.0204	0.0217
17	0.0063	0.0069	0.0075	0.0081	0.0088	0.0095	0.0103	0.0111	0.0119	0.0128
18	0.0032	0.0035	0.0039	0.0042	0.0046	0.0051	0.0055	0.0060	0.0065	0.0071
19	0.0015	0.0017	0.0019	0.0021	0.0023	0.0026	0.0028	0.0031	0.0034	0.0037
20	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0011	0.0012	0.0014	0.0015	0.0017	0.0019
21	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
22	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004
23	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001

ตารางที่ ข การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (ต่อ)

	m									
x	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0001	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0037	0.0018	0.0008	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0102	0.0053	0.0027	0.0013	0.0006	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
5	0.0224	0.0127	0.0070	0.0037	0.00019	0.0010	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001
6	0.0411	0.0255	0.0152	0.0087	0.0048	0.0026	0.0014	0.0007	0.0004	0.0002
7	0.0646	0.0437	0.0281	0.0174	0.0104	0.006	0.0034	0.0018	0.0010	0.0005
8	0.0888	0.0655	0.0457	0.0304	0.0194	0.1200	0.0072	0.0042	0.0024	0.0013
9	0.1085	0.0874	0.0661	0.0473	0.0324	0.0213	0.0135	0.0083	0.0050	0.0029
10	0.1194	0.1048	0.0859	0.0663	0.0486	0.0341	0.0230	0.0150	0.0095	0.0058
11	0.1194	0.1144	0.1015	0.0844	0.0663	0.0496	0.0355	0.0245	0.0164	0.0106
12	0.1094	0.1144	0.1099	0.0984	0.0829	0.0661	0.0504	0.0386	0.0259	0.0176
13	0.0926	0.1056	0.1099	0.1060	0.0956	0.0814	0.0658	0.0509	0.0378	0.0271
14	0.0728	0.0905	0.1021	0.1060	0.1024	0.0930	0.0800	0.0655	0.0514	0.0387
15	0.0534	0.0724	0.0885	0.0989	0.1024	0.0992	0.0906	0.0786	0.0650	0.0516
16	0.0367	0.5043	0.0719	0.0866	0.0960	0.0992	0.0963	0.0884	0.0772	0.0646
17	0.0237	0.0383	0.0550	0.0713	0.0847	0.0934	0.0963	0.0936	0.0863	0.0760
18	0.0145	0.0256	0.0397	0.0554	0.0706	0.0830	0.0909	0.0936	0.0911	0.0844
19	0.0084	0.0161	0.0272	0.0409	0.0557	0.0699	0.0814	0.0887	0.0911	0.0888
20	0.0046	0.0097	0.0177	0.0286	0.0418	0.0559	0.0692	0.0798	0.0866	0.0888
21	0.0024	0.0055	0.0109	0.0191	0.0299	0.0426	0.0560	0.0684	0.0783	0.0846
22	0.0012	0.0030	0.0065	0.0121	0.0204	0.3031	0.0433	0.0560	0.0676	0.0769
23	0.0006	0.0016	0.0037	0.0074	0.0133	0.0216	0.0320	0.0438	0.0559	0.0669
24	0.0003	0.0008	0.0010	0.0043	0.0083	0.0144	0.0226	0.0328	0.0442	0.0557
25	0.0001	0.0004	0.0010	0.0024	0.0050	0.0092	0.0154	0.0237	0.0336	0.4460
26	0.0000	0.0002	0.0005	0.0013	0.0029	0.0057	0.0101	0.0164	0.0246	0.0343
27	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0016	0.0040	0.0063	0.0109	0.0173	0.0254
28	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0009	0.0019	0.0038	0.0007	0.0117	0.0181
29	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0011	0.0023	0.0044	0.0077	0.0125
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0013	0.0026	0.0049	0.0083
31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0015	0.003	0.0054
32	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0004	0.0009	0.0018	0.0034
33	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0001	0.0002
34	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0012
35	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007
36	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004
37	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

ตารางที่ ค พื้นที่ใต้โค้งปกติ

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.001	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.015	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0193	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0464	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.123	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3987	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753

ตารางที่ ค พื้นที่ใต้โค้งปกติ (ต่อ)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.591	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.648	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.719	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.989
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.996	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.997	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.09989	0.9989
3.1	0.999	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.99997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

ตารางที่ ง การแจกแจงแบบที

df	t0.1	t.05	t.025	t.01	t.005	df
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.92	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.44	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.86	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.25	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2,718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.35	1.771	2.16	2.65	3.012	13
14	1.345	1.861	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.12	2.583	2.921	16
17	1.333	1.74	2.11	2.567	0.028	17
18	1.33	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.08	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.5	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.192	2.797	24
25	1.316	1.708	2.06	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.579	2.719	26
27	1.114	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
30	1.31	1.697	2.042	2.457	2.75	30
35	1.306	1.69	2.03	2.438	2.724	35
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	40
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	50
60	1.296	1.671	2	2.39	2.66	60
70	1.294	1.667	1.994	2.301	2.648	70
80	1.292	1.664	1.99	2.374	2.639	80
90	1.291	1.662	1.987	2.369	2.632	90
100	1.29	1.66	1.984	2.364	2.626	100
1000	1.282	1.646	1.962	1.33	2.581	1000

ตารางที่ จ การแจกแจงแบบไคสแควร์

df	$\chi^2_{.005}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.20}$	$\chi^2_{.30}$	$\chi^2_{.50}$	df
1	0	0	0.001	0.004	0.016	0.064	0.148	0.455	1
2	0.01	0.02	0.051	0.103	0.211	0.446	0.713	1.39	2
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	1.01	1.42	2.37	3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.65	2.2	3.36	4
5	0.412	0.554	0.831	1.15	1.61	2.34	3	4.35	5
6	0.676	0.872	1.24	1.64	2.2	3.07	3.83	5.35	6
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	3.82	4.67	6.35	7
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	4.59	5.53	7.34	8
9	1.73	2.09	2.7	3.33	4.17	5.38	6.39	8.34	9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.18	7.27	9.34	10
11	2.6	3.05	3.82	4.57	5.58	6.99	8.15	10.3	11
12	3.07	3.57	4.4	5.23	6.3	7.81	9.03	11.3	12
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	8.63	9.93	12.3	13
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	9.47	10.8	13.3	14
15	4.6	5.23	6.26	7.26	8.55	10.3	11.7	14.3	15
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.2	12.6	15.3	16
17	5.7	6.41	7.56	8.67	10.1	12	13.5	16.3	17
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	12.9	14.4	17.3	18
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	13.7	15.4	18.3	19
20	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	14.6	16.3	19.3	20
21	8.03	8.9	10.3	11.6	13.2	15.4	17.2	20.3	21
22	8.64	9.54	11	12.3	14	16.3	18.1	21.3	22
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	17.2	19	22.3	23
24	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	18.1	19.9	23.3	24
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	18.9	20.9	24.3	25
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	19.8	21.8	25.3	26
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	20.7	22.7	26.3	27
28	12.5	13.6	15.3	16.9	18.9	21.6	23.6	27.3	28
29	13.1	14.3	16	17.7	19.8	22.5	24.6	28.3	29
30	13.8	15	16.8	18.5	20.6	23.4	25.5	29.3	30
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	32.3	43.9	39.3	40
50	28	29.7	32.4	34.8	37.7	41.4	44.3	49.3	50
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	50.6	53.8	59.3	60

