บทความวิชาการ

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

Linear Regression Analysis Primary Agreement's Test

พงษ์ศักดิ์ ซิมมอนด์ส[1]

บทคัดย่อ

บทความเรื่องการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิด หลักการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง เพื่อประโยชน์แก่ผู้เริ่มต้นใหม่ที่ต้องการเรียนเหลักการออกแบบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การ ถดถอยเชิงเส้นตรง ตั้งแต่วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระ คุณลักษณะและประเภทของตัวแปรที่จะนำมาใช้เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ตลอดจนการแปลผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย เชิงเส้นตรงแบบง่าย ซึ่งมีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว กับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง ซึ่งมีตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ทั้ง 2 ประเภทต่างก็เป็นการหาความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม อันจะนำไปสู่การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากตัวแปรอิสระ ซึ่งจะต้องมีการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยในการวิเคราะห์การถดถอยมีขั้นตอนหลักที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) ศึกษา ทบทวนแนวคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเลือกวิธีการคัดเสือกตัวแปรพยากรณ์เพื่อเข้าสู่ สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น 3) การดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย 4) การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย 5) การหาสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและ สัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐานเพื่อนำไปใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์ พร้อมกับหลักการแปลผลการวิเคราะห์

คำสำคัญ: การพิสูจน์ข้อตกลง; ข้อตกลงเบื้องต้น; การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

---

1 ผู้ช่วยสอนและวิจัย (TA,RA) หลักสูตร รป.ด. (การจัดการภาครัฐและภาคเอกชน) คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม E - mail: simmonds.p@rmu.ac.th

Abstract

This Linear Regression Analysis Primary Agreement's Test article aimed to provide the concepts and principles of the primary agreement's test methodology for linear regression to benefit new research beginners who would like to learn to design a research related to linear regression from choosing the factors, characteristics and types of factors used to specify the research conceptual framework and also to interpret the statistics meaning. The linear regression may be divided in 2 types which were : 1. Simple linear regression which has only one independent factor and 2. Multiple linear regression which has 2 independent factors or more. Both of regressions aimed to study the correlations and affection of the independent factor towards the dependent factor which will predict the changes of the dependent factor according to the correct primary agreement. The linear regression procedures were : 1) Literate reviewing 2) Choosing predictive factors in the regression equation 3) Test the primary agreements 4) Test the regression coefficient significant and 5) Find the regression coefficient of the unstandardized score and the standardized score to create the predictive equation and also interpreting principles of the SPSS analysis outputs.

Keywords: Agreement's Test; Primary Agreement; Linear Regression Analysis

บทนำ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหา ความสัมพันธ์ระหว่าง และอิทธิพลระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือในอีกชื่อหนึ่งคือ ตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ ตัวแปรพยากรณ์ (Predictor Variable) ซึ่ง การวิเคราะห์การถดถอย เป็นเทคนิคทางสถิติหนึ่งที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (สัญญา เคณาฎมิ. 2557 : 193) โดยเมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระแล้ว จะสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปสมการทำนาย ทั้งนี้ วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอยคือ ต้องการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ สัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน ตลอดจนค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2547 : 141, วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553 : 330) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงสามารถแบ่งได้ตามจำนวนของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรพยากรณ์ (Predictor Variable)

ที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ ดังนี้

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย (Simple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบและสร้างแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ จำนวน 1 ตัว และตัวแปร ตาม จำนวน 1 ตัว โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อที่จะอธิบายตัวแปรตามในรูปของฟังก์ชันตัวแปร อิสระ (วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553 : 308) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นหาอิทธิพลของตัวแปรอิสระ 1 ตัว ที่มีผลต่อตัวแปรตาม 1 ตัว โดยจะสามารถสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อพยากรณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่ เกิดจากอิทธิพลตัวแปรอิสระ ซึ่งสามารถดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง (Multiple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบและสร้างแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ จำนวนตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (x>2) และตัวแปรตาม จำนวน 1 ตัว (วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553 : 334) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ เพื่อที่จะอธิบายตัวแปรตามในรูปของฟังก์ชันตัวแปรอิสระเช่นเดียวกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นหาอิทธิพลของตัวแปรอิสระ >2 ตัว ที่มีผลต่อตัวแปรตาม 1 ตัว โดยจะสามารถสร้างสมการพหุคูณเพื่อพยากรณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลตัวแปรอิสระ ซึ่งสามารถดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระในแต่ละตัว โดยในบทความนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกที่เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดของการวิเคราะห์การถดถอย ประกอบด้วย กรอบแนวคิดที่มาของกรอบแนวคิด การเลือกใช้ตัวแปรข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ การถดถอยเชิงเส้นตรงและสถิติ และส่วนที่สองที่จะนำเสนอตัวอย่างการแปลผลการวิเคราะห์การถดถอย

การเลือกใช้ตัวแปรเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

ในการเลือกตัวแปรเพื่อใช้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยในงานการถดถอยเชิงเส้นตรง มีสิ่งที่ ต้องระวังนั่นคือ คุณลักษณะหรือระดับชั้นของตัวแปรที่จะกำหนดเข้าในกรอบแนวคิด เนื่องจากดังที่กล่าวแล้วว่า ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น จะอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปร ตามเป็นหลัก ‘ชงหมายความว่าลักษณะหรือระดับชั้นของตัวแปร ทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ควรจะอยู่ ในชั้นอันตรภาคขึ้นไป โดยตัวแปรอิสระบางตัว อาจเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มได้ แต่จำเป็นจะต้องทำการแปลง ข้อมูลให้อยู่ในรูปของตัวแปรเทียมหรือตัวแปร Dummy เสียก่อน (ซึ่งจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดในที่นี้) ในขณะที่ตัวแปรตามจะต้องเป็นข้อมูลที่อยู่ในชั้นอันตรภาคขึ้นไปเท่านั้น ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถวิเคราะห์ การถดถอยเชิงเส้นตรงได้ เนื่องจากไม่สามารถมีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้ดังนั้น ในการเลือกตัวแปรเพื่อใช้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยในงานการถดถอยเชิงเส้นตรงจำเป็นจะต้องคำนึง ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่เราเลือกมาเป็นตัวแปรกลุ่มหรือสามารถวัดให้เป็น อันตรภาคได้หรือไม่ ถึงแม้ว่าในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง ตัวแปรอิสระสามารถเป็นตัวแปรกลุ่มได้ (โดยการทำเป็น Dummy) แต่หากมีตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรกลุ่มมากเกินไป จะส่งผลต่อสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์

