10 สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
Statistic for Data Analysis

■ บทนำ

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นกระบวนการแปลงข้อมูลดิบ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือการวิจัย เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ หรือแบบประเมินผลใด ๆ แล้วแปลงให้เป็นผลลัพธ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติกระทำกับข้อมูลให้เป็นตัวเลขทางสถิติที่มีความหมาย สามารถนำไปสรุปผลเพื่อตอบประเด็นปัญหาของการวิจัยได้ รวมทั้งสามารถนำข้อค้นพบที่ได้ ไปใช้ในการอภิปรายผลการวิจัยหรือใช้เปรียบเทียบกับข้อค้นพบที่มีอยู่เดิม การวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นกระบวนการในขั้นตอนหลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะสรุปและอภิปรายผลการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลจึงมีความสำคัญต่อผลการวิจัยมาก ถ้าหากเลือกใช้สถิติไม่สอดคล้องกับข้อมูล หรือเกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดการเกี่ยวกับตัวเลข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก็ย่อมผิดพลาดไปด้วย ปัจจุบันนี้การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่มักใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยดำเนินการให้ ได้แก่ SPSS, RISREL ,EPI-INFRO, SAS และ STATA เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเว็บเซอร์วิส (Web Service) บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติต่าง ๆ ตามที่ผู้วิจัยต้องการ เพียงแต่ป้อนข้อมูล กำหนดค่าพารามิเตอร์และเลือกใช้สถิติ แล้วส่งไปให้เว็บเซอร์วิสประมวลผลก็จะได้รับผลคำตอบกลับมาทันที ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยปัจจุบันมีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น รวมทั้งยังมีความถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ

■ สถิติ

สถิติ (Statistic) มาจากรากศัพท์ภาษาเยอรมันว่า Statistik ซึ่ง Stat หมายถึง ข้อมูลหรือสารสนเทศ ที่อำนวยประโยชน์ต่อการจัดการในด้านต่าง ๆ เช่น การทำสำมะโนประชากรเพื่อต้องการทราบข้อมูลของประชากรทั้งประเทศ หรือการสรุปผลการดำเนินกิจการขององค์กรในรูปของงบดุลประจำปี เป็นต้น ในระยะต่อมาความหมายของสถิติได้เปลี่ยนแปลงไปในแนวกว้างขึ้น โดยมีความหมายอยู่ 2 ประการ ประการแรก หมายถึง ข้อมูลในเชิงตัวเลขหรือจำนวนต่าง ๆ ที่ได้มาจากข้อมูลหรือสารสนเทศ เช่น สถิติผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ สถิติการส่งออกไมโครชิพ สถิติผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจาก ISP เป็นต้น ส่วนประการที่สอง หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการรวบรวม รวมกลุ่ม ดำเนินการ แยกแยะ จัดการ วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนออย่างได้ผลและถูกต้องเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงตัวเลขหรือจำนวนต่าง ๆ ที่ได้มาจากข้อมูลหรือสารสนเทศ (บุญชม. 2547 : 13)

■ มาตราการวัด

การวัด (Measurement) หมายถึง การกำหนดค่าของตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการศึกษาภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอน การวัดจึงจำเป็นต้องทราบคุณลักษณะของข้อมูลที่ถูกวัด เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าจะเลือกใช้สถิติแบบใดจึงจะเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล ดังนั้น จึงควรทราบก่อนว่าข้อมูลที่ถูกวัดนั้นอยู่ในมาตราการวัดระดับใด เพื่อไม่ให้ผลการวัดคลาดเคลื่อนไปจากความจริง มาตราการวัดจำแนกออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (Available on : www.watpon.com)

1. มาตราการวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale)
2. มาตราการวัดเรียงอันดับหรือมาตราการวัดจัดอันดับ (Ordinal Scale)
3. มาตราการวัดอันตรภาคหรือมาตราการวัดระดับช่วง (Interval Scale)
4. มาตราการวัดอัตราส่วน (Ratio Scale)

รายละเอียดของมาตราการวัดแต่ละมาตรา มีดังนี้

1. มาตราการวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale)

มาตราการวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale) เป็นมาตราการวัดระดับต่ำที่สุดที่ใช้จำแนกความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดออกเป็นกลุ่มหรือเป็นพวก โดยใช้ตัวเลขแทนกลุ่มหนือพวก เช่น เพศ แบ่งออกเป็นเพศชายและเพศหญิง ซึ่งอาจจะใช้เลข 1 แทนเพศชายและเลข 2 แทนเพศหญิง หรือ ตัวแปรอาชีพ อาจจะแทนด้วยเลข 1 สำหรับอาชีพรับจ้าง เลข 2 สำหรับข้าราชการ เลข 3 สำหรับอาชีพส่วนตัว เลข 4 สำหรับอาชีพพนักงาน และเลข 5 สำหรับอาชีพอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งตัวเลขดังกล่าวนี้ไม่สามารถนำมากระทำกันในเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่สามารถนำมารวมกันได้สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในมาตรานี้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ สัดส่วน ฐานนิยม และการทดสอบไคสแควร์ เป็นต้น

2. มาตราการวัดเรียงอันดับหรือมาตราการวัดจัดอันดับ (Ordinal Scale)

มาตราการวัดเรียงอันดับหรือมาตราการวัดจัดอันดับ (Ordinal Scale) เป็นมาตราการวัดที่อยู่ในลำดับสูงกว่ามาตราการวัดนามบัญญัติ ใช้สำหรับจัดอันดับที่หรือตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการวัด ตัวเลขในมาตราการวัดระดับนี้เป็นตัวเลขที่บอกความหมายในลักษณะมาก-น้อย สูง-ต่ำ และ ดี-เลว กว่ากัน เช่น นาย ก ได้รับรางวัลที่หนึ่ง นาย ข ได้รับรางวัลที่สอง และ นางสาว ค ได้รับรางวัลที่สาม เป็นต้น สิ่งที่มาตราการวัดเรียงลำดับบอกให้ทราบก็คือทิศทางของความแตกต่าง โดยจะทราบว่าลำดับที่หนึ่งอยู่สูงกว่าลำดับที่สอง เนื่องจากมีปริมาณหรือมีคุณภาพสูงกว่ากัน แต่ก็ไม่สามารถสรุปได้ว่าช่องว่างระหว่างแต่ละลำดับห่างกันเท่าใด จึงไม่สามารถกล่าวได้ว่าผู้ที่ได้ลำดับที่ห้า เก่งเป็นสองเท่าของผู้ที่ได้ลำดับที่สิบ ดังนั้น จึงไม่สามารถนำตัวเลขในการเรียงลำดับเหล่านี้มากระทำกันทางคณิตศาสตร์ได้เช่นเดียวกันกับมาตราการวัดนามบัญญัติ แต่สามารถนำมารวมกันได้ สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในมาตรานี้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ฐานนิยม มัธยฐาน เปอร์เซนต์ไทล์ และไคสแควร์ เป็นต้น

3. มาตรการการวัดอันตรภาคหรือมาตรการการวัดระดับช่วง (Interval Scale)

มาตราการวัดอันตรภาคหรือมาตราการวัดระดับช่วง (Interval Scale) เป็นมาตราการวัดที่มีระดับการวัดที่สูงกว่าสองมาตราข้างต้น โดยการกำหนดค่าตัวเลขให้มีช่วงห่างระหว่างตัวเลขเท่า ๆ กัน ซึ่งสามารถนำตัวเลขมาเปรียบเทียบกันได้ว่ามีปริมาณมากน้อยเท่าใด แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นกี่เท่าของกันและกัน เนื่องจากมาตราการวัดระดับนี้ไม่มีศูนย์แท้ (0) มีแต่ศูนย์สมมติ (Arbitrary Zero) เช่น นาย ก สอบได้ 0 คะแนน ไม่ได้หมายความว่าไม่มีความรู้เลย เพียงแต่นาย ก ไม่สามารถทำข้อสอบได้เท่านั้น หรือนาย ก มีความรู้ไม่ตรงกับข้อสอบที่วัด หรือนาย ข สอบได้ 20 คะแนน ก็ไม่ได้หมายความว่าเก่งกว่านาย ค เป็น 2 เท่าที่สอบได้เพียง 10 คะแนน หรืออุณหภูมิ 0 องศา ไม่ได้หมายความว่าไม่มีความร้อนเลย เพียงแต่มีความร้อนเป็น 0 องศาเท่านั้น อุณหภูมิ 40 องศาจึงไม่สามารถบอกได้ว่ามีความร้อนเป็น 2 เท่าของอุณหภูมิ 20 องศา เป็นต้น ตัวเลขในมาตราการวัดอันตรภาคนี้ สามารถนำมากระทำกันในทางคณิตศาสตร์ได้ สำหรับสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในมาตรานี้ใช้ได้เกือบทุกชนิด เนื่องจากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ฐานนิยม มัธยฐาน ค่าเฉลี่ย พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน สัมประสิทธิ์ความผันแปร การทดสอบไคสแควร์ สหสัมพันธ์ การหาค่าที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นต้น

4. มาตราการวัดอัตราส่วน (Ratio Scale)

มาตราการวัดอัตราส่วน (Ratio Scale) เป็นมาตราการวัดระดับสูงที่สุดที่สามารถกำหนดค่าตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการวัดได้และมีศูนย์แท้ (0) ในมาตรานี้ส่วนใหญ่เป็นการวัดทางด้านกายภาพ เช่น ความยาว ความสูง อายุ เป็นต้น โดยสามารถนำตัวเลขมากระทำกันในทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น นาย ก มีอายุ 40 ปี มากกว่า 2 เท่าของนางสาว ข ที่มีอายุ 20 ปี เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยต้องมีความรู้ในเรื่องของมาตราการวัดระดับต่าง ๆ เป็นอย่างดี เพื่อใช้ในการวินิจฉัยตัวแปรในการวิจัย เพื่อให้เลือกใช้วิธีการทางสถิติได้ถูกต้อง สถิติที่ใช้ในการกระทำทางคณิตศาสตร์ของมาตราการวัดระดับนี้จะเหมือนกับมาตราการวัดอันตรภาค โดยที่สามารถใช้สถิติได้เกือบทุกชนิด