ตารางที่ จ การแจกแจงแบบไคสแควร์ (ต่อ)

df	$\chi^2_{.70}$	$\chi^2_{.80}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.995}$	df
1	1.07	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	1
2	2.41	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	2
3	3.66	4.64	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8	3
4	4.88	5.99	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	4
5	6.06	7.29	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	5
6	7.23	8.56	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	6
7	8.38	9.8	12	14.1	16	18.5	20.3	7
8	9.52	11	13.4	15.5	17.5	20.1	22	8
9	10.7	12.2	14.7	16.9	19	21.7	23.6	9
10	11.8	13.4	16	8.3	20.5	23.2	25.2	10
11	12.9	14.6	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	11
12	14	15.8	18.5	21	23.3	26.2	26.3	12
13	15.1	17	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	13
14	16.2	18.2	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	14
15	17.3	19.3	22.3	25	27.5	30.6	32.8	15
16	18.4	20.5	23.5	26.3	28.8	32	34.3	16
17	19.5	21.6	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	17
18	20.6	22.8	26	28.9	31.5	34.8	37.2	18
19	21.7	23.9	27.2	30.1	32.9	36.2	386	19
20	22.8	25	28.4	31.4	34.2	37.6	40	20
21	23.9	26.2	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	21
22	24.9	27.3	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	22
23	26	28.4	32	35.2	38.1	41.6	44.2	23
24	27.1	29.6	33.2	36.4	39.4	43	45.6	24
25	28.2	30.7	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	25
26	29.2	31.8	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	26
27	30.3	32.9	36.7	40.1	43.2	47	49.6	27
28	31.4	34	37.9	41.3	44.5	48.3	51	28
29	32.5	35.1	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	29
30	33.5	36.3	40.3	43.8	47	50.9	53.7	30
40	44.2	47.3	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	40
50	54.7	58.2	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	50
60	65.2	69	74.4	79.1	83.3	88.4	92	60

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ

		DFN							
DFD	α	1	2	3	4	5	6	7	9
	0.1	39.86	49.5	53.59	55.83	57.24	58.2	58.91	59.86
	0.05	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	239.77	240.54
1	0.025	647.79	799.5	864.16	899.58	921.85	937.11	948.22	963.28
	0.01	4052.2	4999.5	5403.4	5624.6	5763.6	5859	5928.4	6022.5
	0.001	405284	500000	540379	562500	576405	585937	592873	602284
	0.1	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.38
	0.05	18.51	19.00	19.16	19.25	19.3	19.33	19.35	19.38
2	0.025	38.51	39.00	39.17	39.25	39.3	39.33	39.36	39.39
	0.01	98.5	99.00	99.17	99.25	99.3	99.33	99.36	99.39
	0.001	998.5	999.000	999.170	999.25	999.3	999.33	999.36	999.39
	0.1	5.54	5.76	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.24
	0.05	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.85	8.81
3	0.025	17.44	16.04	15.44	15.12	14.88	14.73	14.62	14.47
	0.01	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.35
	0.001	167.03	148.5	141.11	139.1	134.58	132.85	131.58	129.86
	0.1	4.54	4.32	4.19	4.311	4.05	4.01	3.98	3.94
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6
4	0.025	12.22	10.65	9.98	9.6	9.36	9.2	9.07	8.9
	0.01	21.2	18	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.66
	0.001	74.14	61.25	56.18	53.44	51.71	50.53	49.66	48.47
	0.1	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.4	3.37	3.32
	0.05	6.16	5.79	5.14	5.19	5.05	4.95	4.88	4.77
5	0.025	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.68
	0.01	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.16
	0.001	47.18	37.12	33.2	31.09	29.75	28.83	28.16	27.24
	0.1	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.96
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.1
6	0.025	8.81	7.26	6.6	6.23	5.99	5.82	5.7	5.52
	0.01	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	7.98
	0.001	35.51	27	23.7	21.92	20.8	20.03	19.46	18.69
	0.1	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.72
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.97	3.79	3.68
7	0.025	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.29	4.99	4.82
	0.01	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.72
	0.001	29.25	21.69	18.77	17.2	16.21	15.52	15.02	14.33