(R2) ของโมเดลที่เราใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะแปรผกผันกัน กล่าวคือ หากมีตัวแปรกลุ่ม เป็นจำนวนมาก สัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ (R2) จะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการพยากรณ์ต่ำ จึงควรระมัดระวังในการเลือกตัวแปรกลุ่มมาใช้เป็นตัวแปรอิสระในกรอบแนวคิดการถดถอยเชิงเส้นตรง

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือสิ่งที่เราจะทำการศึกษานั้น สามารถวัดเป็นอันตรภาคหรือ Scale ได้หรือไม่ (ตามนิยามของนักวิชาการ) เนื่องจากหากไม่สามารถวัดเป็นอันตรภาคหรือ Scale ได้จะส่งผลให้ตัวแปรตามมีลักษณะเป็นข้อมูลกลุ่ม อันจะเป็นการฝ่าฝืนข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป) เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น มี เงื่อนไขว่า ค่าความคลาดเคลื่อน (e) ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2544 : 61) แต่หากตัว แปรตาม (Y) ไม่ได้มีลักษณะข้อมูลที่เป็นช่วงหรืออันตรภาค จะเป็นไปไม่ได้ที่ค่าความคลาดเคลื่อน (e) จะมีการแจกแจงแบบเป็น ปกติ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อน (e) ไม่คงที่ จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นได้

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง เราจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงข้อตกลงเนื่องต้นของการ วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง เพื่อให้ได้คำตอบของการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังที่ได้กล่าวมาก่อน หน้านี้แล้ว โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงมีข้อตกลงที่ควรคำนึงถึง ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546 : 116, วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553 : 336 และRobert I. Kabacoff. 2008 : Online)

1. ข้อตกลงเกี่ยวกับระดับของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.1 ข้อตกลงเกี่ยวกับตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ดังที่ได้ กล่าวมาแล้วว่า ตัวแปรอิสระที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง คือ ตัวแปร อิสระที่สามารถจัดให้อยู่ในชั้นอันตรภาคได้ อย่างไรก็ตาม หากมีแนวคิด ทฤษฎี หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องมา รองรับในการใช้ตัวแปรกลุ่ม ก็สามารถนำตัวแปรกลุ่มมาใช้เป็นตัวแปรอิสระได้โดยมีข้อแม้ว่าจะต้อง ดำเนินการแปลงตัวแปรกลุ่มดังกล่าวให้เป็นตัวแปรเทียม หรือตัวแปรดัมมี่ (Dummy Variables) โดยการ กำหนดค่าให้เป็นตัวแปรย่อยที่เราต้องการให้เป็นตัวแปรย่อยหลัก มีค่าเป็น 1 ส่วนตัวแปรย่อยที่เหลือให้เป็นตัวแปรย่อยฐาน มีค่าเป็น 0 ทั้งนี้ ต้องคำนึงด้วยว่าหากมีตัวแปรกลุ่มเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้สัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ (R2) มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการพยากรณ์ต่ำ

1.2 ข้อตกลงเกี่ยวกับตัวแปรตาม (Dependent Variable) ที่จะใช้ในการวิเคราะห์นั้น จะต้องเป็นตัวแปรที่สามารถวัดค่าในระดับอันตรภาคหรือช่วงได้เท่านั้น เนื่องจากหากไม่สามารถวัดเป็นอันตรภาคหรือ Scale ได้จะส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อน (e) ไม่คงที่ และฝ่าฝืนข้อตกลงเกี่ยวกับความแปรปรวนของ ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

2. ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1 ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในการวิเคราะห์การถดถอย

เชิงเส้นตรงนั้นจะอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเป็นหลัก นั่นหมายความว่า ตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) จะต้องมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากหากไม่มีความสัมพันธ์กันแล้ว ย่อมแสดงถึงความเป็นอิสระระหว่างตัวแปร หรือความไม่เกี่ยวข้องกันระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามนั่นเอง และหากไม่มีความเกี่ยวข้องกันย่อมจะไม่สามารถนำไปพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ เนื่องจากตัวแปรอิสระไม่มีผลต่อตัวแปรตามนั่นเอง

2.2 ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรอิสระ (X) ข้อตกลงข้อนี้เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบการเกิดภาวะตัวแปรอิสระซ้ำซ้อนกันหรือภาวะ Multicollinearity ซึ่งหมายถึง ภาวะที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองอยู่ในระดับสูงมาก จนคาดว่าจะเป็นตัวแปรตัวเดียวกันหรือเป็นตัวแปรซ้ำซ้อน กัน ซึ่งในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น จะต้องไม่มีภาวะตัวแปรอิสระซ้ำซ้อนกันหรือภาวะ Multicollinearity เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรอิสระ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ตัวแปรอิสระจะต้องเป็นอิสระจากกัน หรืออาจมีความสัมพันธ์กันได้บ้าง แต่ จะต้องไม่มากเกินไปจนเกิดภาวะตัวแปรอิสระซ้ำซ้อนกันหรือภาวะ Multicollinearity หากมีตัวแปรอิสระเพียง 2 ตัว จะเรียกภาวะนี้ว่า ภาวะ Collinearity ไม่มี Multi - (การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย ซึ่งมีตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัว จะไม่มีภาวะนี้)

3. ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นเส้นตรง (Linearity) เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยเชิง เส้นตรงนั้น ไม่ได้ใช้ความสัมพันธ์แบบอื่น แต่จะอาศัยความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปร อิสระและตัวแปรตาม (จึงได้ชื่อเรียกว่า เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง) ดังนั้น ลักษณะความ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ตามข้อที่ 2.1 จะต้องเป็นความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงเท่านั้น

4. ข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร (Normality) ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น การแจกแจงของประชากรจะต้องเป็นแบบปกติ หรือมีความเป็น Normality กล่าวคือ ไม่มีการเบ้ของข้อมูลนั่นเอง

5. ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นความคงที่ของค่าความคลาดเคลื่อน (Homoscedasticity) ซึ่งหมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (e) มีความคงที่ทุกค่าสังเกต

วิธีการและสถิติที่ใช้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

ในการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจวิธีการและสถิติที่ใช้ในการทดสอบข้อตกลงเพื่อให้การทดสอบเป็นไปอย่างถูกต้อง อันจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ในการวิเคราะห์ โดยวิธีการและสถิติที่ใช้ในการทดสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงสามารถเรียงตามข้อตกลงตั้งแต่ข้อที่ 2 - 5 ได้ ดังนี้ (ข้อตกลงข้อที่ 1 สามารถตรวจสอบได้โดยอิงจากลักษณะตัวแปรและลักษณะการให้ค่าคะแนนของเครื่องมือจึงไม่ต้องใช้สถิติในการทดสอบ)

1. ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.1 ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y)

สามารถทดสอบได้โดยการใช้ คำสั่ง Part and Partial Correlations ซึ่งเป็นคำสั่งย่อยที่ปรากฏอยู่ใน Linear Regression : Statistics (ไม่ต้องไปทดสอบด้วยความสัมพันธ์ของเพียร์สันให้เป็นตารางแยกต่างหาก) โดยค่าความสัมพันธ์ Correlations ที่จะได้รับจะประกอบด้วยค่า Zero order, Partial และPart โดยค่าหลักที่จะใช้ในการดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามนั้น จะใช้ค่า Zero order เป็นหลัก (เนื่องจากเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามทั้งหมดไม่ใช่แค่บางส่วน เหมือน Partial หรือ Part) โดยมีรายละเอียดของแต่ละค่า ดังนี้

1) Zero order หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) แต่ละตัว โดยไม่ได้ควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆ ซึ่งสามารถแปลค่าความสัมพันธ์ได้โดยใช้หลักเกณฑ์การแปลเช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) แต่ละตัว จะต้องมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Sig. ≤ .05) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) แต่ละตัว ≥ (-) / (+) 0.21 ขึ้นไป จึงจะถือว่า ตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) มีความสัมพันธ์กันพอที่จะเข้าสู่การวิเคราะห์การถดถอยได้

2) Partial หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) แต่ละตัว โดยได้ควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่อาจจะสัมพันธ์กับตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระแต่ละตัว

3) Part หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตาม (Y) กับตัวแปรอิสระ (X) แต่ละตัว โดยได้ควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่อาจจะสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระแต่ละตัว

1.2 ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งเป็นการตรวจสอบการเกิดภาวะ Multicollinearity สามารถตรวจสอบได้ ดังนี้

1) ตรวจสอบโดยการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Inflation Factors) หรือ ค่า VIF ซึ่งเป็นคำสั่งย่อยที่ปรากฏอยู่ใน Linear Regression : Statistics เลือก Collinearity diagnostic (ไม่ต้องไปทดสอบด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันให้เป็นตารางแยกต่างหาก) โดยเกณฑ์ในการพิจารณาการเกิดภาวะ Multicollinearity นั้น ให้พิจารณาตัวแปรที่มีค่า VIF 10 โดยหากพบว่ามีตัวแปรอิสระที่มีค่า VIF ≥ 10 ให้ถือว่า ตัวแปรอิสระนั้นเกิดภาวะ Multicollinearity ซึ่งจะต้องดำเนินการตัดตัวแปรอิสระนั้นออกจากสมการพยากรณ์ ซึ่งหากตัวแปร ≥ 2 ตัว มีภาวะ Multicollinearity ที่เท่ากัน (มีค่า VIF เท่ากัน) ให้พิจารณาตัดตัวแปรที่มีค่า S.E. มากที่สุดออกก่อน และเหลือตัวแปรที่มีค่า S.E. น้อยที่สุดไว้ในสมการ

ตัวอย่าง 1 :

ตัวแปร X1 มี VIF = 12.048, S.E. = 1.34
ตัวแปร X2 มี VIF = 11.021, S.E. = 0.74
ตัวแปร X3 มี VIF = 1.008, S.E. = 0.35

จากตัวอย่างที่ 1 จะเห็นได้ว่า ตัวแปร X1 - X3 มีตัวแปรจำนวน 2 ตัวที่เกิดภาวะ Multicollinearity (ได้แก่ X1 และ X2) โดยตัวแปรทั้ง 2 ตัวมีค่า VIF ไม่เท่ากัน ในกรณีนี้ การเกิดภาวะ Multicollinearity จึงไม่ใช่การเกิดระหว่างตัวแปร

X1 และ X2 (แต่อาจเกิดจากตัวแปรคู่อื่นๆ) ในกรณีนี้ จึงต้องทำการตัดตัวแปรทั้ง X1 และ X2 ออกจากสมการถดถอย

ตัวอย่าง 2 :

ตัวแปร X1 มี VIF = 12.048, S.E. = 1.34
ตัวแปร X2 มี VIF = 12.048, S.E. = 0.78
ตัวแปร X3 มี VIF = 12.048, S.E. = 0.65