สำหรับการแปลงมาตรานั้น มาตราการวัดที่อยู่ในระดับสูงกว่าสามารถแปลงไปอยู่ในมาตราที่ต่ำกว่าได้ แต่มาตราการวัดที่อยู่ในระดับต่ำกว่าไม่สามารถแปลงไปอยู่ในมาตราการวัดในระดับสูงกว่าได้ ตัวอย่างเช่น

มาตราการวัดอัตราส่วน มีคะแนนเท่ากับ	15	32	38	17
แปลงเป็นมาตราการวัดเรียงลำดับได้ว่า	1	3	4	2

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า เมื่อแปลงเป็นมาตราการวัดเรียงลำดับแล้ว ลำดับที่ 1 มีคะแนน 15 ลำดับที่ 2 มีคะแนน 17 ลำดับที่ 3 มีคะแนน 32 และลำดับที่ 4 มีคะแนน 38 เป็นต้น

ชนิดของข้อมูล	คุณสมบัติ	ตัวอย่าง	มาตรการวัด
นามบัญญัติ (Nominal)	- ข้อมูลมีการจำแนกเป็นกลุ่ม พวก หรือจัดเป็นประเภทต่าง ๆ - ตัวเลขหรือค่าต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ	- เพศ - ศาสนา - อาชีพ - จังหวัด	- ชาย/หญิง - พุทธ/อิสลาม/คริสต์ - เกษตรกร/ราชการ - ระนอง/ระยอง/ยะลา
เรียงลำดับ (Ordinal)	- ข้อมูลมีลักษณะจำแนกเป็นกลุ่ม พวกหรือประเภท และเรียงลำดับกัน - ตัวเลขที่บอก แสดงว่าอันดับต่างกัน แต่ไม่ได้สรุปว่าต่างกันปริมาณเท่าใด	- ขนาด - รายได้ - ความชอบ - การประกวด	- ใหญ่/กลาง/เล็ก - สูง/ปานกลาง/ต่ำ - ลำดับที่ 1/2/3 ... - อันดับที่ 1/2/3 ...
อันตรภาค (Interval)	- ข้อมูลมีลักษณะจำแนกเป็นกลุ่ม พวกหรือประเภท - ช่วงห่างระหว่างคะแนน มีค่าเท่ากัน - ไม่มีศูนย์แท้หรือศูนย์สมบูรณ์ - สามารถกำหนดตัวเลขแทนสิ่งของ วัตถุหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ได้	- เจตคติหรือความคิดเห็น	- เห็นด้วยมากที่สุด 5 - เห็นด้วยมาก 4 - เห็นด้วยปานกลาง 3 - เห็นด้วยน้อย 2 - เห็นด้วยน้อยที่สุด 1
อัตราส่วน (Ratio)	- ข้อมูลมีลักษณะจำแนกเป็นกลุ่ม - ช่วงห่างระหว่างคะแนน มีค่าเท่ากัน - มีศูนย์แท้ (ไม่มีอะไรเลย) - สามารถเปรียบเทียบในเชิงอันตราส่วนได้ - เป็นมาตราการวัดระดับสูงที่สุด - ตัวเลขที่ระบุแสดงถึงความมากน้อย	- ความสูง - รายได้ - อายุ - น้ำหนัก	- 175 ซม. - 100,000 บาท - 35 ปี - 75 กิโลกรัม

สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในมาตรการวัดระดับต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. มาตราการวัดนามบัญญัติ (Nominal)	2. มาตราการวัดเรียงลำดับ (Ordinal)
ความถี่ ร้อยละ สัดส่วน เปอร์เซ็นต์ ฐานนิยม การทดสอบไคสแควร์	มัธยฐาน ฐานนิยม เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นไทล์ การทดสอบไคสแควร์ การหาค่าสหสัมพันธ์ลำดับที่
3. มาตราการวัดอันตรภาค (Interval)	**4. มาตราการวัดอัตราส่วน (Ratio)**
ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การหาค่าสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความถดถอย การวิเคราะห์ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การหาค่าสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความถดถอย การวิเคราะห์ความแปรปรวน

■ วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. วิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ส่วนใหญ่จะต้องมีการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบ สอบถาม แบบทดสอบ แบบสังเกตการณ์ หรือแบบวัดผลลักษณะอื่น ๆ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้เครื่องมือดังกล่าวมีมาตรฐาน สามารถวัดผลได้ตรงตามที่ต้องการในกระบวนการวิจัย จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์เครื่องมือเพื่อตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งได้แก่ การหาค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย เป็นต้น ค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องคำนวณจากสูตรและใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบคุณภาพ สถิติจึงมีบทบาทต่อการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ เพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องมือที่มีคุณภาพ สามารถวัดผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์

2. วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิจัย จำเป็นต้องใช้วิธีการทางสถิติ ได้แก่ สูตรต่าง ๆ หรือวิธีการสุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่ยึดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเชิงเหตุผลและใช้อ้างอิงเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนที่มีคุณภาพของประชากรโดยแท้จริง สถิติจึงมีความสำคัญต่อการคัดเลือกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะที่ดีและมีจำนวนเหมาะสม

3. วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยแทบทุกเรื่องต้องใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยประยุกต์ก็ตาม สถิติจึงมีบทบาทสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปผลและแปลผลให้ได้มาซึ่งคำตอบของการวิจัย สามารถจำแนกวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ชนิด ได้แก่

3.1 สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้อธิบายหรือบรรยายคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่ต้องการศึกษา เช่น การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มัธยฐาน ฐานนิยม การแปลงคะแนน การกระทำเกี่ยวกับข้อมูล การนำเสนอกราฟ หรือตาราง เป็นต้น

3.2 สถิติอ้างอิงหรือสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้อธิบายหรือบรรยายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แล้วสามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มอื่น ๆ ได้ ส่วนใหญ่จะเป็นการทดสอบสมมติฐาน การทดสอบความแปรปรวน และการทดสอบไคสแควส์ เป็นต้น จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย ๆ ได้แก่

3.2.1 สถิติมีพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่จะต้องเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการ ได้แก่ 1) ตัวแปรที่ต้องการวัดจะต้องอยู่ในมาตราการวัดอันตรภาคหรือมาตราการวัดระดับช่วงขึ้นไป (Interval Scale) 2) ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่ม

ตัวอย่างจะต้องมีการแจกแจงเป็นเส้นโค้งปกติ และ 3) กลุ่มประชากรที่นำมาศึกษาจะต้องมีความแปรปรวนเท่ากัน เช่น การหาค่า t, ANOVA, การวิเคราะห์การถดถอย เป็นต้น

3.2.2 สถิติไร้พารามิเตอร์ (Non-parametric Statistics) เป็นวิธีการทางสถิติที่ไม่มีข้อจำกัดใด ๆ ซึ่งหมายความว่า ตัวแปรที่ต้องการวัดอยู่ในมาตราการวัดระดับใดก็ได้ (Nominal Scale, Ordinal Scale, Interval Scale, Ratio Scale) ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบใดก็ได้และประชากรที่นำมาศึกษาไม่จำเป็นต้องมีความแปรปรวนเท่ากัน เช่น การทดสอบไคสแควร์ และมัธยฐาน เป็นต้น

4. วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

นอกจากทั้ง 3 ประการดังกล่าวข้างต้นแล้ว สถิติยังมีบทบาทสำคัญในการใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำเสนอข้อค้นพบประกอบสถิติเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายเกี่ยวกับรายงานข้อค้นพบ เนื่องจากตัวเลขหรือกราฟในรูปของสถิติสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจนกว่าข้อความนั่นเอง (บุญชม. 2547 : 14 - 15)

■ **สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา** (Descriptive Statistics)

สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เป็นสถิติที่ใช้อธิบายหรือบรรยายคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่ต้องการศึกษา ผลที่ได้จะไม่นำไปสรุปอ้างอิงถึงกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรอื่น ๆ จำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution)
2. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measures of Central Tendency) แบ่งออกเป็น
   - 2.1 มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)
   - 2.2 มัธยฐาน (Median)
   - 2.3 ฐานนิยม (Mode)
   - 2.4 มัชฌิมเรขาคณิต (Geometric Mean)
   - 2.5 มัชฌิมฮาร์โมนิค (Harmonic Mean)
3. การวัดการกระจายของข้อมูล (Measures of Variability) แบ่งออกเป็น
   - 3.1 พิสัย (Range)
   - 3.2 พิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range)
   - 3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
   - 3.4 ความแปรปรวน (Variance)
   - 3.5 ควอไทล์ (Quartile)
4. การหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

■ การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution)

การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) หมายถึง การจัดระเบียบของข้อมูลหรือคะแนนดิบใหม่ เพื่อแจกแจงข้อมูลชุดดังกล่าวว่ามีจำนวนอะไรบ้างและมีจำนวนซ้ำกันกี่จำนวน ซึ่งเรียกว่า ความถี่ (Frequency) การแจกแจงข้อมูลความถี่ แบ่งได้ 2 แบบ ดังนี้