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN								
DFD	α	10	12	15	20	25	30	40	60	120
	0.1	60.19	60.71	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.79	63.06
	0.05	241.88	243.91	245.95	248.01	249.26	250.1	251.14	252.2	253.25
1	0.025	968.63	976.71	984.87	993.1	998.08	1001.4	1005.6	1009.8	1014
	0.01	6055.8	6106.3	6157.3	6208.7	6239.8	6260.6	6286.8	6316	6339.4
	0.001	605621	610668	615764	620908	624017	626099	628712	631337	633972
	0.1	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.74	9.47	9.48
	0.05	19.4	19.41	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.49
2	0.025	39.4	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49
	0.01	99.5	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.38	99.49
	0.001	999.4	999.42	999.43	999.45	999.46	999.47	999.47	999.38	999.49
	0.1	95.23	5.22	5.2	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.14
	0.05	8.79	8.74	8.7	8.66	8063	8.62	8.59	8.57	8.55
3	0.025	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95
	0.01	27.23	27.05	26.87	26.69	26.58	26.5	26.41	26.32	26.22
	0.001	129.25	128.32	127.37	126.42	125.84	125.45	124.96	124.47	123.97
	0.1	3.92	3.9	3.87	3.84	3.83	3.82	3.8	3.79	3.78
	0.05	5.96	5.91	5.86	5.8	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
4	0.025	8.84	8.75	8.66	8.56	8.5	8.46	8.41	8.36	8.31
	0.01	14.55	14.37	14.2	14.02	13.91	13.84	13.75	13.65	13.56
	0.001	47.41	47.41	46.76	46.1	45.7	45.43	45.09	44.75	44.4
	0.1	3.3	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12
	0.05	4.74	4.68	4.62	4.56	4.52	4.5	4.46	4.43	4.4
5	0.025	6.62	6.52	6.43	6.33	6.27	6.23	6.18	6.12	6.07
	0.01	10.05	9.89	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.2	9.11
	0.001	26.92	26.42	25.91	25.39	25.08	24.87	24.6	24.33	24.06
	0.1	2.94	2.9	2.87	2.84	2.81	2.8	2.78	2.76	2.74
	0.05	4.06	4	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.74	3.7
6	0.025	5.46	5.37	5.27	5.17	5.11	5.7	5.01	4.96	4.9
	0.01	7.87	7.72	7.56	7.4	7.3	7.23	7.14	7.06	6.97
	0.001	18.41	17.99	17.56	17.12	19.85	16.67	16.44	16.21	15.98
	0.1	2.7	2.67	5.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.51	2.49
	0.05	3.64	3.57	3.51	3.44	3.4	3.38	3.34	3.3	3.27
7	0.025	4.76	4.67	4.57	4.47	4.4	4.36	4.31	4.25	4.2
	0.01	6.62	6.47	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.82	5.74
	0.001	14.08	13.71	13.32	12.93	12.69	12.53	12.33	12.12	11.91

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN							
DFD	α	1	2	3	4	5	6	7	9
	0.1	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.56
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.5	3.39
8	0.025	7.57	6.6	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.36
	0.01	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	5.91
	0.001	25.41	18.49	15.83	14.39	13.48	12.86	12.4	11.77
	0.1	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.44
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.18
9	0.025	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.2	4.03
	0.01	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.8	5.61	5.35
	0.001	22.86	16.39	13.9	12.56	11.71	11.13	10.7	10.11
	0.1	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.35
	0.05	4.96	4.1	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.02
10	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.78
	0.01	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.2	4.94
	0.001	21.04	14.91	12.55	11.28	10.48	9.39	9.52	8.96
	0.1	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.27
	0.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.2	3.09	3.01	2.9
11	0.025	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.59
	0.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.63
	0.001	19.69	13.81	11.56	10.35	9.58	9.05	8.66	8.12
	0.1	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.21
	0.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3	2.91	2.8
12	0.025	6.55	5.1	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.44
	0.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.39
	0.001	18.64	12.97	10.8	9.36	8.89	8.38	8	7.48
	0.1	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.16
	0.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.71
13	0.025	6.41	4.97	4.35	4	3.77	3.6	3.48	3.31
	0.01	9.07	6.7	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.19
	0.001	17.82	12.31	10.21	9.07	8.35	7.86	7.49	6.98
	0.1	3.1	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.12
	0.05	4.6	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.65
14	0.025	6.3	4.86	4.24	3.89	3.66	3.5	3.38	3.21
	0.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.03
	0.001	17.14	11.78	9.73	8.62	7.92	7.44	7.08	6.58

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN								
DFD	α	10	12	15	20	25	30	40	60	120
	0.1	2.54	2.5	2.46	2.42	2.4	2.38	2.36	2.34	2.32
	0.05	3.35	3.28	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.01	2.97
8	0.025	4.3	4.2	4.1	4	3.94	3.89	3.84	3.78	3.73
	0.01	5.81	5.67	5.52	5.36	5.26	5.2	5.12	50.3	49.5
	0.001	11.54	11.19	10.84	10.48	10.26	10.11	9.92	9.73	9.53
	0.1	2.42	2.38	2.34	2.3	2.27	2.25	2.23	2.21	2.18
	0.05	3.14	3.07	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.79	2.75
9	0.025	3.96	3.87	3.77	3.67	3.6	3.56	3.51	3.45	3.39
	0.01	5.26	5.11	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.48	4.4
	0.001	9.89	9.57	9.24	8.9	8.69	8.55	8.37	8.19	8
	0.1	2.32	2.28	2.24	2.2	2.17	2.16	2.13	2.11	2.08
	0.05	2.98	2.91	2.85	2.77	2.73	2.7	2.66	2.62	2.58
10	0.025	3.72	3.62	3.52	3.42	3.35	3.31	3.26	3.2	3.14
	0.01	4.85	4.71	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.08	4
	0.001	8.75	8.45	8.13	1.8	7.6	7.47	7.3	7.12	6.94
	0.1	2.25	2.21	2.17	2.12	2.1	2.08	2.05	2.03	2
	0.05	2.85	2.79	2.72	2.65	2.6	2.57	2.53	2.49	2.45
11	0.025	3.53	3.43	3.33	3.32	3.16	3.12	3.06	3	2.94
	0.01	4.45	4.4	4.25	4.1	4.01	3.94	3.86	3.78	3.69
	0.001	7.92	7.63	7.32	7.01	6.81	6.68	6.52	6.35	6.18
	0.1	2.19	2.15	2.1	2.06	2.03	2.01	1.99	1.96	1.93
	0.05	2.75	2.69	2.62	2.54	2.5	2.47	2.43	2.38	2.34
12	0.025	3.37	3.28	3.18	3.07	3.01	2.96	2.91	2.85	2.79
	0.01	4.3	4.16	4.01	3.86	3.76	3.7	3.62	2.54	3.45
	0.001	7.29	7	6.71	6.4	6.22	6.09	5.93	5.76	5.59
	0.1	2.14	2.1	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.9	1.88
	0.05	2.67	2.6	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.3	2.25
13	0.025	3.25	3.15	3.05	2.95	188	2.84	2.78	2.72	2.66
	0.01	4.1	3.96	3.82	3.66	3.57	3.51	3.34	3.34	3.25
	0.001	6.8	6.52	6.23	5.93	5.75	5.63	5.47	5.3	5.14
	0.1	2.1	2.05	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.86	1.83
	0.05	2.6	2.53	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.22	2.18
14	0.025	3.15	3.05	2.95	2.84	2.78	2.73	2.67	2.61	2.55
	0.01	3.94	3.8	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.18	3.09
	0.001	6.4	6.13	5.85	5.56	5.38	5.25	5.1	4.94	4.77

