

การทดสอบไคสแควร์: สารสนเทศสำคัญอีก 2 ประเภทที่นักวิจัยควรเขียนรายงานให้ครบถ้วน
เมื่อตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

CHI-SQUARE TEST: TWO MORE TYPES OF KEY INFORMATION THAT SHOULD BE REPORTED BY THE RESEARCHERS WHEN THERE IS A STATISTICALLY SIGNIFICANT ASSOCIATION BETWEEN TWO CATEGORICAL VARIABLES

สำเร็จ ไกยวงศ์

Samroeng Kaiyawong

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

Faculty of Business Administration, Chaiyaphum Rajabhat University

Received: October 14, 2020 / Revised: January 13, 2021 / Accepted: January 28, 2021

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปนักวิจัยจะใช้สถิติไคสแควร์ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีมาตรวัดนามบัญญัติหรือมาตรวัดเชิงอันดับ สมมติฐานว่างของสถิติไคสแควร์ระบุว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร สมมติฐานทางเลือกระบุว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร ถ้าผลการทดสอบไคสแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติ นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานด้วยว่าตัวแปรเชิงกลุ่มตัวแปรหนึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไกับตัวแปรเชิงกลุ่มอีกตัวแปรหนึ่ง โดยการวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานในแต่ละเซลล์ นอกจากนี้นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานขนาดผลกระทบซึ่งเป็นสถิติที่ใช้ในการประเมินขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร ผลการวิจัยจะได้รับการประเมินว่ามีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ ถ้าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมากเพียงพอจนถึงขั้นสามารถสร้างคุณค่าให้เกิดขึ้นในชีวิตจริงของบุคคลที่นำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติ

คำสำคัญ: ไคสแควร์ ความสัมพันธ์ ความเป็นอิสระต่อกัน ขนาดผลกระทบ ตัวแปรเชิงกลุ่ม

Abstract

The chi-square test is a statistical procedure commonly used for testing the association between two categorical variables measured at nominal or ordinal scale. The null hypothesis of the chi-square test states that there is no association between two categorical variables. The alternative hypothesis states that there is an association between two categorical variables. If the result of chi-square test is statistically significant, the researchers should analyze and report how the levels of one categorical variable depend on the levels of the other categorical variable

by analyzing standardized residual in each cell. Researchers, in addition, should analyze and report the effect size which is a statistic used to evaluate the magnitude of association between two categorical variables. The research result will be evaluated as practically significant if the magnitude of association between two categorical variables is large enough to create the value in the real life setting of a person who draws out the implications of research results.

Keywords: Chi-square, Association, Independence, Effect Size, Categorical Variables

บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติไคสแควร์ของนักวิจัย ส่วนใหญ่เป็นการทดสอบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรหรือไม่ ซึ่งเป็นคำถามพื้นฐานและมีความสำคัญที่เป็นไปได้เพียง 2 ประการ ได้แก่ ใช่ (Yes) กล่าวคือ ผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติกับไม่ใช่ (No) กล่าวคือ ผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามตามพิชญพิจารณา (Peer review) และผู้อ่านบทความวิจัยสามารถรับรู้ได้ว่าการตอบคำถามดังกล่าว นักวิจัยส่วนใหญ่จะคำนวณและรายงานการมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น ดังนั้นนักวิจัยจึงไม่สามารถตอบคำถามขั้นสูงที่สำคัญอีก 2 ข้อ คือ 1) ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และ 2) ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรนั้นมีผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กันมากเพียงใด ซึ่งเป็นคำถามที่ผู้บริหาร ผู้อ่านบทความวิจัย และผู้ที่นำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติต้องการจะทราบคำตอบ

ในการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติไคสแควร์ ถ้าผลการทดสอบพบว่า ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Statistically significant) นักวิจัยควรวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้ผู้อ่านรายงานผลการวิจัยทราบว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (How associated) กล่าวคือ กลุ่มของตัวแปรเชิงกลุ่มตัวแปรหนึ่งขึ้นอยู่กับกลุ่มของตัวแปรเชิงกลุ่มอีกตัวแปรหนึ่งอย่างไร อีกประการหนึ่งนักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญในทาง

ปฏิบัติของผลการวิจัย ได้แก่ ขนาดผลกระทบ (Effect size) เพื่อให้ผู้อ่านบทความวิจัยทราบว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากเพียงใด (How big the association is) การไม่รายงานขนาดผลกระทบย่อมทำให้ผู้บริหาร ผู้อ่านรายงานผลการวิจัย และผู้ที่นำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติได้รับสารสนเทศที่ไม่เพียงพอ จึงตัดสินใจไม่ได้ว่าควรนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติหรือไม่ ถ้านำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติจะเกิดผลลัพธ์ที่พึงประสงค์มากเพียงใด และคุ้มค่าหรือไม่ ผู้ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยก็ประเมินผลไม่ได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนั้นมีความคุ้มค่ากับงบประมาณที่ลงทุนไปในการทำวิจัยหรือไม่ ดังนั้น Effect size จึงเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดของการทดสอบสมมติฐานและเป็นดัชนีที่มีความสำคัญยิ่งกว่าดัชนี P -value เพราะว่าขนาดผลกระทบทำให้นักวิจัยสามารถสื่อสารการมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติและสามารถอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงได้ (Kaiyawong, 2017: p. 276) ในขณะที่ P -value สามารถอธิบายได้เฉพาะการมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญในทางทฤษฎีเท่านั้น แต่ไม่ได้ให้สารสนเทศใด ๆ เกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางปฏิบัติ ผลการวิจัยจะได้รับการประเมินว่ามีนัยสำคัญทางปฏิบัติ (Practically significant) ถ้าขนาดผลกระทบหรือขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร อยู่ในระดับที่มากเพียงพอ ซึ่งเมื่อนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติแล้วสามารถสร้างคุณค่าที่มีความหมาย มีความสำคัญ และมีประโยชน์ในชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าช่องว่างสารสนเทศ