1. แบบเรียงคะแนนแต่ละจำนวน (Simple Frequency Distribution) วิธีนี้เป็นการนำคะแนนแต่ละตัวมาเรียงกันจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามากก็ได้ หลังจากนั้นจึงหาความถี่ของคะแนนแต่ละตัว โดยทำรอยขีด (Tally) แล้วรวมความถี่เข้าด้วยกัน ค่าที่ได้จะเป็นข้อมูลทั้งหมด วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่คะแนนสูงสุดกับต่ำสุดไม่ห่างกันมากนัก

ตัวอย่างที่ 10-1

จงสร้างตารางการแจกแจงความถี่ จากข้อมูลที่กำหนดให้

2 5 6 7 8 3 5 5 6 4 4 2 9 8 2

4 6 7 5 3 2 2 9 8 9 6 3 4 5 5

คะแนน	Tally	ความถี่
2	~~////~~	5
3	///	3
4	////	4
5	~~////~~ /	6
6	////	4
7	//	2
8	///	3
9	///	3
รวม		30

2. แบบเรียงคะแนนเป็นกลุ่ม (Grouped Frequency Distribution) วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งคะแนนสูงสุดและต่ำสุดมีค่าแตกต่างกันมาก โดยเริ่มจากการหาพิสัย (Range) ก่อน หลังจากนั้นจึงหาความกว้างของคะแนนแต่ละชั้นเพื่อแจกแจงคะแนนอีกครั้งหนึ่ง

ตัวอย่างที่ 10-2

จงสร้างตารางการแจกแจงความถี่ จากข้อมูลที่กำหนดให้

2 15 16 7 9 13 10 12 16 14 4 10 19 18 25

14 16 7 13 17 5 2 11 8 9 9 3 4 5 15

พิสัย = คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด
= 25 – 2 = 23

กำหนดชั้นของคะแนน (Number of Intervals) ในที่นี้สมมติให้เป็น 6 ชั้น

ความกว้างของคะแนนแต่ละชั้น (Interval Width) = 23/6 = 3.833 (ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มได้เท่ากับ 4)

คะแนน	Tally	ความถี่
22 - 25	/	1
18 - 21	//	2
14 - 17	~~////~~ ///	8
10 - 13	~~////~~ /	6
6 - 9	~~////~~ /	6
2 - 5	~~////~~ //	7
รวม		30

จากตารางจะได้คะแนนที่แจกแจงความถี่แล้วจากข้อมูลทั้งหมดที่กำหนดให้ โดยความกว้างของแต่ละชั้นเท่ากับ 4

■ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measure of Central Tendency)

การบรรยายลักษณะของข้อมูลที่ศึกษาในการวิจัย ส่วนใหญ่จะนิยมบรรยายใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง และการวัดการกระจายของข้อมูล ซึ่งการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measures of Central Tendency) เป็นสถิติที่ใช้สำหรับบรรยายลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม โดยใช้ตัวเลขหรือค่าใดค่าหนึ่งอธิบายเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลชุดนั้น ช่วยให้เห็นลักษณะโดยภาพรวมว่าค่ากลาง ๆ ของข้อมูลชุดนั้นมีค่าเท่าใด โดยเฉพาะข้อมูลประเภทต่อเนื่อง (Continuous Data) เช่น ตัวเลขที่ได้จากการวัดในระดับอันตรภาคหรือระดับสัดส่วน มาตราการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่ จำแนกออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่

1. มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)
2. มัธยฐาน (Median)
3. ฐานนิยม (Mode)
4. มัชฌิมเรขาคณิต (Geometric Mean)
5. มัชฌิมฮาร์โมนิค (Harmonic Mean)

■ **มัชฌิมเลขคณิต** (Arithmetic Mean)

มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) หมายถึง ค่ากลางของข้อมูลที่เกิดจากผลรวมของข้อมูลที่ได้จากการวัด หารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด เช่น ค่าเฉลี่ยของรายได้ต่อปี ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เรียน ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการประมวลผล เป็นต้น ซึ่งจะพบว่าเป็นข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวเลขทั้งหมด สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับค่าเฉลี่ยมีหลายแบบ เช่น $\overline{X}$, μ และ M เป็นต้น

โดยทั่วไป ถ้าข้อมูลที่ถูกจากการวัด N จำนวน นำเสนอด้วยค่าต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ X_1, X_2, X_3 ... X_N การหาค่ามัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย สามารถสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 ... + X_N}{N}$$

หรือ

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

สามารถเขียนย่อ ๆ ได้เป็น

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ

$\sum X$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การคำนวณมัชฌิมเลขคณิตจากข้อมูลที่แจกแจงความถี่

ข้อมูลที่แจกแจงความถี่แบบไม่จัดเป็นชั้นคะแนน สามารถหามัชฌิมเลขคณิตได้โดยการแจกแจงความถี่ หลังจากนั้นจึงคูณค่าข้อมูลกับค่าความถี่ แล้วนำมาบวกกันและหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 10-3

สมมุติว่ามีข้อมูลเกี่ยวกับความเร็วในการประมวลผลโปรแกรมเป็นวินาที จำนวน 25 ข้อมูล ดังนี้ 10, 10, 12, 12, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 17, 18, 18, 19, 19, 19, 20, 20, 20, 20, 22, 22, 24 และ 25

ขั้นแรกนำข้อมูลทั้งหมดมาแจกแจงความถี่

X	f	fX
10	2	20
12	2	24
14	3	42
15	4	60
17	1	17
18	2	36
19	3	57
20	4	80
22	2	44
24	1	24
25	1	25
	$\Sigma f = 25$	$\Sigma fX = 389$

แทนค่าในสูตร $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

$$\overline{X} = \frac{389}{25} = 15.56$$

ถ้ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด k ชุด แต่ละชุดมีจำนวนข้อมูลเป็น N_1, N_2, N_3.... N_k และมีค่าเฉลี่ยเป็น $\overline{X}_1, \overline{X}_2, \overline{X}_3, \ldots \overline{X}_k$ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของทุกจำนวนจะมีค่าดังนี้

$$\overline{X}_T = \frac{N_1\overline{X}_1 + N_2\overline{X}_2 + N_3\overline{X}_3 + \ldots N_k\overline{X}_k}{N_1 + N_2 + N_3 + \ldots N_k}$$

ตัวอย่างที่ 10-4

ในการสอบวิชาโครงสร้างข้อมูลของนักศึกษาจำนวน 3 ห้อง แต่ละห้องมีจำนวน 30, 35 และ 40 คน ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละห้องเท่ากับ 65.5, 72 และ 71.5 ตามลำดับ ถ้าต้องการหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด สามารถหาได้จาก

$$\overline{X}_T = \frac{N_1\overline{X}_1 + N_2\overline{X}_2 + N_3\overline{X}_3 + \ldots N_k\overline{X}_k}{N_1 + N_2 + N_3 + \ldots N_k}$$

$$\overline{X}_T = \frac{(30 \times 65.5) + (35 \times 72) + (40 \times 71.5)}{30 + 35 + 40}$$

$$\overline{X}_T = \frac{7345}{105} = 69.952$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดในการสอบมีค่าเท่ากับ 69.952

ถ้าเป็นการแจกแจงความถี่ซึ่งมีขนาดอันตรภาคชั้นในแต่ละชั้น การคำนวณค่าเฉลี่ยขั้นแรกจะต้องคำนวณค่าจุดกึ่งกลางในทุก ๆ ชั้น หลังจากนั้นจึงคูณค่ากึ่งกลางกับความถี่และรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณกันของจุดกึ่งกลางกับความถี่ ขั้นสุดท้ายเป็นการหารผลรวมทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\overline{X} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + f_3 X_3 \ldots + f_k X_k}{N}$$

หรือ

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

ตัวอย่างที่ 10-5

จงคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่เป็นอันตรภาคจากตารางต่อไปนี้

อันตรภาคชั้น i	จุดกึ่งกลางชั้น X_i	ความถี่ f_i	$f_i X_i$
45 – 49	47	2	94
40 – 44	42	1	42
35 – 39	37	2	74
30 – 34	32	3	96
25 – 29	27	2	54
20 – 24	22	3	66
15 – 19	17	3	51
10 – 14	12	5	60
5 – 9	7	12	84
0 - 4	2	12	24
		45	645

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ

$$\overline{X} = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + f_3 X_3 \ldots + f_k X_k}{N}$$

$$\overline{X} = \frac{645}{45} = 14.333$$

คุณสมบัติของมัชฌิมเลขคณิต มีดังนี้

1. มัชฌิมเลขคณิตเกิดจากคะแนนทุกค่าที่อยู่ในกลุ่ม หากคะแนนของค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป ก็ย่อมมีผลทำให้มัชฌิมเลขคณิตมีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2. ถ้านำค่าคงที่ไปกระทำทางคณิตศาสตร์กับคะแนนทุกตัวที่อยู่ในกลุ่ม มัชฌิมเลขคณิตจะเท่ากับผลบวกของมัชฌิมเลขคณิตค่าเดิมบวกกับค่าคงที่นั้น ๆ เช่น คะแนนเดิม 4, 6, 8, 10 และ 12 ซึ่งมัชฌิมเลขคณิตเดิมมีค่าเท่ากับ 8 ถ้านำค่าคงที่ เช่น เลข 4 มาบวก (หรือลบ) ทุกตัว มัชฌิมเลขคณิตใหม่จะมีค่าเท่ากับ 8 + 4 = 12 (หรือ 8 - 4 = 4)

3. ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตของทุกจำนวน จะมีค่าเท่ากับ 0 โดยกำหนดให้ค่าเบี่ยงเบนจากค่ามัชฌิมเลขคณิตเป็น $X_i = X_i - X$ เช่น คะแนน 4, 6, 8, 10 และ 12 มีมัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 8 เมื่อนำไปหาค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตจะได้ดังนี้

$X_i = X_i - X$	ผลลัพธ์
4 - 8	-4
6 - 8	-2
8 - 8	0
10 - 8	2
12 - 8	4
$\Sigma(X_i - X) = 0$	

4. การใช้มัชฌิมเลขคณิตอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ถ้าหากข้อมูลมีค่าผิดปกติไปจากกลุ่ม หรือเรียกว่า Extreme Value ซึ่งถ้าหากข้อมูลมีค่าผิดปกติ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่เหมาะสมจะกลายเป็นค่ามัธยฐาน หรือ Median จึงได้มีการแก้ไขปัญหานี้โดยวิธีใหม่เรียกว่า Trimmed Means โดยการเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก แล้วตัดทิ้งข้อมูลที่น้อยที่สุดและมากที่สุดออก จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจำนวนของข้อมูลที่จะถูกลบออกนั้นจะมีประมาณ 5% - 25% ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 10-6

คะแนนสอบวิชาคอมพิวเตอร์ของนักศึกษากลุ่มหนึ่งจำนวน 20 คน คะแนนเต็ม 50 ผลการสอบมีคะแนนค่อนข้างผิดปกติดังนี้

2, 48, 16, 17, 50, 4, 37, 35, 28, 30, 29, 29, 45, 32, 34, 41, 25, 27, 37 และ 35

การคำนวณหา Trimmed Means ในขั้นแรกจะต้องเรียงคะแนนจากน้อยไปหามาก ดังนี้

2, 4, 16, 17, 25, 27, 28, 29, 29, 30, 32, 34, 35, 35, 37, 37, 41, 45, 48, 50

ขั้นต่อไป จะต้องตัดทิ้งคะแนนที่มีค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดออกอย่างละ 20% ซึ่งเท่ากับ 4 จำนวน การตัดสินใจว่าจะตัดทิ้งข้อมูลออกกี่เปอร์เซ็นต์นั้น ขึ้นอยู่กับค่าที่ผิดปกติไปจากกลุ่มที่มีจำนวนมากน้อยเพียงใด

คะแนนที่ถูกตัดทิ้งที่มีค่าน้อยจำนวน 4 ค่าก็คือ 2, 4, 16 และ 17 ส่วนคะแนนที่ถูกตัดทิ้งที่มีค่ามากจำนวน 4 ค่าก็คือ 41, 45, 48 และ 50 คงเหลือคะแนนเพียง 12 จำนวน ก็คือ

25, 27, 28, 29, 29, 30, 32, 34, 35, 35, 37, 37

หลังจากนั้น จึงคำนวณหามัชฌิมเลขคณิตได้เท่ากับ

20% Trimmed Mean = (25+27+28+29+29+30+32+34+35+35+37+37)/12 = 31.5

มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย เป็นมาตราวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยอย่างยิ่ง สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลของข้อมูลที่ได้จากการวิจัยอย่างกว้างขวาง โดยสามารถนำไปใช้ในการอ้างอิงผลของการวิจัยได้ ใช้ในกรณีเปรียบเทียบความสามารถของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาแต่ละกลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างใด โดยการใช้ค่าเฉลี่ยอ้างอิงผลของการเปรียบเทียบดังกล่าว รวมทั้งการใช้ในกรณีการประเมินผลสรุปของกลุ่มตัวอย่างว่าทำได้ในระดับใดเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก่อน เช่น ค่าเฉลี่ยเกิน 4.00 อยู่ในระดับดี เป็นต้น ตลอดจนการใช้ร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อแปลความหมายของข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกันในการสรุปผลการวิจัย นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยยังใช้สำหรับคำนวณค่าสถิติอื่น ๆ เช่น z-test เป็นต้น

■ **มัธยฐาน** (Median)

มัธยฐาน (Median) ใช้ตัวย่อว่า Mdn หมายถึง ค่าที่อยู่กึ่งกลางของข้อมูล ที่แบ่งครึ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน หากข้อมูลมีจำนวนทั้งหมดเป็นเลขคี่ เมื่อเรียงคะแนนตามลำดับค่ามากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามากแล้ว มัธยฐานจะเป็นค่าที่อยู่ตรงกลางพอดี ตัวอย่างเช่น

คะแนนทั้งหมด 7 จำนวน มีค่าเรียงลำดับจากน้อยไปหามากดังนี้

3 8 12 20 25 30 32

มัธยฐาน จะมีค่าเท่ากับ 20 ก็คือ เลขจำนวนที่ 4 ซึ่งแบ่งครึ่งระหว่างข้อมูลทั้ง 7 จำนวน แต่ถ้าหากข้อมูลมีจำนวนทั้งหมดเป็นเลขคู่ เมื่อเรียงคะแนนตามลำดับค่ามากน้อยแล้ว มัธยฐานจะเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เป็นคู่ตรงกลาง ตัวอย่างเช่น

คะแนนทั้งหมด 10 จำนวน มีค่าเรียงลำดับดังนี้

3 8 12 20 25 30 32 34 40 42

มัธยฐาน จะมีค่าเท่ากับ (25+30)/2 = 27.5

สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$Mdn = X_{(N+1)/2} \qquad \text{(กรณีจำนวนเป็นเลขคี่)}$$

$$Mdn = \frac{X_{N/2} + X_{(N/2)+1}}{2} \qquad \text{(กรณีจำนวนเป็นเลขคู่)}$$

เมื่อ

Mdn = มัธยฐาน
N = จำนวนข้อมูล
$X_{(N+1)/2}$ = จำนวนคะแนนตัวที่ (N+1)/2
$X_{N/2}$ = จำนวนคะแนนตัวที่ N/2
$X_{(N/2)+1}$ = จำนวนคะแนนตัวที่ (N/2)+1

ตัวอย่างที่ 10-7
การหาค่ามัธยฐานของคะแนนที่มีการแจกแจงความถี่ดังนี้

X	4	6	10	15	22	25
f	2	3	4	5	3	1

ขั้นแรก เรียงคะแนนทั้งหมดตามลำดับดังนี้

4	4	6	6	6	10	10	10	10	15	15	15	15	15	22	22	22	25
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}

จะพบว่ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 18 จำนวน (N) ซึ่งเป็นเลขคู่

$$Mdn = \frac{X_{N/2} + X_{(N/2)+1}}{2}$$

$$Mdn = \frac{X_{18/2} + X_{(18/2)+1}}{2}$$

$$Mdn = \frac{X_9 + X_{10}}{2} = \frac{10+15}{2} = 12.5$$

ค่ามัธยฐานของคะแนนชุดนี้ ก็คือ 12.5

การคำนวณหาค่ามัธยฐานจากข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่

ข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่ การคำนวณหาค่ามัธยฐานจะต้องค่าที่อยู่ตรงกลางและแบ่งครึ่งข้อมูลกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเท่ากันพอดี สมมติมีข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

อันตรภาคชั้น	ความถี่	ความถี่สะสม
45 – 49	6	40
40 – 44	2	34
35 – 39	4	32
30 – 34	3	28
25 – 29	3	25
20 – 24	4	22
15 – 19	3	18
10 – 14	5	15
5 – 9	6	10
0 - 4	4	4
	40	

ขั้นตอนการหาค่ามัธยฐาน มีดังนี้

1. ขั้นแรก หาความถี่สะสมของคะแนนที่แจกแจงความถี่
2. ขั้นที่สอง หาตำแหน่งมัธยฐาน โดยใช้สูตร N/2 ในที่นี้จะได้เท่ากับ 40/2 = 20
3. ขั้นที่สาม พิจารณาในช่องความถี่สะสมที่ชั้นที่ 20 จะพบว่าอยู่ในชั้น 20 - 24 ซึ่งมีขอบเขตที่แท้จริงเป็น 19.5 - 24.5
4. ขั้นที่สี่ ภายในชั้นที่มีหมายเลขที่ 20 อยู่นั้นมีความถี่สะสมเป็น 22 ซึ่งต้องทราบค่าตรงความถี่ที่ 20 ซึ่งเกิดมาจาก 4+6+5+3+2 = 20 จะพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 19.5 - 24.5 เป็นค่าที่มีจำนวน 19 หมายเลขอยู่ตั้งแต่ค่านี้ลงไป และมีอยู่ 2 หมายเลขที่อยู่เหนือค่านี้ สัดส่วนของช่วงคะแนนที่ได้ก็คือ 2/3 แล้วคูณด้วยความกว้างของอันตรภาคชั้น ซึ่งเท่ากับ (2/3) x 5 = 3.33 เมื่อบวกกับค่าที่ได้เพิ่มเข้าไปกับขีดจำกัดล่างแท้จริง จะได้ค่ามัธยฐานเท่ากับ 19.5 + 4.76 = 22.83 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ จึงมีสูตรดังนี้

$$Mdn = L + \left[\frac{\frac{N}{2} - F}{\mathrm{f}_m}\right] I$$

เมื่อ

L	=	ขีดจำกัดล่างที่แท้จริง
F	=	ความถี่สะสมของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นที่มัธยฐานอยู่
f_m	=	ความถี่ที่ชั้นมัธยฐานอยู่
N	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
I	=	ความกว้างของอันตรภาคชั้น

แทนค่าในสูตร เมื่อ L = 19.5, F = 18, f_m = 3, N = 40 และ I = 5 จะได้ดังนี้

$$Mdn = 19.5 + \left[\frac{\frac{40}{2} - 18}{3}\right]5 = 19.5 + \left[\frac{20-18}{3}\right]5 = 19.5 + \left[\frac{2}{3}\right]5$$

ดังนั้น มัธยฐานเท่ากับ = 19.5 + 3.33 = 22.83

คุณสมบัติของมัธยฐาน มีดังนี้

1. มัธยฐานจะไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลไม่ว่าจะมากหรือน้อยเท่าใด เนื่องจากเป็นจุดที่แบ่งคะแนนทั้งสองส่วนออกให้เท่า ๆ กัน เช่น ข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้จะมีค่ามัธยฐานเท่ากันคือ 10 ทั้ง ๆ ที่มีข้อมูลมีจำนวนและค่าแตกต่างกัน