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN								
DFD	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0.1	3.07	2.7	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09
	0.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.9	2.79	2.71	2.64	2.59
15	0.025	6.2	4.77	4.15	3.8	3.58	3.41	3.29	3.2	3.12
	0.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4	3.89
	0.001	16.59	11.34	9.34	8.25	7.57	7.09	6.74	6.47	6.26
	0.1	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06
	0.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
16	0.025	6.12	4.69	4.08	3.73	3.5	3.34	3.22	3.12	3.05
	0.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.2	4.03	3.89	3.78
	0.001	166.12	10.97	9.01	7.97	7.27	6.8	6.46	6.19	5.98
	0.1	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.1	2.06	2.03
	0.05	4.45	3.59	3.2	2.96	2.81	2.7	2.61	2.55	2.49
17	0.025	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98
	0.01	8.4	6.11	5.19	4.67	4.34	4.1	3.93	3.79	3.68
	0.001	15.72	10.66	8.73	7.68	7.02	6.56	6.22	5.96	5.75
	0.1	3.01	2.62	2.42	2.29	2.2	2.13	2.08	2.04	2
	0.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.53	2.51	2.46
18	0.025	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.1	3.01	2.93
	0.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.6
	0.001	15.38	10.39	8.49	7.46	6.81	6.35	6.02	5.76	5.56
	0.1	2.99	2.61	2.47	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98
	0.05	4.38	3.52	3.13	2.9	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
19	0.025	5.92	4.51	3.9	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88
	0.01	8.18	5.93	5.01	4.5	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
	0.001	15.08	10.16	8.28	7.27	6.62	6.18	5.85	5.59	5.39
	0.1	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2	1.96
	0.05	4.355	3.49	3.1	2.87	2.71	2.6	2.51	2.45	2.39
20	0.025	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84
	0.01	8.1	5.85	4.94	4.43	4.1	3.87	3.07	3.56	3.46
	0.001	14.82	9.95	8.1	7.1	6.46	6.02	5.69	5.44	5.24
	0.1	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95
	0.05	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
21	0.025	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.8
	0.01	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.4
	0.001	14.59	9.77	7.94	6.95	6.32	5.88	5.56	5.31	5.11

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN									
DFD	α	10	12	15	20	25	30	40	50	60	120
	0.1	2.06	2.02	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.82	1.79
	0.05	2.54	2.48	2.4	2.33	2.28	2.25	2.2	2.18	2.16	2.11
15	0.0025	3.06	2.96	2.86	2.76	2.69	2.64	2.59	2.55	2.52	2.46
	0.01	3.8	3.67	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.08	3.05	2.96
	0.001	6.08	5.81	5.54	5.25	5.07	4.95	4.8	4.7	4.64	4.47
	0.1	2.03	1.99	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.78	1.75
	0.05	2.49	2.42	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.11	2.06
16	0.0025	2.99	2.89	2.79	2.68	2.61	2.57	2.51	2.47	2.45	2.38
	0.01	3.69	3.55	3.41	3.26	3.16	3.1	3.02	2.97	2.93	2.84
	0.001	5.81	5.55	5.27	4.99	4.82	4.7	4.54	4.45	4.39	4.23
	0.1	2	1.96	1.91	1.86	1.83	1.87	1.78	1.76	1.75	1.72
	0.05	2.45	2.38	2.31	2.23	2.18	2.15	2.1	2.08	2.06	2.01
17	0.0025	2.92	2.82	2.72	2.62	2.55	2.5	2.44	4.41	2.38	2.32
	0.01	3.59	3.46	3.31	3.16	3.07	3	2.92	2.87	2.83	2.75
	0.001	5.58	5.32	5.05	4.78	4.6	4.48	4.33	4.24	4.18	4.02
	0.1	1.98	1.93	1.89	1.84	1.8	1.78	1.75	1.74	1.72	1.69
	0.05	2.41	2.34	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	2.02	1.98
18	0.0025	2.87	2.77	2.67	2.56	2.49	2.44	2.38	2.35	2.32	2.26
	0.01	3.51	3.37	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.78	2.75	2.66
	0.001	5.39	5.13	4.87	4.59	4.42	4.3	4.15	4.06	4	3.84
	0.1	1.96	1.91	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71	1.7	1.67
	0.05	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2	1.98	1.93
19	0.0025	2.82	2.72	2.62	2.51	2.44	2.39	2.33	2.3	2.27	2.2
	0.01	3.43	3.3	3.15	3	2.91	2.84	2.76	2.71	2.67	2.58
	0.001	5.22	4.97	4.7	4.43	4.26	4.14	3.99	3.9	3.84	3.68
	0.1	1.94	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.69	1.68	1.64
	0.05	2.35	2.28	2.2	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.95	1.9
20	0.0025	2.77	2.68	2.57	2.46	2.4	2.35	2.29	2.25	2.22	2.16
	0.01	3.37	3.23	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.64	2.61	2.52
	0.001	5.08	4.82	4.56	4.29	4.12	4	3.86	3.77	3.7	3.54
	0.1	1.92	1.87	1.83	1.89	1.74	1.7	1.69	1.67	1.66	1.62
	0.05	2.32	2.25	2.18	2.1	2.05	2.01	1.96	1.94	1.92	1.87
21	0.0025	2.73	2.64	2.53	2.41	2.36	2.31	2.25	2.21	2.18	2.11
	0.01	3.31	3.17	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.58	2.55	2.46
	0.001	4.95	4.7	4.44	4.17	4	3.88	3.74	3.64	3.58	3.42

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN								
DFD	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0.1	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93
	0.05	4.3	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.4	2.34
22	0.0025	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76
	0.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
	0.001	14.38	9.61	7.8	6.81	6.19	5.76	5.44	5.19	4.99
	0.1	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92
	0.05	4.28	3.42	3.03	2.8	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
23	0.0025	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.9	2.81	2.73
	0.01	1.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.3
	0.001	14.2	9.47	7.67	6.7	6.08	5.65	5.33	5.09	4.89
	0.1	2.93	2.54	2.33	2.19	2.1	2.04	1.98	1.94	1.97
	0.05	4.26	3.4	3.01	2.78	2.61	2.51	2.42	2.36	2.3
24	0.0025	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.7
	0.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.9	3.67	3.5	3.36	3.26
	0.001	14.03	9.34	7.55	6.59	5.98	5.55	5.23	4.99	4.8
	0.1	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89
	0.05	4.24	3.39	2.99	2.76	2.6	2.49	2.4	2.34	2.28
25	0.0025	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68
	0.01	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
	0.001	13.88	9.22	7.45	6.49	5.89	5.46	5.15	4.91	4.71
	0.1	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88
	0.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
26	0.0025	5.66	4.27	3.67	3.33	3.1	2.97	2.82	2.73	2.65
	0.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.48	3.29	3.18
	0.001	13.74	9.12	7.36	6.41	5.8	5.38	5.07	4.83	4.64
	0.1	2.9	2.51	2.3	2.17	2.07	2	1.95	1.91	1.87
	0.05	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
27	0.0025	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.8	2.71	2.63
	0.01	7.68	5.49	4.6	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
	0.001	13.61	9.02	7.27	6.33	5.73	5.31	5	4.76	4.57
	0.1	2.89	2.5	2.29	2.16	2.06	2	1.94	1.9	1.87
	0.05	4.2	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
28	0.0025	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.9	2.78	2.69	2.61
	0.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	2.23	3.12
	0.001	13.5	8.93	7.19	6.25	5.66	5.24	4.93	4.69	4.5