จากตัวอย่างที่ 2 จะเห็นได้ว่า ตัวแปร X1 - X3 มีตัวแปรจำนวน 3 ตัวที่เกิดภาวะ Multicollinearity (ได้แก่ X1, X2 และ X3) โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวมีค่า VIF เท่ากัน ในกรณีนี้ การเกิดภาวะ Multicollinearity จึงเป็นการเกิดระหว่างตัวแปร X1, X2 และ X3 จะดำเนินการตัดตัวแปรที่มีค่า S.E. มากที่สุดออกก่อน และเหลือตัวแปรที่มีค่า S.E. น้อยที่สุดไว้ในสมการ ซึ่งในกรณีตัวอย่างที่ 2 นี้ เราจะทำการ ตัดตัวแปร X1 และ X2 ออกก่อนเนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุด (S.E. = 1.34 และ S.E. = 0.78 ตามลำดับ) และคงเหลือตัวแปร X3 ไว้ในสมการ เนื่องจากตัวแปรที่เกิดภาวะ Multicollinearity ได้รับการตัดออกจากสมการแล้ว

2) ตรวจสอบโดยการดูค่า Tolerence ประกอบกับค่า VIF โดยค่า Tolerence จะแปรผกผันกับค่า VIF เสมอ โดยค่า Tolerence จะมีค่าตั้งแต่ 0 - 1 ซึ่งหากค่า Tolerence เข้าใกล้ 1 แสดงว่า ตัวแปรเป็นอิสระจากกัน แต่หากเข้าใกล้ 0 แสดงว่าเกิดภาวะ Multicollinearity

2. ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นเส้นตรง (Linearity) สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ โดยการใช้ F - test ANOVA ในการทดสอบ ซึ่งหากผลการทดสอบพบว่า นัยสำคัญทางสถิติของความเป็นเส้นตรง (Linearity) ≤ 0.05 แสดงว่ามีความเป็นเส้นตรง

3. ข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร (Normality) สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ โดยการใช้ Kolmogorov - Smirnov Test ในกรณีที่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร แต่หากไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร จะใช้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน หรือใช้ Shapiro - Wilk Test ก็ได้ แต่กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 50 และจะให้ความน่าจะเป็นในการทดสอบน้อยกว่า Kolmogorov - Smirnov Test โดยหาก ผลการทดสอบพบว่า นัยสำคัญทางสถิติ > 0.05 แสดงว่า การแจกแจงของประชากรเป็นปกติ

4. ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็น Homoscedasticity สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ Non - constant Variance Score Test หรือ ใช้ Box's Test of Equality ซึ่งหากผลการทดสอบพบว่า นัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวน > 0.05 แสดงว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีความคงที่ทุกค่าสังเกต

เหตุผลในการใช้ข้อตกลงในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงที่ผ่านมา มักจะพบว่า การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นตามข้อ 1. นั้น โดยทั่วไปนิยมใช้เมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และทดสอบภาวะ Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ ซึ่งตามความคิดเห็นของ

ผู้เขียนแล้วเห็นว่ายังไม่ค่อยเหมาะสมนัก ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1) หากใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในการตรวจสอบภาวะ Multicollinearity สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันจะดำเนินการทดสอบเป็นรายคู่ตามจำนวนตัวแปรอิสระ ซึ่งหากพบภาวะ Multicollinearity จะพบเป็นรายคู่ ซึ่งยากแก่การดำเนินการตัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่ง เนื่องจากไม่สามารถบอกได้ว่าตัวแปรคู่ที่เกิดภาวะ Multicollinearity เป็นผลมาจากตัวแปรตัวใดในรายคู่นั้นๆ แต่หากใช้ตรวจสอบโดยการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (VIF) และการดูค่า Tolerence ประกอบ จะสามารถบอกการเกิดภาวะ Multicollinearity เฉพาะของตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการพิจารณาตัดตัวแปรอิสระนั้นๆ ออกจากสมการ

2) หากใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันในการตรวจสอบภาวะ Multicollinearity จะไม่สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่เป็นกลุ่มได้ เนื่องจากฝ่าฝืนต่อข้อตกลงของการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ตัวแปรที่จะใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สันได้จะต้องเป็นช่วง/อัตรภาคขึ้นไปเท่านั้น อีกทั้งไม่รองรับตัวแปร Dummy) ซึ่งหากงานวิจัยที่วิเคราะห์การถดถอยมีตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรกลุ่มอยู่ด้วยจะไม่สามารถตรวจสอบภาวะ Multicollinearity ระหว่างตัวแปรได้ แต่หากใช้ตรวจสอบโดยการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน (VIF) และการดูค่า Tolerence ประกอบ จะสามารถทำได้ เนื่องจากสมการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นสามารถรองรับตัวแปรกลุ่มที่แปลงเป็นตัวแปร Dummy แล้ว

3) เป็นการวิเคราะห์โดยใช้สถิตินอกจากที่อยู่ใน Statistics ของ Linear Regression ซึ่งไม่จำเป็น เพราะ Statistics ของ Linear Regression สามารถวิเคราะห์ Correlations (R) ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ได้ตามข้อที่ 1.1 พร้อมกับบอกผลของ Correlations (R) ในตาราง Coefficient ได้ทันทีโดยที่ไม่ต้องนำตัวแปรเข้าสู่การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (หมายถึงสามารถใช้ตารางเดียวกันได้เลย โดยที่ไม่ต้องเพิ่มตารางสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อดูความสัมพันธ์ (R) ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) และภาวะ Multicollinearity)

4) ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงที่ผ่านมายังพบว่า ส่วนใหญ่จะละเลยข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นเส้นตรง ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น เป็นเทคนิคทางสถิติอาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ ซึ่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันไม่สามารถตรวจสอบข้อตกลงดังกล่าวนี้ได้ แต่สามารถทดสอบได้โดยการใช้ Linearity ใน ANOVA

5) ข้อตกลงข้อที่ 3 - 4 นั้น เป็นการทดสอบพื้นฐานที่สำคัญเช่นกัน เนื่องจากการแจกแจงของประชากรและความเป็น Homoscedasticity เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การวิเคราะห์การถดถอยได้รับคำตอบที่ชัดเจน และถูกต้องตามหลักการของสถิติ แต่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงที่ผ่านมายังพบว่า ส่วนใหญ่จะละเลยข้อตกลง 3 - 4 เช่นกัน

นอกจากนี้ ส่วนใหญ่แล้วมีการดำเนินการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเพียงไม่กี่ข้อ โดยส่วนใหญ่จะดำเนินการทดสอบเพียงแค่ ข้อ 1 คือ ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม กับตรวจสอบภาวะ Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระเท่านั้น ซึ่งผู้เขียนเห็นว่ายังไม่ถูกต้อง ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงนั้นเป็นเทคนิคทางสถิติอาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ และต้องอิงความแปรปรวนของประชากรเช่นกัน ดังนั้น ข้อตกลงทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วจึงเป็นข้อตกลงที่มีความสำคัญต่อผลการวิจัยที่ต้องการความชัดเจนและความถูกต้องตามหลักการของสถิติ

การคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์

วิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เพื่อเข้าสู่สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน (ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายจะมีเพียง 1 วิธี คือ Enter Method เนื่องจากมีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว) ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อแตกต่างกันไป (วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553 : 344 - 345) ดังนี้

1. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบคัดเลือกเข้า (Enter Method)
2. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบเดินหน้า (Forward Method)
3. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบถอยหลัง (Backward Method)
4. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบขั้นบันได (Stepwise Method)
5. การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนระดับลดหลั่น (Hierarchical Stepwise Method)

1. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบคัดเลือกเข้า (Enter Method) วิธีนี้เป็นการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยว่าจะคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ใดบ้างเข้าสมการ เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์มาศึกษา ค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์ และทดสอบภาวะ Multicollinearity ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกัน โดยมีหลักสำคัญอยู่ว่า ควรคัดเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมากๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์มีค่าสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig ≤ 0.05) ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วใน ข้อ 1.1 (ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ขณะเดียวกันค่า VIF ของตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวควรมีค่าน้อยหรือไม่มีเลย (เป็นอิสระจากกัน VIF = 0, หรือไม่เกิน 10) โดยเมื่อคัดเลือกแล้วจะใช้ตัวแปรพยากรณ์ทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์พร้อมๆ กันทุกตัวแปรเข้าสมการหมด วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดสำหรับมือใหม่ที่เริ่มต้นใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

2. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบก้าวหน้า (Forward Method) วิธีนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรสูงที่สุดเข้าสมการก่อน ส่วนตัวแปรที่เหลือจะมีการคำนวณหาสหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เฉพาะตัวแปรที่

เหลือตัวนั้นกับตัวแปรตาม โดยขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ออก ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig ≤ 0.05) ก็จะนำเข้าสมการต่อไป ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าสหสัมพันธ์แยกส่วนระหว่างตัวแปรอิสระที่ไม่ได้นำเข้าสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (Sig ≥ 0.05) ก็จะหยุดคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

3. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบถอยหลัง (Backward Method) วิธีนี้เป็นวิธีที่ตรงกันข้ามกับแบบก้าวหน้า โดยจะเป็นการนำตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมดเข้าสมการ จากนั้นค่อยๆ ขจัดตัวแปรพยากรณ์ออกทีละตัว โดยจะหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรพยากรณ์อื่นๆ ออกแล้ว โดยการใช้สหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation) หากทดสอบค่าสหสัมพันธ์แล้วพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig ≥ 0.05) ก็จะขจัดออกจากสมการ แล้วดำเนินการทดสอบตัวแปรที่เหลืออยู่ในสมการต่อไป จนกระทั่งสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวกับตัวแปรตามเมื่อตัวแปรพยากรณ์อื่นๆ ออกแล้ว พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig ≤ 0.05) ก็จะหยุดคัดเลือกและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

4. การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบขั้นบันได (Stepwise Method) วิธีนี้ เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีแบบก้าวหน้า และวิธีแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน โดยในขั้นแรกจะคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดเข้าสมการก่อน จากนั้นก็จะทดสอบตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการว่าจะมีตัวแปรพยากรณ์ตัวใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่ในสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า และขณะเดียวกันก็จะทดสอบตัวแปรที่อยู่ในสมการด้วยการคัดเลือกแบบถอยหลัง โดยจะคัดเลือกผสมทั้งสองวิธีนี้ในทุกขั้นตอนจนไม่มีตัวแปรใดที่ถูกคัดออกจากสมการ และไม่มีตัวแปรใดที่จะถูกนำเข้าสมการ กระบวนการก็จะยุติลงและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

5. การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนระดับลดหลั่น (Hierarchical Stepwise Method) วิธีนี้ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรเทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้กันมากเพราะมีการจำแนกกลุ่มของตัวแปรอิสระเป็นกลุ่มๆ แล้วศึกษาวิเคราะห์ว่าแต่ละกลุ่มมีผลต่อตัวแปรตามหรือไม่ เมื่อมีตัว แปรอีกกลุ่มหนึ่งเพิ่มเข้ามาในการวิเคราะห์ โดยจะมีตัวแปรอิสระจำนวนหนึ่งที่แบ่งออกเป็นชุดๆ แต่ละชุดอาจมีจำนวนตัวแปรไม่เท่ากันได้ ซึ่งหากตัวแปรในแต่ละชุดเป็นตัวแปรในเรื่องเดียวกันในชั้นต่อมาต้องตัดสินใจว่าต้องการจะเอาตัวแปรอิสระชุดใดเข้าไปก่อน ชุดใดเข้าไปเป็นชุดที่สองรวมกับชุดแรก และชุดใดเป็นชุดสุดท้ายที่จะเข้าไปรวมกับชุดอื่นๆ ที่ได้เข้าไปแล้ว ซึ่งมีเงื่อนไขของการวิเคราะห์คือ 1) ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือ มีการวัดระดับช่วงหรืออัตราส่วน และ2) ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และมีการวัดระดับช่วงหรืออัตราส่วน หรือมีค่าเป็น 1,0

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง

จากหลักการและแนวคิดของการวิเคราะห์การถดถอยดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สามารถสรุปขั้นตอน - กระบวนการในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงได้ ดังนี้ (ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง)

1. ศึกษาทบทวนแนวคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปถึงตัวแปรต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผล - อิทธิพลต่องานที่ศึกษา

2. เลือกวิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เพื่อเข้าสู่สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

3. ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย

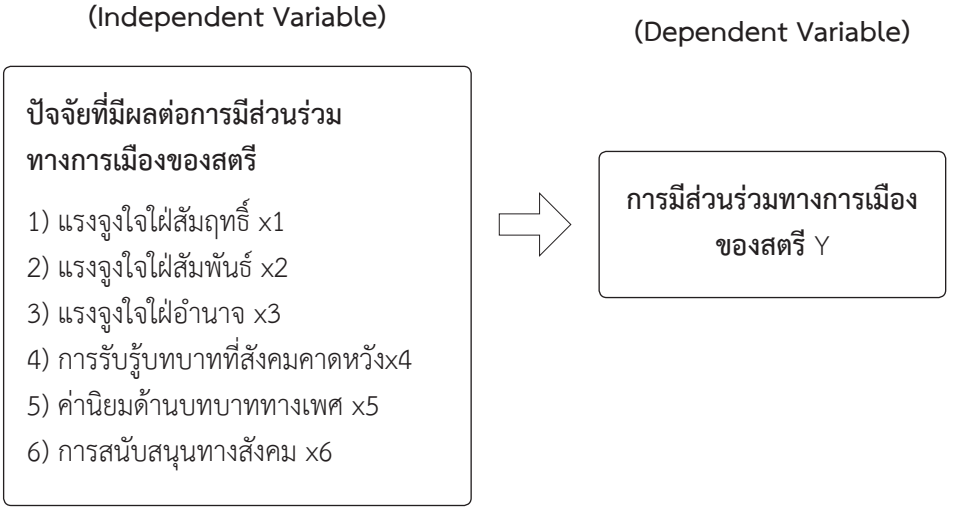
4. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรพยากรณ์สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้หรือไม่ ด้วยสถิติ t

5. หาน้ำหนักของสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบ (B) และน้ำหนักของสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta) เพื่อนำไปใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์ และเปรียบเทียบว่าตัวแปรพยากรณ์ตัวใด พยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้ดีกว่า

ตัวอย่างการแปลผลการวิเคราะห์การถดถอยจากตัวอย่างงานวิจัย

ในขั้นตอนนำเสนอการแปลผลการวิเคราะห์การถดถอยนี้ เป็นการนำเสนอตัวอย่างงานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรี ซึ่งได้ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง ซึ่งจะดำเนินการตามขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทบทวนแนวคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปถึงตัวแปรต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผล - อิทธิพลต่องานที่ศึกษา (ในที่นี้คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรี) เพื่อกำหนดตัวแปรที่จะใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย



จากกรอบแนวคิดจะเห็นได้ว่า มีตัวแปรที่ (คาดว่าจะ) มีผลต่อการมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรีที่ได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ มา สามารถสรุปได้ว่ามีจำนวน 6 ตัวแปร X1 - X6

ขั้นตอนที่ 2 เลือกวิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เพื่อเข้าสู่สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ในตัวอย่างนี้ จะดำเนินการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เพื่อเข้าสู่สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบคัดเลือกเข้า (Enter Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสำหรับมือใหม่ที่เริ่มต้นใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง โดยใช้คำสั่งใน SPSS ดังนี้ Analyze Regression Linear โดยในช่อง Method ให้เลือก Enter

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย

1) ข้อตกลงเกี่ยวกับตัวแปรอิสระ ในขั้นตอนนี้ สามารถตรวจสอบได้โดยการดูคุณลักษณะตัวแปรอิสระ และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรอิสระ โดยเมื่อตรวจสอบแล้วพบว่า ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 6 ตัวแปร อยู่ในมาตรวัดอันตรภาคชั้น (Interval) คือ 1) ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 2) ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ 3) ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่อำนาจ 4) ตัวแปรการรับรู้บทบาทที่สังคมคาดหวัง 5) ตัวแปรบทบาททางเพศ 6) ตัวแปรการสนับสนุนทางสังคม และไม่มีตัวแปรเชิงกลุ่มจึงไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ต้องแปลงให้เป็นตัวแปร Dummy เป็นไปตามข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

2) ข้อตกลงเกี่ยวกับตัวแปรตาม ตรวจสอบได้เช่นเดียวกับตัวแปรอิสระ โดยเมื่อตรวจสอบแล้วพบว่า ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัย (การมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรี) อยู่ในมาตรวัดอันตรภาคชั้น (Interval) ทั้งหมด จึงเป็นไปตามข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

3) ข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร (Normality) ทดสอบโดยการใช้ Kolmogorov - Smirnov Test ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

Test Statistics

	score
Most Extreme Absolute Differences Positive	.500
	.000
Negative	- .500
Kolmogorov - Smirnov Z	1.118
Asymp. Sig. (2 - tailed)	.164

a. Grouping Variable: group

ตารางที่ 1 แสดงการทดสอบการแจกแจงของประชากร (Normality) โดยการใช้ Kolmogorov - Smirnov Test

จากการทดสอบการแจกแจงของประชากรในตารางที่ 1 พบว่า มีนัยสำคัญของการทดสอบ Sig. = 0.164 และ Kolmogorov - Smirnov test มีค่าเท่ากับ 1.118 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ (Sig. > 0.05) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแจกแจงของประชากรมีความเป็นปกติ (Normality) เป็นไปตามข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

4) ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็น Homoscedasticity ทดสอบโดยการใช้ Box's Test of Equality ได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 2

Box's Test of Equality of Covariance Matrices (a)

Box's M	9.959
F	1.482
df1	6
df2	18168.92
	3
Sig.	.180

a Design: Intercept+Particip

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบความเป็น omoscedasticity โดยการใช้ Box's Test of Equality

จากการทดสอบความเป็น Homo-scedasticity โดยการใช้ Box's Test of Equality พบว่า มีนัยสำคัญของการทดสอบ Sig. = 0.180 และ F = 1.482 ซึ่งมากกว่านัยสำคัญที่กำหนดไว้ (Sig. > 0.05) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ในทุกค่าการสังเกต

5) ข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นเส้นตรง (Linearity) ทดสอบโดยการใช้ ANOVA ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3

ANOVA Table

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
x * y Between (Combined)	12.500	4	3.125	1.786	.208
Groups	12.228	1	12.228	6.988	.025
Linearity	.272	3	.091	.052	.984
Deviation from Linearity	17.500	10	1.750		
Within Groups	30.000	14			
Total					

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบเกี่ยวกับความเป็นเส้นตรง (Linearity) โดยการใช้ ANOVA

จากการทดสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) พบว่า ค่า F มีค่า 6.988 มีนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05 (Sig = 0.25) แสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) มีความเป็นเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นไปตามข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

6) - 7) ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรอิสระ (X) โดยการทดสอบภาวะ Multicollinearity โดยการใช้ Variance Inflation Factors และ Tolerence และ**ข้อตกลงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y)** ทดสอบโดยการใช้ Correlation (R) ซึ่งสามารถใช้คำสั่ง

ในโปรแกรม SPSS ดังนี้ Analyze Regression Linear แล้วเลือกตัวแปรตามไปไว้ในช่อง Dependent และนำตัวแปรอิสระไปไว้ในช่อง Independent จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Statistics เลือก Collinearity, Model fit, Correlations, R squared change และEstimates จากนั้น คลิก Continue กลับมาที่ หน้าต่าง Regression Linear คลิกที่ Option คลิกที่ Use Probability of F และกำหนด Entry = .05 จากนั้น คลิก Continue กลับมาที่ หน้าต่าง Regression Linear คลิกที่ OK จะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4

Coefficient

ตัวแปรอิสระ (X)	B	S.E.	Beta	t	Correlation	P - Value	Multicollinearity	
							VIF	Tolerence
(a)	9.55	.85	-	11.15		.00		
MAcc	.31	.04	.29	7.68	.46*	.00*	1.09	.765
MRelat	.91	.10	.34	8.86	.65*	.00*	3.08	.418
MPower	.79	.04	.61	16.40	.76*	.00*	3.24	.397
SoEx	.06	.05	.05	1.06	.14*	.28	2.63	.634
SxRl	.16	.10	.06	1.28	.20*	.20	1.69	.721
SoSup	.02	.05	.01	.48	.28*	.62	1.42	.708

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบภาวะ Multicollinearity โดยการใช้ VIF และ Tolerence และการทดสอบ Correlation (R) ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y)

จากตารางที่ 4 อธิบายได้ดังนี้

[1] เป็นการทดสอบภาวะ Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรอิสระ (X) โดยพบว่า ตัวแปรอิสระ (X1 - X6) ไม่มีปัญหาภาวะ Multicollinearity ระหว่างกัน โดยดูได้จากค่า VIF ที่พบว่าไม่มีตัวแปรใด ≥ 10 และค่า Tolerence ที่ไม่เข้าใกล้ 0

[2] เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ทดสอบโดยการใช้ Correlation (R) ซึ่งพบว่า ตัวแปรอิสระ (X1 - X6) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (Y : การมีส่วนร่วมทางการเมือง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นไปตามข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง โดยค่าระดับความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากค่า Correlation Coefficient (r) มีเกณฑ์วัดระดับความสัมพันธ์ ดังนี้ (พงษ์ศักดิ์ ซิมมอนด์ส. 2557 : 245)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
(-) 1.00 - (-) 0.70	สูง
(-) 0.60 - (-) 0.40	ปานกลาง
(-) 0.30 - (-) 0.10	ต่ำ
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์
0.10 - 0.30	ต่ำ
0.40 - 0.60	ปานกลาง
0.70 - 1.00	สูง

ตารางที่ 5 แสดงระดับความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย (ทดสอบสมมติฐาน) ด้วยสถิติ t โดยการใช้คำสั่งในโปรแกรม SPSS ดังนี้ Analyze ⟶ Regression ⟶ Linear แล้วเลือกตัวแปรตามไปไว้ในช่อง Dependent และนำตัวแปรอิสระไปไว้ในช่อง Independent จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Statistics เลือก Collinearity, Model fit, Correlations, R squared change และEstimates จากนั้น คลิก Continue กลับมาที่หน้าต่าง Regression Linear คลิกที่ Option คลิกที่ Use Probability of F และกำหนด Entry = .05 จากนั้น คลิก Continue กลับมาที่ หน้าต่าง Regression Linear คลิกที่ OK จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 6 - 9

Variables Entered/Removedb

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X1, X2, X3, X4,X5, X6a	-	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable : Y

ตารางที่ 6 แสดง วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการวิเคราะห์การถดถอย

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงวิธีการที่ใช้คัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการวิเคราะห์การถดถอย โดยในครั้งนี้ ได้เลือกใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระทั้งหมดเข้าสมการในครั้งเดียว (Enter Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจที่สุดสำหรับผู้ที่เริ่มต้นใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

Model Summary

Model	R	R Square	Std. Error of the estimate
1	.830[a]	.701	.85

a. Predictors : (Constant), X1, X2, X3, X4, X5, X6

ตารางที่ 7 แสดง Model Summary ของสมการที่จะใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย

จากตารางที่ 7 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

[1] ค่า R แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมด (X1 - X6) ว่ามีความสัมพันธ์

กับตัวแปรตามอย่างไร โดยในตารางที่ 6 นี้ สามารถแปลได้ว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด (X1 - X6) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในระดับสูง โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกัน (ค่า R มีค่าเป็น +)

[2] ค่า R Square หรือ R2 แสดงถึงสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ของสมการนี้ หรือประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดที่อยู่ในสมการ ซึ่งแปลได้ว่า หากใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ (X1 - X6) จะสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ถูกต้อง ร้อยละ 70.10

ANOVA[b]

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	587.987	4	146.997	37.458	.000[a]
Residual	39.246	10	3.924		
Total	627.229	14			

a. Predictors : (Constant), X1, X2, X3, X4, X5, X6

b. Dependent Variable : Y

ตารางที่ 8 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างแปรอิสระทั้งหมดกับตัวแปรตามที่จะใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่า ค่า F = 37.458 และมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .00 (Sig. = .000) ซึ่งสามารถแปลได้ว่า มีตัวแปรอิสระ (X) อย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับ Y

Coefficient

ตัวแปรอิสระ (X)	B	S.E.	Beta	t	Correlation	P - Value	Multicollinearity	
							VIF	Toler-ence
(a)	9.55	.85	-	11.15		.00		
MAcc	.31	.04	.29	7.68	.46*	.00*	1.09	.765
MRelat	.91	.10	.34	8.86	.65*	.00* .00*	3.08	.418
MPower	.79	.04	.61	16.40	.76*	.28	3.24	.397
SoEx	.06	.05	.05	1.06	.14*	.20	2.63	.634
SxRl	.16	.10	.06	1.28	.20*	.62	1.69	.721
SoSup	.02	.05	.01	.48	.28*		1.42	.708

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างแปรอิสระทั้งหมดกับตัวแปรตาม

จากตารางที่ 9 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

[1] P - Value หมายถึง นัยสำคัญทางสถิติของการวิเคราะห์การถดถอย โดยหากมีค่า ≤ 0.05 (Sig ≤ 0.05) จะหมายถึงมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถแปลได้ว่า ตัวแปรอิสระตัวนั้นมีผลหรือมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม โดยหากพิจารณาจากตารางที่ 9 จะพบว่า มีตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวที่มีนัยสำคัญทาง

สถิติ (Sig = 0.00, 0.00, 0.00 ตามลำดับ) ซึ่งสามารถแปลได้ว่า ตัวแปร MAcc, ตัวแปร MRelat และตัวแปร MPower มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (การมีส่วนร่วมการเมืองฯ)

[2] B หมายถึง สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามในรูปคะแนนดิบ โดย a หมายถึง ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ ทั้งนี้จากตารางที่ 9 สามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปร MAcc, ตัวแปร MRelat และตัวแปร MPower มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (การมีส่วนร่วมการเมืองฯ) โดยหากตัวแปร MAcc เปลี่ยนแปลงไป (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน (ดูได้จากค่า Correlation (R) 0.31 หน่วย, หากตัวแปร MRelat เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน 0.91 หน่วย และหากตัวแปร MPower เปลี่ยนแปลงไป (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน 0.79 หน่วย โดยการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรตามนี้ เป็นการถดถอยในรูปคะแนนดิบ ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยของตัวแปรอิสระทั้งหมดในรูปคะแนนดิบได้ ดังนี้

สมการถดถอยในรูปคะแนนดิบ คือ Y = a +b1 (x1) + b2 (x2) + b3 (x3) +....+b6 (x6)

แทนค่าในสูตร Y = 9.55 +.31X1+.91X2+ .79X3 + .06X4 + .16X5+.02X7

เมื่อ Y = การมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรี

[3] S.E. (Standard Error) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วย ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าคงที่และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

[4] Beta หมายถึง สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามในรูปคะแนนมาตรฐาน ที่ผ่านการปรับแก้จากค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Standard Error) ซึ่งมีลักษณะการใช้เช่นเดียวกับ ค่า B เพียงแต่จะไม่มีการนำค่าคงที่ (a หรือ Constant) มาใช้ในสมการ เนื่องจากผ่านการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแล้ว ซึ่งจากตารางที่ 9 สามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปร MAcc, ตัวแปร MRelat และตัวแปร MPower มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (การมีส่วนร่วมการเมืองฯ) โดยหากตัวแปร MAcc เปลี่ยนแปลงไป (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน (ดูได้จากค่า Correlation (R) 0.29 หน่วย, หากตัวแปร MRelat เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน 0.34 หน่วย และหากตัวแปร MPower เปลี่ยนแปลงไป (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) 1 หน่วย จะส่งผลให้การมีส่วนร่วมการเมืองฯ เปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน 0.61 หน่วย โดยการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรตามนี้ เป็นการถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยของตัวแปรอิสระทั้งหมดในรูปคะแนนดิบได้ ดังนี้

สมการถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ Z = β1Z1+ β2Z2+ β3Z3+.....+ β6Z6

แทนค่าในสูตร Z = .29Z1+ .34Z2 + .61Z3 + .05Z4 + .06Z5 + .01Z6

เมื่อ Z = การมีส่วนร่วมทางการเมืองของสตรี

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ปิยากร หวังมหาพร รองผู้อำนวยการหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ สุทธิศัย ประธานสาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ (การจัดการภาครัฐและภาคเอกชน ที่ได้อนุเคราะห์โอกาสและให้คำปรึกษาแนวทางการเขียนเพื่อพัฒนาศักยภาพทางวิชาการแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2542). การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2544). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2547). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

พงษ์ศักดิ์ ซิมมอนด์ส. (2557). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทความผิดส่งผลต่อทัศนคติเกี่ยวกับแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงของผู้ต้องขังเรือนจำจังหวัดมหาสารคาม และแนวทางการปลูกฝังแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงให้แก่ผู้ต้องขังเรือนจำจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ รป.ม มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2553). สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2545). การวิเคราะห์การถดถอยพหุ (MRA) และการวิเคราะห์เส้นทาง (PA). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สัญญา เคณาภูมิ. (2557). การสร้างกรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปริมาณทางรัฐประศาสนศาสตร์จากการทบทวนวรรณกรรม. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

_____. (2555) หลักการและการเขียนงานวิจัยทางรัฐประศาสนศาตร์. วิทยาลัยการเมืองและการปกครอง มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

Robert I. Kabacoff. (2008). Multiple (Linear) Regression. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2558, จาก http://statmathods.net/stats/regression.html.

Robert I. Kabacoff. (2008). Regression Diagnostics. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2558, จาก http://statmathods.net/stats/regression.html.