ชุด ก 2 3 9 10 14 16 25

ชุด ข 3 4 8 9 10 16 22 25 100

นอกจากนี้ มัธยฐานยังไม่ได้รับอิทธิพลใด ๆ จากค่าของคะแนนที่ผิดปกติ เช่น ข้อมูลชุด ข มีค่าสุดท้ายเป็น 100 ในขณะที่ค่ามัธยฐานมีค่าเท่ากับ 10 เช่นเดิม

2. ถ้านำค่าคงที่ไปกระทำทางคณิตศาสตร์ของคะแนนแต่ละตัว จะทำให้ได้ค่ามัธยฐานใหม่ที่เท่ากับการนำค่าคงที่ไปบวก ลบ คูณหรือหาร กับค่ามัธยฐานเดิม

ในการวิจัย มัธยฐานเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก ๆ หรือมีการแจกแจงที่มีความเบ้มาก ๆ เช่น ข้อมูลกลุ่มหนึ่งมีความแตกต่างกันมาก 30, 50, 65, 90, 120, 125 และ 1500 ถ้าหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าข้อมูล 1500 จะมีผลต่อข้อมูลอื่น ๆ ทำให้ค่าเฉลี่ยผิดปกติไปจากความเป็นจริง ในกรณีนี้ถ้าอธิบายด้วยค่ามัธยฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 90 จะเป็นตัวแทนของข้อมูลที่แท้จริงมากกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าเท่ากับ (30+50+65+90+120+125+1500)/7 = 282.85

■ **ฐานนิยม** (Mode)

ฐานนิยม (Mode) ใช้ตัวย่อว่า Mo หมายถึง คะแนนที่มีความถี่มากที่สุด เพื่อหาว่ามีค่าใดบ้างที่มีโอกาสเกิดมากกว่าค่าอื่น ๆ โดยพิจารณาจากความถี่ของคะแนนแต่ละค่า

ตัวอย่างที่ 10-8

การหาค่าฐานนิยมของคะแนนที่มีการแจกแจงความถี่ดังนี้

X	4	6	10	15	22	25
f	2	3	4	8	3	1

ฐานนิยมของคะแนนชุดนี้ก็คือ 15 เนื่องจากมีความถี่สูงสุดคือ 8

ถ้าคะแนนทั้งหมดมีความถี่เท่ากัน ซึ่งความถี่นั้นอาจจะมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ก็ได้ เช่น 2, 8, 16, 18, 21, 27 และ 33 ถือว่าไม่มีฐานนิยม (ซึ่งไม่ได้หมายความว่าฐานนิยมเป็น 0) และถ้าสมมติว่ามีข้อมูลที่มีความถี่เท่ากันทั้งหมดดังนี้ 3, 3, 3, 8, 8, 8, 15, 15, 15, 20, 20, 20, 27, 27, 27, 33, 33, 33 ก็ไม่สามารถหาฐานนิยมได้เช่นกัน เนื่องจากมีความถี่เท่ากันทั้งหมดเป็น 3 แต่ถ้ามีค่าอยู่ 2 ค่าที่มีความถี่สูงที่สุดเท่ากัน ฐานนิยมก็คือค่าเฉลี่ยที่ได้จากค่าทั้ง 2 เช่น ข้อมูล 10, 11, 12, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 16, 16, 17 ในที่นี้ค่า 12 และ 15 มีความถี่เป็น 4 เท่ากัน ซึ่งเป็นความถี่สูงที่สุด ดังนั้น ฐานนิยมก็คือ (12 + 15)/2 = 13.5 เป็นต้น

การหาค่าฐานนิยมเมื่อทราบค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐาน สามารถหาได้จากสูตรดังนี้

$$Mo = 3Mdn - 2\overline{X}$$

คุณสมบัติของฐานนิยม มีดังนี้

1. เป็นค่าที่หาได้ง่าย โดยพิจารณาจากความถี่สูงสุด ซึ่งบางครั้งอาจจะมีค่าเกินกว่า 1 ค่าก็ได้ เมื่อคะแนนที่มีความถี่สูงสุดมีค่าเกินกว่า 1 ค่า
2. ถ้านำค่าคงที่ไปกระทำทางคณิตศาสตร์คะแนนแต่ละตัว จะทำให้ได้ค่าฐานนิยมเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเช่นเดียวกับกับค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐาน

ในการวิจัย ฐานนิยมถือว่าเป็นค่าที่หยาบ โดยมีการนำไปใช้อ้างอิงเพื่อสรุปผลการวิจัยบ้าง ส่วนใหญ่จะเป็นการพิจารณาในภาพรวมกว้าง ๆ เช่น ต้องการศึกษาว่าประชากรส่วนใหญ่ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครใช้คอมพิวเตอร์ยี่ห้อใดมากที่สุด หรือนักศึกษาชอบเว็บไซต์ใดในการค้นหา URL มากที่สุด ระหว่าง www.google.com, www.yahoo.com และ www.excite.com ซึ่งถ้าใช้ฐานนิยม จะสื่อความหมายได้ชัดเจนกว่าการใช้สถิติอื่น ๆ

■ มัชฌิมเรขาคณิต (Geometric Mean)

มัชฌิมเรขาคณิตหรือตัวกลางเรขาคณิต (Geometric Mean) ใช้ตัวย่อว่า GM หรือ G หรือ G.M. เป็นรากที่ N ของผลคูณของคะแนนทุกตัวที่อยู่ในกลุ่ม มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$GM = \sqrt[N]{X_1 . X_2 . X_2 ... X_N}$$

เมื่อ

GM	=	มัชฌิมเรขาคณิต
X_1, X_2, X_3, X_N	=	คะแนนแต่ละตัว
N	=	จำนวนคะแนน

ตัวอย่างที่ 10-9

มีข้อมูลอยู่ 3 ตัว มีค่า 2, 8 และ 12 สามารถหาค่ามัชฌิมเรขาคณิตได้ดังนี้

$$GM = \sqrt[N]{X_1 . X_2 . X_2 \ldots X_N}$$

$$GM = \sqrt[3]{2 \times 8 \times 12} = \sqrt[3]{192} = 5.77$$

ดังนั้น มัชฌิมเรขาคณิตมีค่าเท่ากับ 5.77

■ **มัชฌิมฮาร์โมนิค** (Harmonic Mean)

มัชฌิมฮาร์โมนิคหรือตัวกลางฮาร์โมนิค (Harmonic Mean) ใช้ตัวย่อว่า HM หรือ H หรือ H.M. ใช้ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ย ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีจำนวนไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังใช้ในการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ย เมื่อระยะทางในการเปลี่ยนความเร็วมีช่วงเท่า ๆ กัน สำหรับสูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$HM = \frac{N}{\sum \frac{1}{X}}$$

เมื่อ

HM	=	มัชฌิมฮาร์โมนิค
N	=	จำนวนคะแนน
X	=	คะแนนแต่ละตัว

ตัวอย่างที่ 10-10

มีข้อมูลอยู่ 3 ตัว มีค่า 2, 8 และ 12 สามารถหาค่ามัชฌิมฮาร์โมนิคได้ดังนี้

$$HM = \frac{N}{\sum \frac{1}{X}}$$

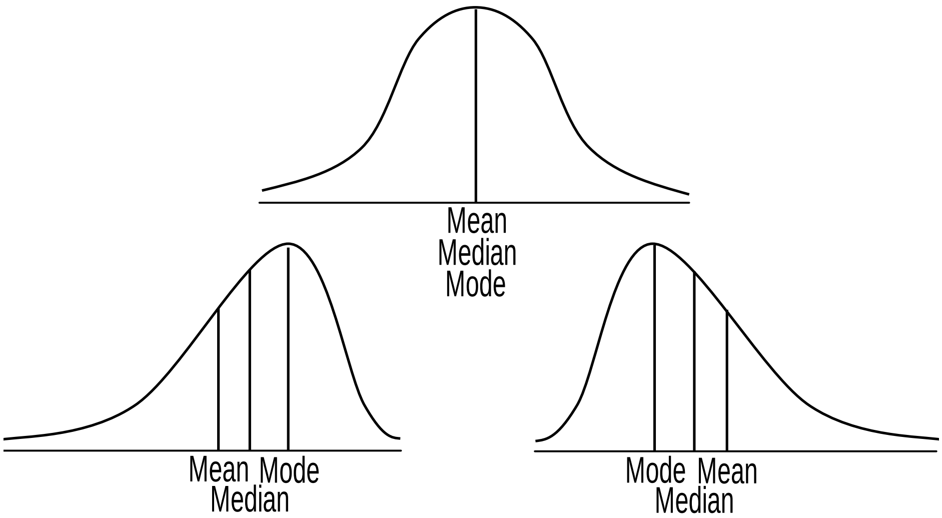
$$HM = \frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12}} = \frac{3}{\frac{12+3+2}{24}} = \frac{3}{\frac{17}{24}} = \frac{72}{17} = 4.235$$

ดังนั้น มัชฌิมฮาร์โมนิคมีค่าเท่ากับ 4.235

■ ความสัมพันธ์ระหว่างมัชฌิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างมัชฌิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ทำได้โดยการคำนวณทั้ง 3 วิธีกับข้อมูลที่มีการแจกแจงถี่ที่เหมือนกัน ถ้านำการแจกแจงความถี่มานำเสนอด้วยกราฟ มัชฌิมเลขคณิตก็คือจุดบนแกนนอนที่อยู่ตรงกึ่งกลางของแกน ถ้าจุดตัดบนการแจกแจงทำให้เกิดความสมดุล จุดนั้นก็คือค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐานคือจุดบนแกนนอนที่แบ่งพื้นที่ใต้โค้งทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน พื้นที่ครึ่งหนึ่งจะอยู่ทางซ้ายอีกครึ่งหนึ่งจะอยู่ทางขวา ฐานนิยมคือจุดบนแกนนอนที่อยู่ตรงกับจุดที่สูงที่สุดของกราฟ