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN									
DFD	α	10	12	15	20	25	30	40	50	60	120
	0.1	1.9	1.86	1.81	1.76	1.73	1.7	1.67	1.65	1.64	1.6
	0.05	2.3	2.23	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.84
22	0.0025	2.7	2.6	2.5	2.39	2.32	2.27	2.21	2.17	2.14	2.08
	0.01	3.26	3.12	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.53	2.5	2.4
	0.001	4.83	4.58	4.33	4.06	3.89	3.78	3.63	3.54	3.48	3.32
	0.1	1.89	1.84	1.8	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.59
	0.05	2.27	2.2	2.13	2.05	2	1.96	1.91	1.88	1.86	1.81
23	0.0025	2.67	2.57	2.47	2.36	2.29	2.24	2.18	2.14	2.11	2.04
	0.01	3.21	3.07	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.48	2.45	2.35
	0.001	4.73	4.48	4.23	3.96	3.79	3.68	3.53	3.44	3.38	3.22
	0.1	1.88	1.83	1.78	1.73	1.7	1.67	1.64	1.62	1.61	1.57
	0.05	2.25	2.18	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.84	1.79
24	0.0025	2.64	2.54	2.44	2.33	2.26	2.21	2.15	2.11	2.08	2.01
	0.01	3.17	2.03	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.44	2.4	2.31
	0.001	4.64	4.39	4.14	3.87	3.71	3.59	3.45	3.36	3.29	3.14
	0.1	1.87	1.82	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.61	1.59	1.56
	0.05	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.82	1.77
25	0.0025	2.61	2.51	2.41	2.3	2.23	2.18	2.21	2.05	2.05	1.98
	0.01	3.13	2.99	2.85	2.7	2.6	2.54	2.45	2.4	2.35	2.27
	0.001	4.56	4.31	4.06	3.79	3.63	3.52	3.37	3.28	3.22	3.06
	0.1	1.86	1.81	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.59	1.58	1.54
	0.05	2.22	2.15	2.07	1.99	1.94	1.9	1.85	1.82	1.8	1.75
26	0.0025	2.59	2.49	2.39	2.28	2.21	2.16	2.09	2.05	2.03	1.95
	0.01	3.09	2.96	2.81	2.66	2.57	2.5	2.42	2.36	2.33	2.23
	0.001	4.48	4.24	3.99	3.72	3.56	3.44	3.3	3.21	3.15	2.99
	0.1	1.85	1.8	1.75	1.7	1.66	1.64	1.6	1.58	1.57	1.53
	0.05	2.2	2.13	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.73
27	0.0025	2.57	2.47	2.36	2.25	2.18	2.13	2.07	2.03	2	1.93
	0.01	3.06	2.93	2.78	2.63	2.54	2.47	2.38	2.33	2.29	2.2
	0.001	4.41	4.17	3.92	3.66	3.49	3.38	3.23	3.14	3.08	2.*92
	0.1	1.84	1.79	1.74	1.69	4.65	1.63	1.59	1.57	1.56	1.52
	0.05	2.19	2.12	2.04	1.96	14.91	1.87	1.82	1.79	1.77	1.71
28	0.0025	2.55	2.45	2.34	2.23	2.16	2.11	2.05	2.01	1.98	1.91
	0.01	3.03	2.9	2.75	2.6	2.51	2.44	2.35	2.3	2.26	2.17
	0.001	4.35	4.11	3.86	3.6	3.43	3.32	3.18	3.09	3.02	2.86

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN								
DFD	α	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0.1	2.89	2.5	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86
	0.05	4.18	3.33	2.93	2.7	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
29	0.0025	5.59	4.2	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59
	0.01	7.6	5.42	4.54	4.04	3.73	3.5	3.33	3.2	3.09
	0.001	13.39	8.85	7.12	6.19	5.59	5.18	4.87	4.64	4.45
	0.1	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85
	0.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	4.42	2.33	2.27	2.21
30	0.0025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57
	0.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.7	3.48	3.3	3.17	3.07
	0.001	13.29	8.77	7.05	6.12	5.53	5.12	4.82	4.58	4.39
	0.1	2.84	2.44	2.23	2.09	2	1.93	1.87	1.83	1.79
	0.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
40	0.0025	5.42	4.05	3.46	3.13	2.9	2.74	2.62	2.53	2.45
	0.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
	0.001	12.61	8.25	6.59	5.7	5.13	4.73	4.44	4.21	4.02
	0.1	2.81	2.41	2.2	2.06	1.97	1.9	1.84	1.8	1.76
	0.05	4.03	3.18	2.79	2.56	2.4	2.29	2.2	2.13	2.07
50	0.0025	5.34	3.97	3.39	3.05	2.83	2.67	2.55	2.46	2.36
	0.01	7.17	5.06	4.2	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.78
	0.001	12.22	7.96	6.34	5.46	4.9	4.51	4.22	4	3.82
	0.1	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74
	0.05	4	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.1	2.04
60	0.0025	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33
	0.01	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
	0.001	11.97	7.77	6.17	5.31	4.76	4.37	4.09	3.86	3.69
	0.1	2.76	2.36	2.14	2	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69
	0.05	3.94	3.09	2.7	2.46	2.31	2.19	2.1	2.03	1.97
100	0.0025	5.18	3.83	3.25	2.92	2.7	2.54	2.42	2.32	2.24
	0.01	6.9	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.59
	0.001	11.5	7.41	5.86	5.02	4.48	4.11	3.83	3.61	3.44
	0.1	2.73	2.33	2.11	1.97	1.88	1.8	1.75	1.7	1.66
	0.05	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93
200	0.0025	5.1	3.76	3.18	2.85	2.63	2.47	2.35	2.26	2.18
	0.01	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.73	2.6	2.5
	0.001	11.15	7.15	5.63	4.81	4.29	3.92	3.65	3.43	3.26