(Information gap) ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างสารสนเทศที่นักวิจัยควรรายงานกับสารสนเทศที่นักวิจัยได้รายงาน หรือความแตกต่างระหว่างสารสนเทศที่สมบูรณ์ครบถ้วนกับสารสนเทศที่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วนได้เกิดขึ้นบ่อยครั้งเมื่อนักวิจัยทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติไคสแควร์ ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการเขียนบทความเรื่องนี้ ซึ่งต้องการนำเสนอแนวคิดและแนวปฏิบัติเพื่อพัฒนาสารสนเทศสำหรับตอบคำถามสำคัญ 2 ข้อ ดังที่ได้กล่าวถึงในตอนต้น ซึ่งนักวิจัยทุกคนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยเพื่อสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับงานวิจัย เพราะสารสนเทศที่ได้จากการทดสอบการมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้นไม่สามารถตอบคำถามสำคัญ 2 ข้อดังกล่าวได้ สำหรับระดับนัยสำคัญ (α) ที่นักวิจัยใช้ในการทดสอบสมมติฐาน หมายถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง ส่วนค่า P -value ที่นักวิจัยใช้ประเมินการมีนัยสำคัญทางสถิตินั้นมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Observed level of significance (Weiers, 2011: p. 324) ซึ่งแปลว่า ระดับนัยสำคัญที่วัดและคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น ค่า P -value จึงเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่บอกให้ทราบว่าเป็นไปได้กี่เปอร์เซ็นต์ที่จะเกิดความผิดพลาดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง โดยการเปรียบเทียบระหว่าง P -value กับ α ถ้า P -value มีค่าน้อยกว่า α แสดงว่าโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง น้อยกว่าระดับความผิดพลาดที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ดังนั้นสมมติฐานว่างจึงสมควรถูกปฏิเสธ

สำหรับเนื้อหาสาระเกี่ยวกับแนวคิดแนวปฏิบัติในการสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับงานวิจัยที่จะแนะนำให้ นักวิจัยนำไปปฏิบัติ นั้น จะนำเสนอเป็น 4 หัวข้อ ตามลำดับ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ค่าความถี่เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร 2) การคำนวณขนาดผลกระทบและการตีความหมาย 3) บทสรุป และ 4) ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ค่าความถี่เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร

การทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของตัวแปร เป็นการวิเคราะห์ว่าตัวแปรเชิงกลุ่มจำนวน 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีเพียง 1 กลุ่มเท่านั้น (Bluman, 2009: p. 604) เช่น ยอดขาย (ไม่เกิน 30,000 บาทต่อเดือน มากกว่า 30,000 บาทต่อเดือน) มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการอบรมเทคนิคการขาย (ได้รับการอบรม ไม่ได้รับการอบรม) หรือไม่ อย่างไรก็ตามแม้ว่าตัวแปรเชิงกลุ่มทั้งสองตัวแปรจะมีความสัมพันธ์กัน แต่ความสัมพันธ์นั้นอาจไม่ใช่ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลก็ได้ ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า สถานภาพสมรส (โสด สมรส หม้าย หย่า) มีความสัมพันธ์กับการดื่มสุรา (น้อย ปานกลาง มาก) ผลการทดสอบนี้หมายความว่า การได้ทราบสถานภาพสมรสของบุคคลช่วยให้ทราบพฤติกรรมการดื่มสุราของบุคคลนั้นด้วย แต่การมีความสัมพันธ์กันระหว่างสถานภาพสมรสกับพฤติกรรมการดื่มสุรา ไม่จำเป็นต้องหมายความว่า การมีสถานภาพโสดเป็นสาเหตุทำให้บุคคลมีพฤติกรรมการดื่มสุรามากขึ้น

เมื่อได้ก็ตามที่ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญย่อมมีประเด็นที่จะค้นหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล แต่ผู้วิจัยจะต้องกำหนดรู้อยู่ในใจเสมอว่าความสัมพันธ์กันของตัวแปรเชิงกลุ่มที่วิเคราะห์ด้วยสถิติไคสแควร์ไม่ใช่ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ความสัมพันธ์กันของตัวแปรเชิงกลุ่มเป็นเงื่อนไขที่จำเป็น แต่เป็นเงื่อนไขที่ไม่เพียงพอในการระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (Weiss, 2012: p. 507) รูปแบบทั่วไปของสมมติฐานว่างและสมมติฐานทางเลือกที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์หรือความเป็นอิสระต่อกันของตัวแปรเชิงกลุ่มคือ

H_0 : ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร (เป็นอิสระต่อกัน)

H_1 : มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร (ไม่เป็นอิสระต่อกัน)

ข้อสังเกตก็คือ Chi-square test ที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของค่าสัดส่วนประชากรจำนวน c กลุ่ม กับ Chi-square test ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของตัวแปรเชิงกลุ่มเป็นสถิติตัวเดียวกัน และกฎการตัดสินใจก็เหมือนกัน สิ่งที่แตกต่างกันคือ การตั้งสมมติฐานและการสรุปผลผลการทดสอบ เช่น ในการศึกษาความภักดีของลูกค้าที่มีต่อโรงแรม A, B และ C กำหนดให้โรงแรมเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ โรงแรม A โรงแรม B และโรงแรม C และกำหนดให้ความภักดีของลูกค้าเป็นตัวแปรตามซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ มีความตั้งใจที่จะกลับมาใช้บริการอีกกับมีความตั้งใจที่

จะไม่กลับมาใช้บริการอีก ถ้าผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ นักวิจัยสามารถสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสัดส่วนของลูกค้าที่มีความภักดีต่อโรงแรม A โรงแรม B และโรงแรม C ทั้งนี้โดยพิจารณาจากค่าสัดส่วนของลูกค้าที่ตอบว่ามีความตั้งใจจะกลับมาใช้บริการของโรงแรม A โรงแรม B และโรงแรม C อีก ในขณะเดียวกันนักวิจัยก็สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐานในอีกมุมมองหนึ่งได้ว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรโรงแรมกับตัวแปรความภักดีของลูกค้า

ตารางที่ 1 จำนวนลูกค้าที่ไม่มีความภักดีและสาเหตุที่ลูกค้าไม่มีความภักดีต่อโรงแรม A, B และ C

ประเภทของปัญหา (สาเหตุที่ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีก)	โรงแรม			รวม
	สาขา A	สาขา B	สาขา C	
ราคา	23 (31.53)	7 (11.82)	37 (23.65)	67
อาหารและเครื่องดื่ม	39 (28.24)	13 (10.59)	8 (21.18)	60
ความสะอาดสบายของห้องพัก	13 (14.59)	5 (5.47)	13 (10.94)	31
การให้บริการของพนักงาน	13 (13.65)	8 (5.12)	8 (10.24)	29
รวม	88	33	66	187

ที่มา: ดัดแปลงจาก Berrenson, Levine และ Krehbiel (2012: p. 482)