ถ้าการแจกแจงความถี่เป็นแบบสมมาตร มัชฌิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม จะอยู่ที่จุดเดียวกัน ถ้าการแจกแจงเป็นแบบเบ้ จุดทั้ง 3 จะไม่ใช่จุดเดียวกัน สำหรับการแจกแจงความถี่แบบเบ้บวก (Positive Skewness) จะพบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตจะมีค่ามากกว่ามัธยฐานและมากกว่าฐานนิยม แต่ถ้าการแจกแจงเป็นเบ้ลบ (Negative Skewness) ค่าที่ได้จะตรงกันข้าม



ภาพที่ 8-1 ความสัมพันธ์ระหว่างมัชฌิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม

■ การวัดการกระจายของข้อมูล (Measure of Variability)

การวัดการกระจายของข้อมูล (Measure of Variability) เป็นสถิติที่ใช้อธิบายลักษณะการกระจายหรือการแปรผันของคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวม เนื่องจากการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางเป็นการหาค่ากลาง ๆ ที่เป็นตัวแทนของข้อมูล ซึ่งไม่สามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลได้ชัดเจนพอ ดังนั้นจึงต้องมีการวัดการกระจายของข้อมูลเพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลให้มีความหมายมากขึ้นว่าข้อมูลที่ได้มีการกระจายมากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น สมมติให้มีคะแนน 2 ชุด ซึ่งจะพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 15 แต่มีการกระจายของข้อมูลแตกต่างกัน

ชุด ก	10	12	15	18	20	(มีการกระจายสม่ำเสมอ)
ชุด ข	2	8	15	22	28	(มีการกระจายไม่สม่ำเสมอ)

มาตราการวัดการกระจาย จำแนกออกได้ดังนี้

1. พิสัย (Range)
2. พิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range)
3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
4. ความแปรปรวน (Variance)
5. ควอไทล์ (Quartile)

■ **พิสัย** (Range)

พิสัย (Range) ใช้ตัวย่อ R เป็นผลต่างระหว่างคะแนนสูงสุดกับคะแนนต่ำสุด ซึ่งจัดว่าเป็นมาตราการวัดการกระจายที่ตรงและง่ายที่สุด พิสัยของข้อมูล 10, 13, 14, 17 และ 20 มีค่าเท่ากับ 20 – 10 = 10 สูตรการหาพิสัยมีดังนี้

$$R = H - L$$

เมื่อ

R = พิสัย

H = คะแนนสูงสุด

L = คะแนนต่ำสุด

คุณสมบัติของพิสัย มีดังนี้

1. เป็นมาตราการวัดที่คำนวณง่าย แต่ไม่ละเอียด

2. ค่าพิสัยคำนวณจากคะแนนเพียง 2 ตัวเท่านั้น ได้แก่ คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด ดังนั้น ข้อมูลของสมาชิกแต่ละค่าในกลุ่มจึงไม่เกี่ยวข้องกับค่าพิสัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้ จะพบว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดมีพิสัยเท่ากัน แต่มีลักษณะการกระจายของข้อมูลแตกต่างกัน

ชุด ก	20	30	90	75	120	80	55	(มีการกระจายสม่ำเสมอ)
ชุด ข	120	11	14	21	17	20	15	(มีการกระจายไม่สม่ำเสมอ)

3. ในการแจกแจงแบบปกติและการแจกแจงแบบอื่น ๆ พิสัยจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (N) ถ้า N มีขนาดใหญ่ พิสัยจะมีค่าสูง แต่ถ้า N มีขนาดเล็ก พิสัยจะมีค่าต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำพิสัยมาเปรียบเทียบกันได้ ถ้า N ไม่เท่ากัน

■ **พิสัยระหว่างควอไทล์** (Interquartile Range)

พิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) ใช้ตัวย่อว่า IR เป็นการคำนวณหาพิสัยของข้อมูลที่อยู่ช่วงระหว่างควอไทล์ที่ 3 กับควอไทล์ที่ 1 (หรือระหว่างส่วนที่ 3 กับส่วนที่ 1 หลังจากที่

เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ๆ เท่า ๆ กัน คือ 25% หรือ 1/4 ของข้อมูลทั้งหมด) โดยมีสูตรดังนี้

$$IR = Q_3 - Q_1$$

เมื่อ

IR	=	พิสัยระหว่างควอไทล์
Q_3	=	ควอไทล์ที่ 3
Q_1	=	ควอไทล์ที่ 1

เมื่อ $Q_3 = X_{3(N+1)/4}$ (กรณี N เป็นจำนวนคี่)

$Q_3 = (X_{3N/4} + Nextdata)/2$ (กรณี N เป็นจำนวนคู่)

และ $Q_1 = X_{(N+1)/4}$ (กรณี N เป็นจำนวนคี่)

$Q_1 = (X_{N/4} + Nextdata)/2$ (กรณี N เป็นจำนวนคู่)

ตัวอย่างที่ 10-11

จงหาพิสัยระหว่างควอไทล์ของคะแนนต่อไปนี้

4, 10, 8, 10, 4, 4, 14, 10, 4, 4, 8, 10, 4, 6, 4, 8, 12, 4, 12, 10

ขั้นแรกจะต้องเรียงลำดับคะแนนก่อนดังนี้

4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 8, 8, 8, 10, 10, 10, 10, 10, 12, 12, 14

แทนค่าในสูตร ซึ่งในที่นี้ N = 20 เป็นจำนวนคู่

$$Q_3 = (X_{3N/4} + Nextdata)/2$$

$$X_{3N+4} = X_{(3\times 20)/4} = X_{15}$$

$$Q_3 = (X_{15} + X_{16})/2 = (10+10)/2 = 10$$

$$Q_1 = (X_{N/4} + Nextdata)/2$$

$$X_{N/4} = X_{3\times 20/4} = X_5$$

$$Q_1 = (X_5 + X_6)/2 = (4+4)/2 = 4$$

$$IR = Q_3 - Q_1 = 10 - 4 = 6$$

พิสัยระหว่างควอไทล์ของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 6

พิสัยระหว่างควอไทล์ เป็นมาตราการวัดการกระจายที่มีความมั่นคงกว่าพิสัย เนื่องจากถ้าคะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดมีค่าแตกต่างจากคะแนนที่อยู่ในกลุ่มมาก ๆ การใช้พิสัยจะแสดงให้เห็นสภาพการกระจายของข้อมูลที่แตกต่างจากความเป็นจริง แต่ถ้าใช้พิสัยระหว่างควอไทล์จะได้สภาพที่เป็นจริงของข้อมูลมากกว่า จึงนิยมใช้ค่านี้ในการศึกษาการกระจายของข้อมูล

■ **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้ตัวย่อว่า SD หรือ S.D. หรือ S หรือ sd หรือ σ เป็นมาตราการวัดการกระจายที่ใช้งานอย่างกว้างขวางและมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างมาก โดยเป็นสถิติที่ช่วยอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดของตัวแปรที่ศึกษา ถ้ามีค่า SD มาก แสดงว่าสมาชิกในกลุ่มมีค่าที่วัดของตัวแปรที่ศึกษาแตกต่างกันมาก ถ้าค่า SD น้อย แสดงว่าสมาชิกในกลุ่มมีค่าที่วัดของตัวแปรที่ศึกษาแตกต่างกันน้อย และถ้าค่า SD เป็นศูนย์ แสดงว่าสมาชิกในกลุ่มทั้งหมดมีค่าที่วัดของตัวแปรที่ศึกษาเท่ากันทั้งหมด

สูตรสำหรับการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกรณีประชากร มีดังนี้

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X}-m)}{N}}$$

เมื่อ

σ	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	=	คะแนน
μ	=	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
N	=	จำนวนสมาชิกทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อาจเขียนด้วยสัญลักษณ์ X ซึ่งหมายถึง $\left(X-\overline{X}\right)$ ดังนั้น เมื่อแทนค่าในสูตรกรณีกลุ่มตัวอย่างจะได้ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum\left(X-\overline{X}\right)^2}{N}} \quad \text{(สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)}$$

หรือ

$$SD = \sqrt{\frac{\sum\left(X-\overline{X}\right)^2}{N-1}} \quad \text{(สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)}$$

สูตรการคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งสองสูตร จำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยก่อน ซึ่งอาจจะเกิดความไม่สะดวก จึงได้มีการดัดแปลงสูตรสำหรับการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนดิบ ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2-\left(\sum X\right)^2}{N^2}} \quad \text{(สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)}$$

หรือ $$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

ตัวอย่างที่ 10-12

จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล 5, 2, 7, 4, 6, 9

X	X^2
5	25
2	4
7	49
4	16
6	36
9	81
33	211

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{6(211) - 33^2}{6(6-1)}} = \sqrt{\frac{1266-1089}{30}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{177}{30}} = 2.428$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.428

เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลเพียง 6 จำนวน ดังนั้นจึงใช้สูตรส่วนหารเท่ากับ N(N-1)
สำหรับการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากข้อมูลที่แจกแจงความถี่ หาได้จากสูตรดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum f(X-\overline{X})^2}{N}}$$ (สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)

หรือ $$SD = \sqrt{\frac{\sum f(X-\overline{X})^2}{N-1}}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

เมื่อ

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

f = ความถี่

X = คะแนนแต่ละตัว

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

N = จำนวนคะแนน

สำหรับสูตรการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในรูปคะแนนดิบ มีดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum f X^2 - (\sum fX)^2}{N^2}}$$ (สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)