ตารางที่ ฉ การแจกแจงแบบเอฟ (ต่อ)

		DFN									
DFD	α	10	12	15	20	25	30	40	50	60	120
	0.1	1.83	1.78	1.73	1.68	1.64	1.62	1.58	1.56	1.55	1.51
	0.05	2.18	2.1	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.77	1.75	1.7
29	0.0025	2.53	2.43	2.32	2.21	2.14	2.09	2.03	1.99	1.96	1.89
	0.01	3	2.87	2.73	2.57	2.48	2.41	2.33	2.27	2.23	2.14
	0.001	4.29	4.05	3.8	3.54	3.38	3.27	3.12	3.03	2.97	2.81
	0.1	1.82	1.77	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.55	1.54	1.5
	0.05	2.16	2.09	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.74	1.68
30	0.0025	2.51	2.41	2.31	2.2	2.12	2.07	2.01	1.97	1.94	1.87
	0.01	2.98	2.84	2.7	2.55	2.45	2.39	2.3	2.25	2.21	2.11
	0.001	4.24	4	3.75	3.49	3.33	3.22	3.07	2.98	2.92	2.76
	0.1	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.47	1.42
	0.05	2.08	2	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66	1.64	1.58
40	0.0025	2.39	2.29	2.18	2.07	1.99	1.94	1.88	1.83	1.8	1.72
	0.01	2.8	2.66	2.52	2.37	2.27	2.2	2.11	2.06	2.02	1.92
	0.001	3.87	3.64	3.4	3.14	2.98	1.87	2.73	2.64	2.57	2.41
	0.1	1.73	4.68	1.63	1.57	1.53	1.5	1.46	1.44	1.42	1.38
	0.05	2.03	1.95	1.87	1.78	1.73	1.69	1.63	1.6	1.58	1.51
50	0.0025	2.32	2.22	2.11	1.99	1.92	1.87	1.8	1.75	1.72	1.64
	0.01	2.7	2.56	2.42	2.27	2.17	2.1	2.01	1.95	1.91	1.8
	0.001	3.67	3.44	3.2	2.95	2.79	2.68	2.53	2.44	2.38	2.21
	0.1	1.71	4.66	1.6	1.54	1.5	1.48	1.44	1.41	1.4	1.35
	0.05	1.99	1.92	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.56	1.53	1.47
60	0.0025	2.27	2.17	2.06	1.94	1.87	1.82	1.74	1.7	1.67	1.58
	0.01	2.63	2.5	2.35	2.2	2.1	2.03	1.94	1.88	1.84	1.73
	0.001	3.54	3.32	3.08	2.83	2.67	2.55	2.41	2.32	2.25	2.08
	0.1	1.66	1.61	1.56	1.49	1.45	1.42	1.38	1.35	1.34	1.28
	0.05	1.93	1.85	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.48	1.45	1.38
100	0.0025	2.18	2.08	1.97	1.85	1.77	1.71	1.64	1.59	56	1.46
	0.01	2.5	2.37	2.22	2.07	1.97	1.89	1.8	1.74	1.69	1.57
	0.001	3.3	3.07	2.84	2.59	2.43	2.32	2.17	2.08	2.01	1.83
	0.1	1.63	1.58	1.52	1.46	1.41	1.38	1.34	1.31	1.29	1.23
	0.05	1.88	1.8	1.72	1.62	1.56	1.52	1.46	1.41	1.39	1.3
120	0.0025	2.11	2.01	1.9	1.78	1.7	1.64	1.56	1.51	1.47	1.37
	0.01	2.41	2.27	2.13	1.97	1.87	1.79	1.69	1.63	1.58	1.45
	0.001	3.12	2.9	2.67	2.42	2.26	2.15	2	1.9	1.83	1.64

ตารางที่ ช ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบเครื่องหมายลำดับที่ของวิลคอกสัน

	α		ค่าวิกฤต	
n	หาวเดียว	สองหาง	w1	wr
7	0.01	0.02	0	28
	0.025	0.05	2	26
	0.05	0.1	4	24
	0.1	0.2	6	22
8	0.005	0.01	0	36
	0.01	0.02	2	34
	0.0025	0.05	4	32
	0.05	0.1	6	30
	0.1	0.2	8	28
9	0.005	0.01	2	43
	0.01	0.02	3	42
	0.025	0.05	6	39
	0.05	0.1	8	47
	0.1	0.2	11	34
10	0.005	0.01	3	52
	0.01	0.02	5	50
	0.025	0.05	8	47
	0.05	0.1	11	44
	0.1	0.2	14	41
11	0.005	0.01	5	61
	0.01	0.02	7	59
	0.0025	0.05	11	55
	0.05	0.1	14	52
	0.1	0.2	18	48
	0.01	0.02	10	68
	0.025	0.05	14	64
	0.05	0.1	17	61
	0.1	0.2	22	56
	0.01	0.02	13	78
	0.025	0.05	17	74
	0.05	0.1	21	70
	0.1	0.2	26	65

	α		ค่ากฤต	
N	หาง เดียว	สองหาง	w1	wr
14	0.005	0.01	13	92
	0.01	0.02	16	89
	0.0025	0.05	21	84
	0.05	0.1	26	79
	0.1	0.2	31	74
15	0.005	0.01	16	104
	0.01	0.02	20	100
	0.025	0.05	25	95
	0.05	0.1	30	90
	0.1	0.2	37	83
16	0.005	0.01	19	117
	0.001	0.02	24	112
	0.025	0.05	30	106
	0.05	0.1	36	100
	0.1	0.2	42	94
17	0.005	0.01	23	130
	0.01	0.02	28	125
	0.025	0.05	35	118
	0.05	0.01	41	112
	0.1	0.2	49	104
18	0.0005	0.01	28	143
	0.01	0.02	33	138
	0.025	0.05	46	144
	0.05	0.1	54	136
	0.1	0.2	55	116
19	0.0005	0.01	32	158
	0.01	0.02	38	152
	0.025	0.05	46	144
	0.05	0.1	54	136
	0.1	0.2	62	128
20	0.0005	0.01	37	173
	0.01	0.02	43	467
	0.025	0.05	52	158
	0.05	0.1	60	150
	0.1	0.2	70	140