สมมติว่าผู้ประกอบการรายหนึ่งมีโรงแรมในเครือข่ายจำนวน 3 สาขา และต้องการศึกษาปัจจัยเหตุที่มีผลกระทบต่อความภักดีของลูกค้า คำถามข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยใช้ในการสำรวจคือ ถ้าท่านมีโอกาสเดินทางมาท่องเที่ยวหรือมาทำกิจธุระใด ๆ ในเมืองนี้อีก และมีความจำเป็นที่จะต้องพักโรงแรม ท่านมีความต้องการจะกลับมาใช้บริการของโรงแรมของเราอีกหรือไม่? ซึ่งคำตอบที่ผู้ประกอบการโรงแรมถือว่าเป็นความสำเร็จ (Success) คือ ลูกค้ามีความต้องการที่จะกลับมาใช้บริการอีก (มีความภักดี) ส่วนคำตอบที่ผู้ประกอบการ

โรงแรมถือว่าเป็นความล้มเหลว (Failure) คือ ลูกค้าไม่มีความต้องการที่จะกลับมาใช้บริการอีก (ไม่มีความภักดี) สำหรับคำถามข้อที่ 2 จะใช้ถามเฉพาะกลุ่มลูกค้าที่ไม่มีความภักดีคือ กลุ่มลูกค้าที่ตอบว่าไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก โดยการตั้งคำถามว่า ปัญหาในข้อใดที่ท่านพิจารณาเห็นว่าเป็นจุดอ่อนที่สำคัญมากที่สุดของโรงแรมซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ท่านไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก? คำตอบมีให้เลือก 4 ตัวเลือก คือ 1) ราคา 2) อาหารและเครื่องดื่ม 3) ความสะอาดสบายของห้องพัก และ 4) การให้บริการของพนักงาน

สำหรับข้อมูลในตารางที่ 1 จะใช้เป็นตัวอย่างในการตอบคำถามข้อที่ 2 เท่านั้น ซึ่งถามลูกค้าของโรงแรมแต่ละแห่งว่าปัญหาในข้อใดที่ท่านพิจารณาเห็นว่าเป็นจุดอ่อนที่สำคัญมากที่สุดของโรงแรมและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ท่านไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก ข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละเซลล์แสดงจำนวนลูกค้าที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก ประกอบด้วย ความถี่ที่ได้จากการสังเกต (ค่าที่อยู่นอกวงเล็บ) และความถี่ที่คาดหวัง (ค่าที่อยู่ในวงเล็บ) โดยการพิจารณาค่าความถี่รวมในคอลัมน์พบว่า ลูกค้าของโรงแรม A จำนวน 88 คน ลูกค้าของโรงแรม B จำนวน 33 คน และลูกค้าของโรงแรม C มีจำนวน 66 คน ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก ในตัวอย่างนี้ต้องการจะทดสอบว่าประเภทของปัญหามีความสัมพันธ์กับสาขาของโรงแรมหรือไม่ สมมติฐานว่างและสมมติฐานทางเลือกที่ต้องการทดสอบคือ

H_0 : ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างประเภทของปัญหา กับสาขาของโรงแรม

H_1 : มีความสัมพันธ์กันระหว่างประเภทของปัญหา กับสาขาของโรงแรม

กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ $\alpha = .05$ การแจกแจงไคสแควร์มีองศาความเป็นอิสระเท่ากับ $(r - 1)(c - 1) = (4 - 1)(3 - 1) = 3 \times 2 = 6$ และค่าวิกฤตของการแจกแจงไคสแควร์มีค่าเท่ากับ 12.592 ดังนั้นเกณฑ์การตัดสินใจทางสถิติสำหรับปัญหาข้อนี้คือ ถ้า Chi-square test มีค่ามากกว่า 12.592 สมมติฐานว่างจะถูกปฏิเสธ เนื่องจาก Chi-square test ซึ่งเป็นสถิติทดสอบคำนวณได้เท่ากับ $\chi^2 = 27.402$ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าวิกฤตของการแจกแจงไคสแควร์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่างและสามารถตีความได้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยมีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร คือ ประเภทปัญหา และสาขาของโรงแรม

ตารางที่ 2 ค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกต ค่าความถี่ที่คาดหวัง ค่าคลาดเคลื่อน และสถิติทดสอบไคสแควร์

เซลล์	f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e) / \sqrt{f_e}$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
ราคา/โรงแรม A	23	31.53	-8.53	-1.52	72.76	2.308
ราคา/โรงแรม B	7	11.82	-4.82	-1.40	23.23	1.966
ราคา/โรงแรม C	37	23.65	13.35	2.74	178.22	7.536
อาหารฯ/โรงแรม A	39	28.24	10.76	2.02	115.77	4.100
อาหารฯ/โรงแรม B	13	10.59	2.41	0.74	5.51	0.548
อาหารฯ/โรงแรม C	8	21.18	-13.18	-2.86	173.71	8.202
ห้องพัก/โรงแรม A	13	14.59	-1.59	-0.41	2.53	0.173
ห้องพัก/โรงแรม B	5	5.47	-0.47	-0.20	0.22	0.040
ห้องพัก/โรงแรม C	13	10.94	2.06	0.62	4.24	0.388
พนักงาน/โรงแรม A	13	13.65	-0.65	-0.17	0.42	0.031
พนักงาน/โรงแรม B	8	5.12	2.88	1.27	8.29	1.620
พนักงาน/โรงแรม C	8	10.24	-2.24	-0.70	5.02	0.490
รวม						$\sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} = 27.402$

จากข้อมูลในตารางที่ 2 มีประเด็นคำถามสำคัญที่นักวิจัยต้องตอบ ได้แก่ ประเด็นคำถามซึ่งถามว่าประเภทปัญหาและสาขาของโรงแรมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร? กล่าวคือ ปัญหาด้านใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรมใด? กล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหาด้านใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม A ปัญหาด้านใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม B ปัญหาด้านใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม C นักวิจัยสามารถตอบคำถามดังกล่าวได้โดยการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างความถี่ที่ได้จากการสังเกต (observed frequency: f_o) กับความถี่ที่คาดหวัง (expected frequency: f_e) ซึ่งผลต่างระหว่างค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตและความถี่ที่คาดหวัง ($f_o - f_e$) เรียกว่า ค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ตามกฎของธัมมธองศาความเป็นอิสระของการแจกแจงไคสแควร์เท่ากับ 1 ค่าความถี่ที่คาดหวังต้องไม่ต่ำกว่า 10 ธัมมธองศาความเป็นอิสระของการแจกแจงไคสแควร์มากกว่า 1 ค่าความถี่ที่คาดหวังต้องไม่ต่ำกว่า 5 (Kirk, 2008: p. 475) ค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นค่าดิบสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของค่ามาตรฐานได้ (Standardized residual) โดยการหาผลต่างระหว่างค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความถี่ที่คาดหวัง ($f_o - f_e$) แล้วหารด้วยรากที่สองของค่าความถี่ที่คาดหวัง ($\sqrt{f_e}$) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณได้เป็นค่าเดียวกันกับ Z-score ซึ่งเป็นค่ามาตรฐาน ดังนั้นถ้าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานในเซลล์ใดมีค่าอยู่นอกช่วง -1.96 และ 1.96 แสดงว่าค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความถี่ที่คาดหวังแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ถ้าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานในเซลล์ใดมีค่าอยู่นอกช่วง -2.58 และ 2.58 แสดงว่าค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความถี่ที่คาดหวังแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 นักวิจัยสามารถใช้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการตรวจสอบว่าปัญหาใดของโรงแรมใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีก ตัวบ่งชี้คือ

ค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตจะมีค่ามากกว่าค่าความถี่ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ปัญหาด้านราคา

จากการตรวจสอบปัญหาด้านราคาพบว่า ราคาไม่ได้เป็นปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม A ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 23$) มีค่าน้อยกว่า (<) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 31.53$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $23 - 31.53 = -8.53$ ซึ่งแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -1.52$

ราคาไม่ใช่ปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม B ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 7$) มีค่าน้อยกว่า (<) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 11.82$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $7 - 11.82 = -4.82$ ซึ่งแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -1.40$

ราคาเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม C ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 37$) มีค่ามากกว่า (>) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 23.65$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $37 - 23.65 = 13.35$ ซึ่งแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = 2.74$ และสามารถตีความได้ว่าความถี่ของลูกค้าโรงแรม C ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีกมีความแตกต่างคือ มีค่ามากกว่าความถี่ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตเท่ากับ ± 2.58)

เนื่องจากปัญหาราคาหรือค่าเช่าห้องพักเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม C ดังนั้นผู้บริหารโรงแรม C จึงควรปรับลดค่าเช่าห้องพักลงให้สอดคล้องกับความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า รวมทั้งเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการแข่งขันในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามผู้บริหารโรงแรม A และโรงแรม B ยังไม่มีความจำเป็นต้องปรับลดค่าเช่าห้องพัก เนื่องจากค่าเช่าห้องพักไม่ได้เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อลูกค้ากลับมาใช้บริการอีกของลูกค้า

การวิเคราะห์ปัญหาด้านอาหารและเครื่องดื่ม

จากการตรวจสอบปัญหาด้านอาหารและเครื่องดื่มของโรงแรมพบว่า อาหารและเครื่องดื่มเป็นปัญหาสำคัญสำหรับโรงแรม A ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีก ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 39$) มีค่ามากกว่า ($>$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 28.24$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $39 - 28.24 = 10.76$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = 2.02$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความถี่ของลูกค้าโรงแรม A ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีกมีความแตกต่างคือ มีค่ามากกว่าความถี่ที่คาดหวังที่ระดับนัยสำคัญ .05 (ค่าวิกฤตเท่ากับ ± 1.96)

อาหารและเครื่องดื่มเป็นปัญหาเล็กน้อยเท่านั้นสำหรับโรงแรม B คือ มีส่วนในการทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกแต่ไม่มีนัยสำคัญ ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 13$) มีค่ามากกว่า ($>$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 10.59$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $13 - 10.59 = 2.41$ และแปลงเป็นค่ามาตรฐานได้เท่ากับ $Z = 0.74$ ซึ่งค่ามาตรฐานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความถี่ของลูกค้าโรงแรม B ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีกมีความแตกต่างและมากกว่าความถี่ที่คาดหวังอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตเท่ากับ ± 1.96)

อาหารและเครื่องดื่มไม่ใช่ปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม C ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 8$) มีค่าน้อยกว่า ($<$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 21.18$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $8 - 21.18 = -13.18$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -2.86$ จะเห็นว่าความถี่ของลูกค้าโรงแรม C ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีกแตกต่างจากความถี่ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตเท่ากับ ± 2.58) แต่เนื่องจากค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตน้อยกว่าค่าความถี่ที่คาดหวัง ดังนั้น จึงตีความได้ว่าอาหารและเครื่องดื่มไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับโรงแรม C

เนื่องจากปัญหาด้านอาหารและเครื่องดื่มเป็นปัญหาสำคัญสำหรับโรงแรม A ดังนั้นผู้บริหารโรงแรม A จึงควรเร่งรีบปรับปรุงพัฒนาคุณภาพอาหารและเครื่องดื่มให้สอดคล้องกับความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า เนื่องจากอาหารและเครื่องดื่มเป็นปัญหาเล็กน้อยของโรงแรม B ดังนั้นผู้บริหารโรงแรม B จึงไม่มีความจำเป็นเร่งด่วนในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพอาหารและเครื่องดื่ม แต่อาจจะพิจารณาปรับปรุงเพื่อให้อาหารและเครื่องดื่มมีคุณภาพดียิ่งขึ้นหรือเพื่อให้ดีเกินกว่าความคาดหวังของลูกค้า เนื่องจากอาหารและเครื่องดื่มไม่ได้เป็นปัญหาของโรงแรม C ดังนั้นผู้บริหารโรงแรม C จึงไม่จำเป็นต้องลงทุนในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพด้านอาหารและเครื่องดื่ม

การวิเคราะห์ปัญหาด้านความสะดวกสบายของห้องพัก

จากการตรวจสอบปัญหาด้านความสะดวกสบายของห้องพักพบว่า ความสะดวกสบายของห้องพักไม่ได้เป็นปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม A ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 13$) มีค่าน้อยกว่า ($<$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 14.59$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $13 - 14.59 = -1.59$ ซึ่งแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -0.41$

ความสะดวกสบายของห้องพักไม่ได้เป็นปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม B ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 5$) มีค่าน้อยกว่า ($<$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 5.47$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $5 - 5.47 = -0.47$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -0.20$

ความสะดวกสบายของห้องพักไม่ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับโรงแรม C แต่ถือว่าเป็นปัญหาเพียงเล็กน้อยที่มีส่วนอยู่บ้างในการทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีก ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 13$) มีค่ามากกว่า ($>$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e =$

10.94) เพียงเล็กน้อย โดยมีผลต่างเท่ากับ $13 - 10.94 = 2.06$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = 0.62$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตแตกต่างและมากกว่าความถี่ที่คาดหวังอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื่องจากปัญหาด้านความสะดวสบายของห้องพักเป็นปัญหาเล็กน้อยสำหรับโรงแรม C ดังนั้นการลงทุนเพื่อปรับปรุงพัฒนาคุณภาพห้องพักของโรงแรม C เป็นสิ่งที่ควรกระทำเพื่อให้คุณภาพบริการของโรงแรมดียิ่งขึ้นหรือดีเกินกว่าความคาดหวังของลูกค้า แต่ยังไม่มีความจำเป็นเพราะว่าไม่ใช่ปัญหาเร่งด่วน เนื่องจากโรงแรม A และโรงแรม B ไม่ได้มีปัญหาด้านความสะดวสบายของห้องพัก ดังนั้นผู้บริหารของโรงแรม A และผู้บริหารของโรงแรม B จึงยังไม่มี ความจำเป็นที่จะต้องลงทุนในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของห้องพัก

การวิเคราะห์ปัญหาด้านการให้บริการของพนักงาน

จากการตรวจสอบปัญหาด้านการให้บริการของพนักงานพบว่า การให้บริการของพนักงานไม่ใช่ปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีกสำหรับโรงแรม A ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 13$) มีค่าน้อยกว่า ($<$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 13.65$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $13 - 13.65 = -0.65$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -0.17$

การให้บริการของพนักงานเป็นปัญหาเล็กน้อยที่ทำให้ลูกค้าไม่ต้องการกลับมาใช้บริการของโรงแรม B ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 8$) มีค่ามากกว่า ($>$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 5.12$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $8 - 5.12 = 2.88$ และแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = 1.27$ ซึ่งค่ามาตรฐานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความถี่ของลูกค้าโรงแรม B ที่ไม่ต้องการกลับมาใช้บริการอีกมีความแตกต่างคือ มีค่ามากกว่าความถี่ที่คาดหวังแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตเท่ากับ ± 1.96)

การให้บริการของพนักงานไม่ใช่ปัญหาที่ทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการสำหรับโรงแรม C ตัวบ่งชี้คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต ($f_o = 8$) มีค่าน้อยกว่า ($<$) ความถี่ที่คาดหวัง ($f_e = 10.24$) โดยมีผลต่างเท่ากับ $8 - 10.24 = -2.24$ ซึ่งแปลงเป็นค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานได้เท่ากับ $Z = -0.70$

เนื่องจากปัญหาด้านการให้บริการของพนักงานเป็นปัญหาเล็กน้อยสำหรับโรงแรม B ซึ่งมีส่วนอยู่บ้างในการทำให้ลูกค้าไม่กลับมาใช้บริการอีก ดังนั้นผู้บริหารของโรงแรม B อาจจะพิจารณาปรับปรุงคุณภาพการให้บริการของพนักงานให้ดียิ่งขึ้นหรือดีเกินกว่าความคาดหวังของลูกค้า อย่างไรก็ตามการให้บริการของพนักงานไม่ได้เป็นปัญหาของโรงแรม A และโรงแรม C แต่อย่างใด ดังนั้นผู้บริหารของโรงแรมทั้ง 2 แห่ง จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขในเรื่องการให้บริการของพนักงาน

การคำนวณขนาดผลกระทบและการตีความหมาย

ถ้าผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติ นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานการมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติด้วยโดยการวิเคราะห์ขนาดผลกระทบ (Effect size) แม้ว่าผลการทดสอบสมมติฐานจะมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ได้หมายความว่าผลการทดสอบจะมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติด้วย การวิเคราะห์ขนาดผลกระทบในสถิติไคสแควร์จะแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตัวแปรเชิงกลุ่มทั้งสองตัวแปรมีมาตรวัดนามบัญญัติหรือตัวแปรหนึ่งในสองตัวแปรนั้นมีมาตรวัดนามบัญญัติแต่อีกตัวแปรหนึ่งมีมาตรวัดเชิงอันดับ นักวิจัยสามารถวัดขนาดผลกระทบใช้ดัชนีใดดัชนีหนึ่งใน 3 ดัชนีต่อไปนี้ คือ 1) Cramer's phi coefficient 2) Pearson's contingency coefficient หรือ 3) Cramer's V ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่กำหนด ขนาดผลกระทบของทั้ง 3 ดัชนีมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ 0 หมายถึง ไม่มีผลกระทบหรือไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

(No association) และ 1 หมายถึง มีผลกระทบ หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ระหว่างตัวแปร (Perfect association) นักสถิติทั้งสองท่านคือ Rea และ Parker (1992 : p. 203) ได้กำหนดเกณฑ์ในการตีความหมายขนาดความสัมพันธ์หรือขนาดผลกระทบ ที่วิเคราะห์โดยใช้ดัชนีทั้ง 3 ดัชนีไว้ 6 ระดับ ดังนี้

.00 - .10 หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ (No association)

.10 - .20 หมายถึง มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อย (Weak association)

.20 - .40 หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง (Moderate association)

.40 - .60 หมายถึง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างมาก (Relatively strong association)

.60 - .80 หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับมาก (Strong association)

.80 - 1.00 หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมาก (Very strong association)

ดัชนีวัดขนาดผลกระทบทั้ง 3 ดัชนี คือ Cramer's phi coefficient, Pearson's contingency coefficient และ Cramer's V coefficient มีเงื่อนไขในการนำไปใช้ดังนี้

เงื่อนไขที่ 1 ถ้าตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มมีมิติเป็น 2×2 นักวิจัยจะวัดขนาดความสัมพันธ์หรือขนาดผลกระทบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ฟาย (phi coefficient = ϕ) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ (1) ดังนี้

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}} \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่

χ^2 คือ ค่าสถิติไคสแควร์

n คือ ขนาดตัวอย่าง

เงื่อนไขที่ 2 ถ้าตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มมีมิติมากกว่า 2×2 และจำนวนแถวเท่ากับจำนวนคอลัมน์ เช่น ตาราง 3×3 และ

ตาราง 4×4 นักวิจัยจะวัดขนาดผลกระทบโดยใช้ดัชนี Contingency coefficient ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ (2) ดังนี้

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

โดยที่

χ^2 คือ ค่าสถิติไคสแควร์

n คือ ขนาดตัวอย่าง

เงื่อนไขที่ 3 ถ้าตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มมีมิติมากกว่า 2×2 แต่จำนวนแถวไม่เท่ากับจำนวนคอลัมน์ เช่น ตาราง 2×3 และ ตาราง 3×5 ในกรณีนี้นักวิจัยจะวัดขนาดผลกระทบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Cramer's V ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(df_{smaller})}} \dots\dots\dots(3)$$

โดยที่

χ^2 คือ ค่าสถิติไคสแควร์

n คือ ขนาดตัวอย่าง

$df_{smaller}$ คือ องศาความเป็นอิสระของแถว หรือองศาความเป็นอิสระของคอลัมน์ ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่า

จากสมการที่ (1), (2) และ (3) ถ้านักวิจัยทราบขนาดตัวอย่าง องศาความเป็นอิสระ และสถิติไคสแควร์ (สถิติทดสอบ) นักวิจัยสามารถนำค่าดังกล่าวไปแทนลงในสูตรและคำนวณหาขนาดผลกระทบ จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ Rea และ Parker ได้กำหนดไว้พร้อมทั้งตีความหมาย ก็จะทราบได้ว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม ตัวแปรหนึ่งซึ่งมีฐานะเป็นตัวแปรอิสระ มีผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กันมากเพียงใดกับตัวแปรเชิงกลุ่มอีกตัวแปรหนึ่งซึ่งมีฐานะเป็นตัวแปรตาม

ประโยชน์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของดัชนีวัดขนาด

ผลกระทบก็คือ การเปรียบเทียบขนาดผลกระทบของตัวแปรอิสระซึ่งมีอยู่หลายตัว ในขณะที่ตัวแปรตามมีจำนวน 1 ตัว ขนาดผลกระทบทำให้ทักวียและผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติทราบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีผลกระทบต่อดัชนีแปรตามมากเพียงใด กล่าวคือตัวแปรอิสระใดมีผลกระทบต่อดัชนีแปรตามมากที่สุด ตัวแปรอิสระใดมีผลกระทบต่อดัชนีแปรตามในระดับรองลงมา และตัวแปรอิสระใดมีผลกระทบต่อดัชนีแปรตามน้อยที่สุด สมมติว่าในการวิจัยเรื่องหนึ่งมีตัวแปรตาม 1 ตัวแปร คือ ความสามารถในการขาย (ยอดขาย) โดยจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม (ยอดขายเพิ่มขึ้นปีละ 5% ขึ้นไป ยอดขายเพิ่มขึ้นน้อยกว่าปีละ 5%) ส่วนตัวแปรอิสระมีจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ สาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษา โดยจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม (การจัดการ การบัญชี การเงิน การตลาด) ประสบการณ์ทำงาน โดยจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม (ไม่เกิน 3 ปี 4-6 ปี 7-9 ปี 10 ปีขึ้นไป) สถานภาพสมรส โดยจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม (โสด/สมรส/หม้าย/หย่า/แยก) และวัดขนาดผลกระทบหรือขนาดความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Cramer's V สถิติไคสแควร์สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มได้ทีละคู่ ในตัวอย่างนี้ตัวแปรตามมี 1 ตัว และตัวแปรอิสระมี 3 ตัว ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระจะมีได้ทั้งหมด 3 คู่ เช่นเดียวกันขนาดผลกระทบซึ่งเป็นดัชนีวัดขนาดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามก็จะมีได้ทั้งหมด 3 ค่า สมมติว่าตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญกับความสามารถด้านการขาย และสมมติว่าขนาดผลกระทบระหว่างสาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษากับความสามารถด้านการขายคำนวณได้เท่ากับ $V = 0.572$ ขนาดผลกระทบระหว่างประสบการณ์ทำงานกับความสามารถด้านการขายคำนวณได้เท่ากับ $V = 0.786$ และขนาดผลกระทบระหว่างสถานภาพสมรสกับความสามารถด้านการขายคำนวณได้เท่ากับ $V = 0.395$

จะเห็นได้ว่าประสบการณ์ทำงานเป็นตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อความสามารถด้านการขายมากที่สุด ($V = 0.786$) สาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษาเป็นตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อความสามารถด้านการขายในระดับรองลงมา ($V = 0.572$) ส่วนสถานภาพสมรสเป็นตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อความสามารถด้านการขายน้อยที่สุด ($V = 0.395$)

กรณีที่ 2 ตัวแปรเชิงกลุ่มทั้งสองตัวแปรมีมาตรวัดเชิงอันดับ (Ordinal scale) นักวิจัยนิยมวัดขนาดความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แกมมา (Gamma coefficient) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ γ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Goodman และ Kruskal (1954) Gamma coefficient มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้วิจัยทราบขนาดความสัมพันธ์ (Strength of association) ระหว่างตัวแปรที่มีมาตรวัดเชิงอันดับ 2 ตัวแปรแล้ว ยังทำให้ผู้วิจัยทราบทิศทางของความสัมพันธ์ (Direction of association) ระหว่างตัวแปรอีกด้วย ซึ่งโดยทั่วไปทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมี 2 ทิศทาง ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงบวกและความสัมพันธ์เชิงลบ ค่าสัมประสิทธิ์ Gamma มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\gamma = \frac{N_c - N_d}{N_c + N_d} \dots\dots\dots(4)$$

โดยที่

N_c คือ จำนวนคู่ที่มีความสอดคล้องกันกับสมมติฐาน

N_d คือ จำนวนคู่ที่ไม่มีความสอดคล้องกันกับสมมติฐาน

จากสมการที่ (4) พึงสังเกตว่าถ้า N_c มีจำนวนมากกว่า N_d จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ Gamma มีค่าเป็นบวกซึ่งหมายความว่าตัวแปรเชิงกลุ่มทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก แต่ถ้า N_c มีจำนวนน้อยกว่า N_d จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ Gamma มีค่าเป็นลบซึ่งหมายความว่าตัวแปรเชิงกลุ่มทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ

ในกรณีที่นักวิจัยวิเคราะห์ขนาดผลกระทบของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Gamma นักวิจัยสามารถตีความหมายโดยใช้เกณฑ์ที่ Rosenthal ได้พัฒนาขึ้นซึ่งมี 5 ระดับ (Amidei, Piwek, & Willis, 2019: p. 349) ดังนี้

.00 - .10 หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Negligible association)

.10 ถึง .30 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย (Small association)

.30 ถึง .50 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันปานกลาง (Medium association)

.50 ถึง .70 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันมาก (Large association)

.70 ถึง 1 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (Very Large association)

เพื่อที่จะแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาค่า

สัมประสิทธิ์ Gamma จะใช้ข้อมูลในตารางที่ 3 ซึ่งตัวแปรที่อยู่ในแถวคือ ผลการเรียนรู้ (ตัวแปรตาม) โดยจำแนกออกเป็น 2 ระดับ คือ เกรดต่ำกว่า 2.5 และเกรด 2.5 ขึ้นไป ตัวแปรที่อยู่ในคอลัมน์คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราวิชาสถิติธุรกิจ (ตัวแปรอิสระ) โดยจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อ่านไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และอ่านมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ในการแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ Gamma จะข้ามขั้นตอนการทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของตัวแปรการเรียนรู้และตัวแปรระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราวิชาสถิติธุรกิจ และจะสมมติว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นขั้นตอนถัดไปคือการวิเคราะห์ขนาดผลกระทบ ซึ่งดัชนีที่ใช้วัดขนาดผลกระทบในกรณีที่ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร มีมาตรวัดเชิงอันดับเหมือนกัน ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ Gamma

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาและระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราวิชาสถิติธุรกิจ

ผลการเรียนรู้	ระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราวิชาสถิติธุรกิจ	
	ไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์	มากกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
เกรดต่ำกว่า 2.5	a = 20	b = 4
เกรด 2.5 ขึ้นไป	c = 6	d = 12

ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ Gamma ผู้วิจัยจะต้องตั้งสมมติฐานการวิจัยตามหลักเหตุผลดังนี้ การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราเป็นเหตุทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเซลล์ในตารางซึ่งเกิดจากการตัดกันของตัวแปรเชิงกลุ่มทั้งสองตัวแปร จะเห็นได้ว่าเซลล์ที่มีความสอดคล้องกับสมมติฐาน (concordant) มี 2 เซลล์ ได้แก่ เซลล์ a (อ่านหนังสือไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และได้เกรดต่ำกว่า 2.5) ซึ่งมีค่าความถี่เท่ากับ 20 และเซลล์ d (อ่านหนังสือมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และได้เกรด 2.5 ขึ้นไป) ซึ่งมีค่าความถี่เท่ากับ 12 เซลล์ที่เหลืออีก 2 เซลล์เป็นเซลล์ที่ไม่มีความสอดคล้องกับสมมติฐาน (Disconcordant) ได้แก่ เซลล์ b (อ่าน

หนังสือมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์แต่ได้เกรดต่ำกว่า 2.5) ซึ่งมีค่าความถี่เท่ากับ 4 และเซลล์ c (อ่านหนังสือไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์แต่ได้เกรด 2.5 ขึ้นไป) ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 6 จากนั้นคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ Gamma โดยจำแนกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาจำนวนคู่ที่มีความสอดคล้องกันกับสมมติฐาน (Concordant pairs) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวก (Positive association) ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยเริ่มต้นจากการนำความถี่ในเซลล์บนด้านซ้ายมือไปคูณกับผลบวกของความถี่ในเซลล์ของแถวที่อยู่ต่ำกว่าและเป็นเซลล์ที่อยู่ทางขวามือ ดังนั้นจะได้ $N_c = 12 \times 20 = 240$

ขั้นตอนที่ 2 หาจำนวนคู่ที่ไม่มีความสอดคล้อง

กันกับสมมติฐาน (Disconcordant pairs) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันเชิงลบ (Negative association) ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยเริ่มต้นจากการนำค่าความถี่ในเซลล์บนด้านขวามือไปคูณกับผลบวกระหว่างความถี่ในเซลล์ที่ไม่สนับสนุนสมมติฐานซึ่งอยู่ในแถวที่ต่ำกว่าและเป็นเซลล์ที่อยู่ทางซ้ายมือ โดยให้กระทำเช่นเดียวกันนี้สำหรับทุกเซลล์ที่ไม่สนับสนุนสมมติฐาน จะได้ $N_d = 4 \times 6 = 24$

ขั้นตอนที่ 3 แทนค่าของ N_c และ N_d แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ Gamma จะได้

$$\begin{aligned}\text{Gamma} &= (N_c - N_d) / (N_c + N_d) \\ &= (240 - 24) / (240 + 24) \\ &= 216 / 264 \\ &= .8181\end{aligned}$$

เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ Gamma = .8181 ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุไว้ข้างต้นสามารถตีความได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำรา กับผลการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (Very strong) กล่าวอีกนัยหนึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำรา มีผลกระทบต่อผลการเรียนสูงมาก และสามารถพยากรณ์ได้ว่า การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่ใช้ในการอ่านตำราจาก 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์เป็นมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์จะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เกรดสูงขึ้น 81.81%

บทสรุป

สถิติไคสแควร์เป็นสถิติอนุमानและเป็นสถิตินอนพาราเมตริกที่นักวิจัยนำมาใช้เพื่อทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของตัวแปรเชิงกลุ่มโดยการทดสอบว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรนั้น มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้มีเพียง 2 ประการ คือ ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการตอบคำถามว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เป็นการตัดสินใจตอบว่าใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น (Yes-No decision) แต่จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ได้ให้คำตอบที่สมบูรณ์และครบถ้วนต่อการตัดสินใจของผู้บริหาร ผู้อ่าน

บทความวิจัย และผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติ เพราะว่าค่า P -value ซึ่งเป็นผลการทดสอบเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ได้อธิบายให้ผู้อ่านทราบว่ากลุ่มของตัวแปรอิสระกับกลุ่มของตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นเหตุเป็นผลกันอย่างไร ถ้าสมมติฐานว่างถูกปฏิเสธ (ผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ) นักวิจัยสามารถวิเคราะห์และรายงานให้ผู้อ่านทราบได้ว่าตัวแปรเชิงกลุ่มมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (How associated) โดยการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละเซลล์ (การวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อน) และสามารถแปลงค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นค่าดิบนั้นให้อยู่ในรูปของค่ามาตรฐาน หรือ Z-score โดยอาศัยค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ผู้บริหาร ผู้อ่าน รายงานผลการวิจัย และผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปปฏิบัติ จึงสามารถหาข้อสรุปได้ว่ากลุ่มของตัวแปรตัวอิสระมีความสัมพันธ์กันกับกลุ่มของตัวแปรตามอย่างไร ดังนั้นคำตอบหรือสารสนเทศที่ได้จึงมีความหมายและมีประโยชน์มากกว่าสารสนเทศที่ได้จากการทดสอบว่าตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันหรือไม่เท่านั้น อนึ่งผลการทดสอบเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ค่า P -value ไม่สามารถใช้ตอบคำถามเหล่านี้คือ ตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันมากเพียงใด ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีผลกระทบต่อตัวแปรตามมากเพียงใด ตัวแปรอิสระใดมีผลกระทบต่อตัวแปรตามมากที่สุดหรือน้อยที่สุด คำถามดังกล่าวนี้สามารถตอบได้หรืออธิบายได้โดยการวิเคราะห์ขนาดผลกระทบ (Effect size) ซึ่งเป็นดัชนีวัดการมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ (Practical significance) เมื่อนักวิจัยใช้สถิติไคสแควร์ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มซึ่งมีมาตรวัดนามบัญญัติเหมือนกันทั้ง 2 ตัวแปรหรือตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งในสองตัวแปรนั้นมีมาตรวัดนามบัญญัติและอีกตัวแปรหนึ่งมีมาตรวัดเชิงอันดับดัชนีที่ใช้วัดขนาดผลกระทบมีจำนวน 3 ดัชนี ได้แก่ ดัชนี phi coefficient ดัชนี Contingency coefficient และดัชนี Cramer's V ซึ่งดัชนี Phi coefficient ใช้