หรือ $$SD = \sqrt{\frac{N\sum f X^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)}}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

ตัวอย่างที่ 10-13

จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลต่อไปนี้

X	10	12	14	16	18	20	22	24
f	2	2	2	4	4	2	4	4

ขั้นแรกจะต้องหาค่าเฉลี่ยก่อน เพื่อนำไปแทนค่าในสูตร $SD = \sqrt{\frac{\sum f(X-\overline{X})^2}{N-1}}$

X	f	fX
10	2	20
12	2	24
14	2	28
16	4	64
18	4	72
20	2	40
22	2	44
24	2	48
รวม	Σf = 20	ΣfX = 340

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{340}{20} = 17$$

$X-\overline{X}$	$(X-\overline{X})^2$	F	$f(X-\overline{X})^2$
10 – 17 = -7	14	2	28
12 – 17 = -5	25	2	50
14 – 17 = -3	9	2	18
16 – 17 = -1	1	4	4
18 – 17 = 1	1	4	4
20 – 17 = 3	9	2	18
22 – 17 = 5	25	2	50
24 – 17 = 7	14	2	28
รวม		20	200

$$SD = \sqrt{\frac{\sum f(X - \overline{X})^2}{N-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{200}{19}} = \sqrt{10.526} = 3.244$$

คุณสมบัติของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีดังนี้

1. เป็นค่าที่เกิดจากข้อมูลของสมาชิกทุกตัวที่อยู่ภายในกลุ่ม โดยเป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในรูปของการเบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ย

2. ถ้านำค่าคงที่ไปบวกหรือลบกับข้อมูลของสมาชิกแต่ละตัว จะไม่ทำให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลง แต่ถ้านำค่าคงที่ไปคูณหรือหารกับข้อมูลของสมาชิกแต่ละตัว จะทำให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าเป็นบวกเสมอ ยกเว้นในกรณีที่ข้อมูลสมาชิกมีค่าเท่ากันทั้งหมด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่มีการกระจายของข้อมูล

การนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปใช้ในการวิจัย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ถูกนำไปใช้ในการวิจัยอย่างมากมาย โดยเฉพาะการใช้ควบคู่กับค่าเฉลี่ย เพื่อบ่งชี้ลักษณะการกระจายของข้อมูล สามารถนำไปใช้งานได้ดังนี้

1. ใช้ร่วมกับมัชฌิมเลขคณิตในการบ่งชี้ผลการประเมินสรุปของการวิจัย โดยที่มัชฌิมเลขคณิตจะเป็นตัวบ่งชี้ระดับของการประเมินผล ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะบ่งชี้ถึงลักษณะการกระจายของข้อมูลว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันหรือแตกต่างกัน อีกทั้งยังใช้เพื่อการศึกษาระดับความมากน้อยของตัวแปรสำหรับข้อมูลที่เป็นแบบอันตรภาคชั้น เพื่อศึกษาการกระจายของข้อมูล

2. ใช้ร่วมกับมัชฌิมเลขคณิต ในการอธิบายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ในการวิจัยเชิงทดลองหรือการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ เช่น

กลุ่มตัวอย่าง	$\overline{X}$	SD
กลุ่มทดลอง	4.28	.407
กลุ่มควบคุม	4.20	1.985

จากตัวอย่างสรุปได้ว่า สามารถอธิบายได้ว่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน โดยที่คะแนนมีการกระจายน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งน่าจะเป็นข้อดี เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยสอดคล้องกันและเป็นไปในทางเดียวกัน ถ้าค่าเฉลี่ยดังกล่าวเป็นค่าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3. ใช้เป็นประโยชน์ในการสร้างข้อสอบต่าง ๆ เช่น การสร้างข้อสอบมาตรฐาน เกณฑ์การพิจารณาเลือกข้อสอบไปใช้งาน จะต้องพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อีกทั้งยังใช้ในการพิจารณาหาคุณภาพของเนื้อหาในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อสอบอีกด้วย เช่น กำหนดเกณฑ์พิจารณาเลือกข้อสอบที่มีมัชฌิมเลขคณิตอยู่ที่ 3.00 – 4.00 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 เป็นต้น

4. ใช้ในการคำนวณหาค่าสถิติต่าง ๆ เช่น คำนวณ t-test

■ **ความแปรปรวน** (Variance)

ความแปรปรวน (Variance) ใช้ตัวย่อว่า SD^2 หรือ S^2 หรือ sd^2 หรือ $S.D.^2$ หรือ σ^2 เป็นมาตราวัดการกระจายในรูปของพื้นที่ ซึ่งเกิดจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง ความแปรปรวนจึงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการหาค่าความเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละค่าจากค่าเฉลี่ย แต่ถ้าหากต้องการศึกษาเฉพาะขนาดที่เบี่ยงเบนเท่านั้น โดยไม่สนใจว่าจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย แสดงว่าต้องการศึกษาเฉพาะค่าบวก ซึ่งทำได้โดยใส่ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์ (Absolute Function) ก็จะได้ผลลัพธ์เฉพาะค่าที่เป็นบวกเท่านั้น แต่ยังมีอีกวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ค่าเป็นบวกโดยการยกกำลังสอง ซึ่งเป็นการหาค่าความแปรปรวนนั่นเอง

สำหรับสูตรที่ใช้หาค่าความแปรปรวนในรูปของประชากร มีดังนี้

$$s^2 = \frac{\sum(X-\overline{X})^2}{N}$$ (สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)

หรือ $$s^2 = \frac{\sum(X-\overline{X})^2}{N-1}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

สำหรับสูตรที่ใช้ในรูปของกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

$$s^2 = \frac{N\sum X^2-(\sum X)^2}{N^2}$$ (สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)

หรือ $$s^2 = \frac{N\sum X^2-(\sum X)^2}{N(N-1)}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

สำหรับสูตรที่ใช้ในรูปของการแจกแจงความถี่ มีดังนี้

$$s^2 = \frac{N\sum fX^2-(\sum fX)^2}{N^2}$$ (สำหรับ N มากกว่า 30 ขึ้นไป)

หรือ $$s^2 = \frac{N\sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)}$$ (สำหรับ N น้อยกว่า 30 ลงมา)

ตัวอย่างที่ 10-14

จากตัวอย่าง 10-13 จงหาความแปรปรวนของข้อมูลต่อไปนี้

X	10	12	14	16	18	20	22	24
f	2	2	2	4	4	2	4	4

แทนค่าในสูตร $$SD = \sqrt{\frac{\sum f(X-\overline{X})^2}{N-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{200}{19}} = \sqrt{10.526} = 3.244$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 3.244

ความแปรปรวน มีค่าเท่ากับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง ดังนั้น ความแปรปรวนจึงมีค่าเท่ากับ $(3.244)^2 = 10.526$

สัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variance)

สัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variance) ใช้ตัวย่อว่า CV เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป หรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล ตัวอย่างเช่น มีแบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับแรกได้ค่าเฉลี่ย 15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3 ฉบับที่สองได้ค่าเฉลี่ย 70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 ซึ่งดูเหมือนว่าฉบับที่สองน่าจะดีกว่า กรณีนี้สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายได้โดยการนำเอาความเบี่ยงเบนมาตรฐานมาหารด้วยค่าเฉลี่ย จะพบว่าแบบทดสอบฉบับแรกมีค่า CV = 3/15 = 0.2 และฉบับที่สองมีค่า CV = 10/70 = 0.14 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบฉบับแรกมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายดีกว่า จึงมีแนวโน้มว่าจะเลือกใช้แบบทดสอบฉบับแรกมากกว่าฉบับที่สอง การหาสัมประสิทธิ์การกระจาย แบ่งออกได้ 3 กรณี ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์การกระจายของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (CS หรือ CV)

$$CS = \frac{SD}{\overline{X}}$$

2. สัมประสิทธิ์การกระจายของส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (CQ)

$$CS = \frac{Q_3 - Q_1}{Q_3 + Q_1}$$

2. สัมประสิทธิ์การกระจายของพิสัย (CR)

$$CR = \frac{H - L}{H + L}$$

ตัวอย่างที่ 10-15

จงเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การกระจายระหว่างแบบทดสอบก่อนบทเรียน กับแบบทดสอบหลังบทเรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้

	Pretest	Posttest
Mean	78.5	82
SD	1.286	.978

สัมประสิทธิ์การกระจายของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Pretest : $CS = \frac{SD}{\overline{X}} = \frac{1.286}{78.5} = .0163$

Posttest : $CS = \frac{SD}{\overline{X}} = \frac{.978}{82} = .0119$

แสดงว่า แบบทดสอบก่อนบทเรียนมีสัมประสิทธิ์การกระจายดีกว่าแบบทดสอบหลังบทเรียน

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และมัชฌิมเลขคณิต

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับความแปรปรวนมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง เนื่องจากความแปรปรวนเกิดจากส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง ดังนั้น เมื่อหาค่าใดค่าหนึ่งได้ก็จะสามารถหาค่าที่เหลือโดยการยกกำลังสองหรือถอดรากที่สอง โดยพิจารณาจากตัวอย่างต่อไปนี้ สมมติมีข้อมูลชุดหนึ่ง เกิดจากการวิจัยเชิงทดลองระหว่างกลุ่มทดลอง (E) กับกลุ่มควบคุม (C) กลุ่มละ 10 คน โดยที่กลุ่มทดลองเป็นผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยข้อสอบชุดเดียวกันทั้งสองกลุ่ม มีดังนี้

กลุ่ม E : 5 7 17 31 45 47 68 85 96 99 (ค่าเฉลี่ย : 50)

กลุ่ม C : 29 36 37 42 49 58 62 63 69 70 (ค่าเฉลี่ย : 51.5)