ตารางที่ ซ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบแมน - วิทนีย์

ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบหางเดียวที่ a=0.025 หรือสำหรับการทดสอบสองหางที่ a=0.05

n1	n2															
	3		4		5		6		7		8		9		10	
	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr	M1	Mr
3	5	6	6	18	6	21	7	23	7	26	8	28	8	31	9	33
4	6	18	11	25	12	28	12	32	13	35	14	38	15	41	16	44
5	6	21	12	28	18	37	19	41	20	45	21	49	22	53	24	56
6	7	23	12	32	19	41	26	52	28	56	29	61	31	65	32	70
7	7	26	13	35	20	45	28	56	37	68	39	73	41	78	43	83
8	8	28	14	38	21	49	29	61	39	73	49	87	51	93	54	98
9	8	31	15	41	22	53	31	65	41	78	51	93	63	108	66	114
10	9	33	16	44	24	56	32	70	43	83	54	98	66	114	79	131

ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบหางเดียวที่ a=0.025 หรือสำหรับการทดสอบสองหางที่ a=0.05

	n2															
n1	3		4		5		6		7		8		9		10	
	m1	mr	m1	mr	m1	mr	m1	mr	m1	mr	m1	mr	m1	mr	m1	mr
3	6	15	7	17	7	20	8	22	9	24	9	27	10	29	11	31
4	7	17	12	24	13	27	14	30	15	33	16	36	17	39	19	42
5	7	20	13	27	19	36	20	40	22	43	24	46	25	50	26	54
6	8	22	14	30	20	40	28	50	30	54	32	58	33	63	35	67
7	9	24	15	33	22	43	30	54	39	66	41	71	43	76	46	80
8	9	27	16	36	24	46	32	58	41	71	52	84	54	90	57	95
9	10	29	17	39	25	50	33	63	43	76	54	90	66	105	69	111
10	11	31	18	42	26	54	35	67	46	80	57	95	69	111	83	127

ตารางที่ ณ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบ Tukey test

		n									
n-k	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.1	23.7	32.8	37.2	40.5	43.1	45.4	47.3	49.1	5.06
	0.01	9	135	164	186	202	216	227	237	246	253
2	0.05	6.09	8.28	9.8	10.89	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14	19	22.3	24.7	26.6	28.2	29.5	30.7	31.7	32.6
3	0.05	4.5	5.88	6.83	7.51	804	8.47	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.6	12.2	13.3	14.2	15	15.6	16.2	16.7	17.1
4	0.05	3.93	5	5.76	6.31	1.06	7.35	7.6	7.83	8.03	8.21
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.6	11.1	11.5	12.3	12.6	12.8
5	0.05	3.64	4.6	5.88	5.67	6.03	6.33	6.58	6.8	6.99	7.17
	0.01	5.7	6.97	7.8	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.9	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.1	9.3
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.35	5.59	5.8	5.99	6.15	6.29
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.07	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.4	5.6	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.2	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.2	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.6	5.74	5.87
	0.01	4.6	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.56
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.66	4.91	5.12	5.3	5.4	5.6	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.58	4.82	5.03	5.2	5.5	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.2	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.4	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.5	5.84	6.1	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.46	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.4	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.7	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.43	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.28	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.2	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.8	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55

ตารางที่ ฌ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบ Tukey test (ต่อ)

		n								
n-k	α	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.05	51.9	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58	58.8	59.6
	0.01	260	266	272	272	282	286	290	294	298
2	0.05	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.36	16.57	16.77
	0.01	33.4	341	34.8	35.4	36		37	37.5	37.9
3	0.05	9.95	10.16	10.35	1.52	10.69	10.84	10.98	11.12	11.24
	0.01	17.5	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3	19.5	19.8
4	0.05	8.21	8.37	8.52	8.67	8.8	8.92	9.03	9.14	9.24
	0.01	12.8	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.2	14.4
5	0.05	7.32	7.47	7.6	7.72	1.83	7.93	8.03	8.12	8.21
	0.01	10.7	1.89	11.08	11.24	11.4	11.55	1168	11.81	11.93
6	0.05	6.79	6.92	7.04	7014	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
	0.01	9.49	9.65	9.27	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54
7	0.05	6.42	6.54	6.65	6.75	6.84	6.93	7.01	7.08	7.16
	0.01	8.71	8.86	9	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.65
8	0.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.8	6.87
	0.01	8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03
9	0.05	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.65
	0.01	7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.32	8.41	8.49	8.57
10	0.05	5.83	5.93	6.03	6.12	6.2	6.27	6.34	6.41	6.47
	0.01	7.48	7.6	7.71	7.81	7.91	7.99	8.07	8.15	8.22
11	0.05	5.71	5.81	5.9	5.98	6.06	6.14	6.2	6.27	6.33
	0.01	7.25	7.36	7.46	7.56	7.91	7.73	7.81	7.88	7.95
12	0.05	5.61	5.71	5.8	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
	0.01	7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73
13	0.05	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	6	6.06	6.11
	0.01	6.9	7.01	7.1	7.19	7.27	7.34	7.42	7.48	7.55
14	0.05	5.46	5.56	5.64	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.03
	0.01	6.77	6.87	6.96	7.05	7.12	7.2	7.27	7.33	7.39
15	0.05	5.4	5.49	5.57	5.65	5.72	5.79	5.85	5.91	5.96
	0.01	6.66	6.76	6.84	6.93	7	7.07	7.14	7.2	7.26

ตารางที่ ฌ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบ Tukey test (ต่อ)

		n									
n-k	α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	0.05	3	3.65	4.05	4.34	4.56	4.74	4.9	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.113	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46
17	0.05	2.98	3.62	4.02	4.31	4.52	4.7	4.86	4.99	5.11	5.21
	0.01	4.1	4.47	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	0.05	2.97	3.61	4	4.28	4.49	4.67	4.83	4.96	5.07	5.17
	0.01	4.07	4.7	5.09	5.38	5.6	5.79	5.94	6.08	6.2	6.31
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.26	4.47	4.64	4.79	4.92	5.04	5.14
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.31
20	0.05	2.95	3.58	3.96	4.24	4.45	4.64	4.77	4.9	5.01	5.11
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	0.05	2.92	3.53	3.9	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	0.05	2.89	3.48	3.84	4.11	4.3	4.46	4.6	4.72	4.83	4.92
	0.01	3.89	4.45	4.8	5.05	5.24	5.4	5.54	5.65	5.76	5.85
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	0.01	3.82	4.37	4.7	4.93	5.11	5.27	5.39	5.5	5.6	5.69
60	0.05	2.83	3.4	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	0.01	3.76	4.28	4.6	4.82	1.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	0.05	2.8	3.36	3.69	3.92	4.1	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64
	0.01	3.7	4.2	4.5	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.3	5.38
∞	0.05	2.77	3.32	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	0.01	3.64	4.12	4.4	4.6	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

ตารางที่ ฌ ค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบ Tukey test (ต่อ)

		n								
n-k	α	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	0.05	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.9
	0.01	6.56	6.66	6.74	6.82	6.9	6.97	7.03	7.09	7.15
17	0.05	5.31	5.39	5.47	5.55	5.61	5.68	5.74	5.79	5.84
	0.01	6.48	6.57	6.66	6.73	6.8	6.87	6.97	7	7.05
18	0.05	5.27	5.35	5.43	5.5	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
	0.01	6.41	6.5	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.69
19	0.05	5.23	5.32	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.7	5.75
	0.01	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89
20	0.05	5.2	5.28	5.36	5.43	5.5	5.56	5.61	5.66	5.71
	0.01	6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82
24	0.05	5.1	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.5	5.55	5.59
	0.01	6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61
30	0.05	5	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.48
	0.01	5.93	6.01	6.08	6.14	6.2	6.26	6.31	6.36	6.41
40	0.05	4.9	4.98	5.05	5.11	5.17	5.22	5.27	5.32	5.36
	0.01	5.77	5.84	5.9	5.96	5.02	6.07	6.12	6.17	6.21
60	0.05	4.81	4.88	4.94	5	5.06	5.11	5.15	5.2	5.24
	0.01	5.6	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02
120	0.05	4.71	4.78	4.84	4.9	4.95	5	5.04	5.09	5.13
	0.01	5.44	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.72	5.79	5.83
∞	0.05	4.62	4.68	4.74	4.8	4.84	4.89	4.93	4.97	5.01
	0.01	5.29	5.35	5.4	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65

เฉลยแบบฝึกหัด

บทที่ 1

6.1 อัตราส่วนมาตรา
6.2 อันดับมาตรา
6.3 นามบัญญัติ
6.4 อันดับมาตรา
6.5 นามบัญญัติ
6.6 นามบัญญัติ
6.7 อัตราส่วนมาตรา
6.8 อันดับมาตรา
6.9 อันดับมาตรา
6.10 อันดับมาตรา
6.11 นามบัญญัติ
6.12 อันดับมาตรา
6.13 นามบัญญัติ
6.14 ช่วงมาตรา
6.15 อัตราส่วนมาตรา

บทที่ 4

1. ค่าเฉลี่ย = 70.5 คะแนน
2. ค่าเฉลี่ย = 2.23 วัน
3. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ร้อยละ 46.7 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ร้อยละ 23.3 และคณะวิทยาการจัดการ ร้อยละ 30.0
4. ค่าเฉลี่ย = 18,783 บาท
5. ค่าเฉลี่ย = 6.09 ชั่วโมง
6. เกรดเฉลี่ยของนายเอก = 3.11 และเกรดเฉลี่ยของนายโท = 3.44 สรุปว่านายโทเรียนเก่งกว่า

บทที่ 5

1. ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย = 5.2, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.64, พิสัย = 37 และสัมประสิทธิ์การกระจาย = 18.19%
2. ค่าเฉลี่ย = 2.125, มัธยฐาน = 2.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = .0481
3. ควอไทล์ที่ 3 เท่ากับ11

บทที่ 7

1. ค่า t = -1.175 > ค่าt ที่เปิดตาราง = -2.26 สรุปยอมรับสมมติฐานศูนย์คือ คะแนนก่อนอบรมและหลังอบรมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
2. ค่า t = 1.35 < ค่าt ที่เปิดตาราง = 2.262 สรุปยอมรับสมมติฐานศูนย์คือ วิธีเรียนรู้ทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
3. ค่า t = 1.54 < ค่าt ที่เปิดตาราง = 2.1788 สรุปยอมรับสมมติฐานศูนย์คือ ประชาชน 2 กลุ่มอาชีพมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารงานของเทศบาลไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

บทที่ 8

1. F = 55.061 > ค่าวิกฤต $F_{.05(2,15)}$ = 3.68 สรุปว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการสอนทั้ง 3 วิธีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
2. F = 23.90 > ค่าวิกฤต $F_{.05(4,20)}$ = 2.87 จึงปฏิเสธH_0 สรุปว่ามีวิธีการสอนอย่างน้อย 1 คู่ที่ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันเมื่อทดสอบโดยวิธีของ Tukey พบว่า วิธีการสอนแบบเดิมแตกต่างกับวิธีการสอนแบบที่ 2 3 และ4,วิธีการสอนแบบที่ 1แตกต่างกับวิธีการสอนแบบที่ 2 3 และ4,วิธีการสอนแบบที่ 2แตกต่างกับวิธีการสอนแบบที่ 3, วิธีการสอนแบบที่ 3 แตกต่างกับวิธีการสอนแบบที่ 4
3. F = 44.678 > ค่าวิกฤต $F_{.05(2,14)}$ = 3.74 จึงปฏิเสธH_0 สรุปว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละวิธีการอบรมมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 9

1. χ^2 = 0.46 **<** ค่าวิกฤติของไคสแควร์ = 5.991 สรุปยอมรับสมมติฐานศูนย์ คือระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเป็นหัวหน้างาน ที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. χ^2 = 64.24 **>** ค่าวิกฤติของไคสแควร์ = 13.27 สรุปยอมรับสมมติฐานอื่น คือฐานะทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเข้าถึงบริการของรัฐที่ระดับนัยสำคัญ .01 โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง (สัมประสิทธิ์ความมีเงื่อนไข = 0.427)
3. χ^2 = 8.09 **>** ค่าวิกฤติของไคสแควร์ = 6.635 สรุปยอมรับสมมติฐานอื่น คือเพศมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อสินค้าที่ระดับนัยสำคัญ .01 โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับน้อย (สัมประสิทธิ์ความมีเงื่อนไข = 0.316)
4. χ^2 = 22.32 **>** ค่าวิกฤติของไคสแควร์ = 5.991 สรุปยอมรับสมมติฐานอื่น คือภูมิลำเนามีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกเรียรนที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับน้อย (สัมประสิทธิ์เครเมอร์ส์วี = 0.26)