สำหรับวัดขนาดผลกระทบในกรณีตารางมีมิติเท่ากับ 2×2 ดัชนี Contingency coefficient ใช้สำหรับวัดขนาดผลกระทบในกรณีตารางมีมิติสูงกว่า 2×2 และจำนวนแถวเท่ากับจำนวนคอลัมน์ เช่น 3×3 และ 4×4 ส่วนดัชนี Cramer's V ใช้วัดขนาดผลกระทบในกรณีตารางมีมิติสูงกว่า 2×2 แต่จำนวนแถวไม่เท่ากับจำนวนคอลัมน์ เช่น 2×4 และ 3×5 นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้กับกรณีที่ตารางข้อมูลมีมิติเป็น 2×2 เพราะค่า Cramer's V ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขจุดอ่อนที่มีอยู่ในดัชนี phi coefficient ซึ่งมักจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของขนาดตัวอย่าง แต่ดัชนี Cramer's V มีความเสถียรคือไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของขนาดตัวอย่าง แต่ในกรณีที่นักวิจัยทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มซึ่งมีมาตราวัดเชิงอันดับ (Ordinal scale) ทั้ง 2 ตัวแปร ดัชนีที่ใช้วัดขนาดผลกระทบ ได้แก่ Gamma coefficient ซึ่งทำให้นักวิจัยทราบทั้งขนาดความสัมพันธ์และทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปรนั้น

ข้อเสนอแนะ

โดยทั่วไปนักวิจัยจะใช้สถิติไคสแควร์ทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความไม่เป็นอิสระต่อกันของตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร ถ้าผลการทดสอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์กันของตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวแปร มีนัยสำคัญทางสถิติ นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานสารสนเทศเพิ่มเติมอีกอย่างน้อย 2 ประเภท นอกเหนือจากรายงานการมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้บริหาร ผู้อ่านบทความวิจัย และผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติได้รับสารสนเทศที่สมบูรณ์ครบถ้วนและเพียงพอต่อการตัดสินใจ

สารสนเทศประเภทแรกที่นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานคือ สารสนเทศที่อธิบายให้ผู้อ่านทราบว่ากลุ่มของตัวแปรอิสระกับกลุ่มของตัวแปรตามเป็นเหตุเป็นผลกันอย่างไร หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ในการตอบคำถามดังกล่าว นักวิจัยจะต้องวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อน (Residual analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลต่างระหว่างค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความถี่ที่คาดหวังและควรจะแปลงค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นค่าดิบให้อยู่ในรูปค่ามาตรฐานโดยการหาผลต่างระหว่างค่าความถี่ที่ได้จากการสังเกตกับค่าความคาดหวัง จากนั้นหารด้วยรากที่สองของค่าความถี่ที่คาดหวัง แล้วใช้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานนั้นทำการสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างกลุ่มของตัวแปรเชิงกลุ่มตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรอิสระ) กับกลุ่มของตัวแปรเชิงกลุ่มอีกตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรตาม) เช่น ใช้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการสรุปว่า ปัจจัยด้านราคาเป็นปัญหาสำคัญที่มีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบต่อการใช้บริการของลูกค้าโรงแรม A อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ปัจจัยด้านอาหารและเครื่องดื่มเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบต่อการใช้บริการของลูกค้าโรงแรม A อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ สารสนเทศสำคัญประเภทที่ 2 ที่นักวิจัยควรวิเคราะห์และรายงานด้วยทุกครั้งที่ผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ขนาดผลกระทบซึ่งเป็นสารสนเทศที่อธิบายการมีนัยสำคัญทางการปฏิบัติ โดยอธิบายให้ผู้อ่านทราบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีผลกระทบหรือมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากเพียงใด ดังนั้นหากนักวิจัยมีการวิเคราะห์และรายงานผลการวิจัยให้สมบูรณ์ครบถ้วนทั้ง 3 ประเด็น คือ 1) สารสนเทศเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางสถิติของผลการทดสอบ 2) สารสนเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างกลุ่มของตัวแปรอิสระกับกลุ่มของตัวแปรตาม และ 3) สารสนเทศเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางปฏิบัติหรือขนาดผลกระทบของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม มีความเชื่อมั่นว่าสารสนเทศที่ได้จากการวิจัยจะมีคุณค่าและมีประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมาก เพราะว่าลำพังสารสนเทศเกี่ยวกับการมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการคิดและการตัดสินใจของผู้บริหาร และผู้อ่านบทความวิจัย โดยเฉพาะผู้ที่นำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติ

References

- Amidei, J., Piwek, P., & Willis, A. (2019). Agreement is overrated: A plea for correlation to assess human evaluation reliability. In K. V. Deemter, & C. Lin (Eds.), *The 12th International Conference on Natural Language Generation* (pp. 344-354). Association for Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/W19-8642>
- Berenson, M. L., Levine, D. M., & Krehbiel, T. C. (2012). *Basic business statistics: Concepts and applications* (12th ed.). Prentice Hall.
- Bluman, A. G. (2009). *Elementary statistics: A step by step approach* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732-764.
- Kaiyawong, S. (2017). Effect size: The most important product of hypothesis testing. *Panyapiwat Journal*, 9(1), 276-287. [in Thai]
- Kirk, R. (2008). *Statistics: An introduction* (5th ed.). Thomson.
- Rea, L. M., & Parker, R. A. (1992). *Designing and conducting survey research*. Jossey-Boss.
- Weiers, R. M. (2011). *Introduction to business statistics* (7th ed.). South-Western.
- Weiss, N. A. (2012). *Introductory statistics* (9th ed.). Addison-Wesley.



Name and Surname: Samroeng Kaiyawong

Highest Education: Doctor of Management, Sripatum University

Affiliation: Chaiyaphum Rajabhat University

Field of Expertise: Statistics, Economics, and Management