จากการวิเคราะห์เพื่อศึกษาอิทธิพลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เมื่อทดลองใช้กับผู้เรียน พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองที่ศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีค่าเท่ากับ 35.63 ส่วนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.86 ซึ่งแสดงถึงการกระจายของข้อมูลที่มีน้อยกว่ากลุ่มทดลอง ในขณะที่ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนใกล้เคียงกันคือ 50 กับ 51.5 ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองจึงจะต้องพิจารณาให้

รอบคอบ โดยจะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือความแปรปรวนมากกว่าความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิต

■ ควอไทล์ (Quartile)

ควอไทล์ (Quartile) เกิดจากการแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน ได้แก่ Q_1, Q_2, Q_3 และ Q_4 โดยเมื่อนับข้อมูลจากค่าต่ำสุดจนถึง 1/4 ของข้อมูลทั้งหมด จะเรียกว่า ควอไทล์แรก หรือ Q_1 และเมื่อนับขึ้นมาอีกเป็น Q_2, Q_3 จนถึงข้อมูลส่วนที่สี่ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายหรือ Q_4

จากตารางตัวอย่างในหน้าถัดไป เมื่อนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไป พบว่า 1/4 ของข้อมูลก็คือ 12.5 (เมื่อ N = 50) ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 6 ที่ช่วงคะแนน 20 – 24 ในชั้นนี้ที่ต้องการก็คือ 12.5 ซึ่งมีความถี่เกินมา 2.5 (2 + 8 + 2.5 = 12.5) ดังนั้น ค่าที่แท้จริงของ Q_1 ก็คือ 2.5/6x5 บวกด้วยขีดจำกัดล่างที่แท้จริงก็คือ 19.5 จึงมีค่าเท่ากับ 2.08 + 19.5 = 21.58 สำหรับการหาค่า Q_3 ก็ใช้วิธีการเช่นเดียวกันก็คือ นับจากคะแนนสูงสุดลงมา 12.5 แล้วหาค่าที่ได้ แล้วนำไปบวกเข้ากับขีดจำกัดล่างที่แท้จริง ก็จะได้ค่าควอไทล์ของข้อมูลดังกล่าว

X	f
55 – 59	2
50 – 54	1
45 – 49	2
40 – 44	4
35 – 39	5
30 – 34	9
25 – 29	11
20 – 24	6
15 – 19	8
10 – 14	2
	50

การหาตำแหน่งควอไทล์สามารถคำนวณด้วยสูตร ดังนี้

$$Q_r = L + \left[\frac{\frac{Nr}{4} - F}{\text{f}}\right] I$$

เมื่อ

L	=	ขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของชั้นที่ควอไทล์อยู่
F	=	ความถี่สะสมของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นที่มัธยฐานอยู่
f	=	ความถี่ที่ชั้นควอไทล์อยู่
N	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
I	=	ความกว้างของอันตรภาคชั้น
r	=	ตำแหน่งควอไทล์

■ การหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

การหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงระดับของข้อมูลด้วย สำหรับหลักในการพิจารณาความสัมพันธ์มีดังนี้

1. ถ้าข้อมูลอยู่ในมาตราการวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale) หรือมาตราการวัดเรียงลำดับ (Ordinal Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่มีค่าต่อเนื่อง (Discrete Data) ไม่สามารถกระทำทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถหาค่าสหสัมพันธ์ได้โดยการแจกแจงความถี่

2. ถ้าข้อมูลอยู่ในมาตราการวัดอันตรภาค (Interval Scale) หรือมาตราการวัดอัตราส่วน (Ratio Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง (Continuous Data) สามารถหาค่าสหสัมพันธ์ได้โดยการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์โดยใช้สูตร (ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป)

■ สถิติอ้างอิงหรือสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)

สถิติอ้างอิงหรือสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เป็นสถิติเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ซึ่งเรียกว่าสถิติ (Statistics) แล้วนำข้อเท็จจริงที่ได้ไปอธิบายลักษณะของประชากรทั้งกลุ่ม (Population) ซึ่งเรียกส่วนนี้ว่าพารามิเตอร์ (Parameter) จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สถิติมีพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) และสถิติไร้พารามิเตอร์ (Non-parametric Statistics)

■ บทสรุป

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างมาดำเนินการทางสถิติ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่มุ่งตอบประเด็นปัญหาของการวิจัย สถิติจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล แต่การเลือกสถิติให้เหมาะสมกับข้อมูลดิบนั้นจะต้องพิจารณาลักษณะของข้อมูลด้วย

มาตราวัดการกระจายมีอยู่หลายตัวด้วยกัน การจะเลือกใช้มาตราตัวใดนั้น จะต้องพิจารณาลักษณะของข้อมูลเป็นหลัก โดยมีประเด็นพิจารณาพอสังเขป กล่าวคือ ถ้าข้อมูลที่เป็นคะแนนหรือ

ตัวเลขหรืออยู่ในมาตราการวัดอันตรภาคหรือมาตราการวัดระดับช่วง และมาตราการวัดอัตราส่วน การวัดการกระจายของข้อมูลที่เหมาะสมก็คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ข้อมูลดังกล่าวนั้นจะต้องมีการแจกแจงเป็นเส้นโค้งปกติ ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงเบ้มาก ๆ การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะไม่เหมาะสม แต่ถ้าข้อมูลเป็นแบบจัดลำดับ มาตราวัดการกระจายที่เหมาะสมน่าจะเป็นพิสัยระหว่างควอไทล์ และมักจะใช้ร่วมกับมัธยฐาน จะเหมาะสมกว่ามาตราอื่น ๆ

สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ 1) การแจกแจงความถี่ 2) การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง แบ่งออกเป็น มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ฐานนิยม มัชฌิมเรขาคณิต และมัชฌิมฮาร์โมนิค 3) การวัดการกระจายของข้อมูล แบ่งออกเป็นพิสัย พิสัยระหว่างควอไทล์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน ควอไทล์ และ การหาค่าสหสัมพันธ์

■ แบบฝึกหัดท้ายบท

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. มาตราการวัดจำแนกออกเป็นกี่ประเภท แต่ละประเภทแตกต่างกันอย่างไร
2. สถิติมีพารามิเตอร์กับสถิติไร้พารามิเตอร์แตกต่างกันอย่างไร
3. คุณสมบัติของมัชฌิมเลขคณิตมีประเด็นที่สำคัญอะไรบ้าง
4. Trimmed Means หมายถึงอะไร และมีวิธีการอย่างไร
5. ขั้นตอนการหาค่ามัธยฐาน มีอะไรบ้าง
6. คุณสมบัติของฐานนิยม มีอะไรบ้าง
7. คุณสมบัติของพิสัย มีอะไรบ้าง
8. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีคุณสมบัติอย่างไร
9. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แตกต่างจากความแปรปรวนอย่างไร
10. ควอไทล์ มีประโยชน์อย่างไรในการวิเคราะห์ข้อมูล
11. จงหาค่าเฉลี่ยรวมของผลคะแนน จากการสอบวิชาการโปรแกรมของผู้เรียนทั้งหมดจำนวน 3 ห้อง ปรากฏผลว่าห้องที่ 1 ซึ่งมีผู้เรียน 50 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 65.5 ห้องที่ 2 มีผู้เรียน 60 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 64 และห้องที่ 3 มีผู้เรียน 45 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 72.5
12. จงหาค่ามัธยฐานของจำนวนชั่วโมงการใช้โทรศัพท์มือถือในแต่ละสัปดาห์ของผู้ใช้ จากการบันทึกรายงานของเครือข่ายไร้สาย GPRS แห่งหนึ่ง พบว่าจำนวนชั่วโมงของผู้ใช้โทรศัพท์แต่ละสัปดาห์เป็นดังนี้ คือ 7, 4, 9, 2, 5, 10 และ 8 ชั่วโมง
13. จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแปรปรวนของคะแนน จากวิชาประลองทางด้านไมโครโพรเซสเซอร์ของผู้เรียนกลุ่มหนึ่ง จำนวน 12 คน ซึ่งพบว่าได้คะแนน 13, 10, 12, 16, 12, 14, 21, 23, 18, 15, 14 และ 12.5

14. ผลคะแนนที่ได้จากการสอบวิชาชีพทางคอมพิวเตอร์ 7 วิชา ในหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ปรากฏดังตารางดังนี้

วิชาชีพทางคอมพิวเตอร์	Student		Mean	SD
	Female	Male		
1. Operating System	110	113	3.78	1.961
2. Data Structure and Algorithm	104	102	4.55	1.118
3. System Analysis and Design	212	220	3.45	1.238
4. Database Management	185	153	5.68	2.025
5. Computer Programming	154	222	4.50	1.986
6. Computer Architecture	180	255	4.44	2.128
7. Data Networking	150	289	5.10	1.899

จงหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

14.1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายวิชาและรวมทั้งหมด

14.2 ความแปรปรวนรายวิชาและรวมทั้งหมด

14.3 สัมประสิทธิ์การกระจายรายวิชา

14.4 จงอภิปรายผลจากข้อมูลทั้งหมดว่าแต่ละวิชาเป็นอย่างไร

15. ในการวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design กระทำกับผู้เรียน 2 กลุ่ม ปรากฏว่าได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

	กลุ่มทดลอง (E)			กลุ่มควบคุม (C)		
	Pretest	Exercise	Posttest	Pretest	Exercise	Posttest
Mean	78.5	82	82	78.5	82	82
SD	1.286	.978	.978	1.286	.978	.978

จงหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

15.1 สัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบก่อนบทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังบทเรียน ทั้งกลุ่มทดลอง (E) และกลุ่มควบคุม (C)

15.2 จงอภิปรายผลจากข้อมูลทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร