



การแปลงข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในประเทศไทย: กรณีศึกษาประเทศ อาเซียน

Transformations Foreign Direct Investment Data in Thailand: Case Study of ASEAN Countries

ลัคนา วัฒนชะวีวะกุล

Lakhana Watthanacheewakul

สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

Program in Statistics, Faculty of Science, Maejo University, Nonghan, Sansai, Chiang Mai 50290, THAILAND

*Corresponding author e-mail: lakhanaw@yahoo.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 28 May, 2020

Revised: 13 July, 2020

Accepted: 10 August, 2020

Available online: 20 October, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.22

Keywords: Box-Cox

transformation, exponential transformation, Yeo-Johnson transformation, coefficient of skewness, normally distributed

Foreign direct investment (FDI) data in Thailand of the countries in Asian (12 months) are symmetry, left-skewed or right-skewed. The normally distributed data are an important assumption in the statistical analysis methods. If the data do not correspond with the assumption, data transformation will be used. The objective of this research is to compare six transformation methods: square root transformation, logarithm base ten transformation, inverse transformation, Box-Cox transformation, Exponential transformation, and Yeo-Johnson transformation. The results reveal that square root transformation can transform FDI data of Laos and Myanmar to symmetry and normally distributed data. Logarithm base ten transformation can transform FDI data of Cambodia and Myanmar to symmetry and normally distributed data. Inverse transformation can transform FDI data of Vietnam to near symmetry and normally distributed data. Box-Cox transformation can transform FDI data of Cambodia Laos Myanmar Vietnam and Singapore to symmetry and normally distributed data. Exponential transformation can transform FDI data of Cambodia Laos and Myanmar to symmetry and normally

distributed data. Yeo-Johnson transformation can transform FDI data of Cambodia Laos Myanmar and Singapore to symmetry and normally distributed data. Reflect technique can adjust left-skewed data to right-skewed data. If data are both negative and positive value, they should be adjusted to the positive value before transforming data.

บทคัดย่อ

ข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยของประเทศในกลุ่มอาเซียน (ระยะ 12 เดือน) มีทั้งสมมาตร เบ้ขวา หรือเบ้ซ้าย วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติมีข้อสมมติที่สำคัญคือข้อมูลมีการแจกแจงปกติ หากข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงปกติ การแปลงข้อมูลจะถูกนำมาใช้ โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแปลงทั้ง 6 วิธี ได้แก่ การถอตรงที่สอง การใช้ลอการิทึมฐานสิบ การใช้ส่วนกลับ การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของยอ-จอห์นสัน ผลจากการวิจัย ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า วิธีการแปลงโดยการถอตรงที่สองสามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศลาว และประเทศเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงโดยใช้ลอการิทึมฐานสิบสามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา และประเทศเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงโดยใช้ส่วนกลับสามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเวียดนาม ให้ใกล้เคียงความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ประเทศลาว ประเทศเมียนมาร์ ประเทศเวียดนาม และประเทศสิงคโปร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงเลขชี้กำลัง สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ประเทศลาว และประเทศเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ และวิธีการแปลงของยอ-จอห์นสัน สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ประเทศลาว ประเทศเมียนมาร์ และประเทศสิงคโปร์ ให้มีความ

สมมาตรและการแจกแจงปกติ การใช้เทคนิคการสะท้อนกลับจะทำให้ข้อมูลเบ้ซ้ายเปลี่ยนเป็นขวา ในกรณีที่ข้อมูลมีค่าบวกและลบผสมกันปรับค่าให้เป็นบวกทั้งหมดแล้วจึงแปลงข้อมูล

คำสำคัญ: การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง การแปลงของยอ-จอห์นสัน สัมประสิทธิ์ความเบ้ การแจกแจงปกติ

บทนำ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยอาศัยวิธีการทดสอบทางสถิตินั้น วิธีการทดสอบทางสถิติส่วนใหญ่มีข้อสมมติที่สำคัญข้อหนึ่งว่า “ข้อมูลต้องมีการแจกแจงปกติ” เช่น การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากร การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์การถดถอย ดังนั้น หากจะใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงควรมีการตรวจสอบก่อนว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติหรือไม่ การตรวจสอบสามารถทำได้หลายวิธีทั้งการใช้กราฟ เช่น ฮิสโทแกรม แผนภาพกล่อง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมัธยฐานและฐานนิยม หรือการใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ เช่น การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ การทดสอบของชาปิโร-วิลค์ หากใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติกับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่สอดคล้องกับข้อสมมติ อาจทำให้เกิดข้อสรุปและการตัดสินใจที่ผิดพลาด ดังที่ (1) พบว่าข้อมูลลักษณะคุณภาพที่ไม่ได้มีการแจกแจงปกติจะส่งผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อสรุปโดย (2) แนะนำว่า หากข้อมูลไม่สอดคล้องกับข้อสมมติของวิธีการวิเคราะห์ สามารถดำเนินการได้ 2 วิธี คือ การแปลง

ข้อมูลให้สอดคล้องกับข้อสมมติ หรือ การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ขึ้นมาใหม่ หากเลือกใช้การแปลงอย่างเหมาะสม การแปลงข้อมูลจะง่ายกว่าการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ขึ้นมาใหม่

การที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงปกติแสดงว่าข้อมูลนั้นเบ้ซ้าย หรือ เบ้ขวา การพิจารณาความเบ้ นอกจากจะใช้กราฟแล้วยังสามารถใช้สัมประสิทธิ์ความเบ้ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าข้อมูลเบ้ขวา ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้มีค่าเป็นลบแสดงว่าข้อมูลเบ้ซ้าย ข้อมูลที่มีความเบ้ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเบ้ขวา เช่น ข้อมูลอายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ข้อมูลราคาบ้าน ข้อมูลรายได้ของประชาชนในประเทศที่กำลังพัฒนา ในขณะที่ข้อมูลเบ้ซ้ายจะพบน้อยกว่า เช่น ข้อมูลอายุของผู้เสียชีวิตในประเทศที่พัฒนาแล้ว ข้อมูลคะแนนสอบของนักเรียนในวิชาที่ข้อสอบง่าย สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา เช่น ข้อมูลทางการเงินที่มีการรายงานเป็นรายเดือน หรือรายไตรมาส มีทั้งข้อมูลเบ้ซ้าย เบ้ขวา หรือ สมมาตร ตัวอย่างเช่น ข้อมูลรายได้ที่ไม่ใช่ดอกเบี๋ยมีลักษณะเบ้ขวา ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมีลักษณะเบ้ซ้าย และกำไรจากการดำเนินงานก่อนรายการหนี้สูญ และหนี้สงสัยจะสูญมีลักษณะสมมาตร (3)

สำหรับการเลือกใช้วิธีการแปลงกับข้อมูลที่มีความเบ้ (4) แนะนำว่าในกรณีข้อมูลเบ้ขวา ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย เช่น การใช้ลอการิทึม การถอดรากที่สอง จะถูกนำมาใช้ ในกรณีข้อมูลเบ้ซ้าย เทคนิคการสะท้อนกลับจะถูกนำมาใช้ในการสะท้อนข้อมูลเบ้ซ้าย เปลี่ยนเป็นเบ้ขวา โดยการนำค่าที่สูงกว่าค่าสูงสุดของชุดข้อมูลลบค่าแต่ละค่าของข้อมูลชุดนั้น นอกจากนี้ฟังก์ชันการแปลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแปลงข้อมูลในอดีตอาจเป็นเรื่องยากในการใช้ฟังก์ชันการแปลงเพราะต้องมีการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การแปลงซึ่งก็คือเลขยกกำลังนั่นเอง โดยปัจจุบันโปรแกรม R (5) มีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ (6) การแปลงเลขชี้กำลัง (7) และการแปลงของยอ-จอห์นสัน (8) จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแปลงข้อมูลโดยมีการระบุ

การแจกแจงของข้อมูลทางสถิติ ตัวอย่างเช่น (9) พบว่าวิธีการแปลงข้อมูลที่มีการแจกแจงปัวซอง $y = \sqrt{x + 3/8}$ จะทำให้ข้อมูลที่แปลงแล้วมีการแจกแจงปกติด้วยความแปรปรวนคงที่ (10) พบว่าวิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการแจกแจงไวบูลในแง่สัดส่วนของข้อมูลที่แปลงแล้วมีการแจกแจงปกติ (11) พบว่าวิธีการแปลงเลขชี้กำลัง การแปลงของยอ-จอห์นสันและการแปลงของเนลสัน มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันในแง่ของข้อมูลที่แปลงแล้วมีการแจกแจงปกติและอัตราส่วนสมรรถนะกระบวนการไม่แตกต่างกัน

การวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแปลงโดยการใช้ฟังก์ชันคณิตศาสตร์อย่างง่าย รวมทั้งการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของยอ-จอห์นสัน โดยการวัดประสิทธิภาพจะพิจารณาจากการสัมประสิทธิ์ความเบ้และการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลที่แปลงแล้วโดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากประเทศอาเซียนที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2562 การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI) เป็นธุรกรรมการลงทุนที่ผู้ลงทุนที่มีถิ่นฐานจากต่างประเทศมีต่อธุรกิจที่มีถิ่นฐานในประเทศประกอบด้วยเงินลงทุนในทุนเรือนหุ้น (Equity Capital) ซึ่งหมายถึงการลงทุนด้วยการถือหุ้นที่มีสิทธิ์ร่วมในการบริหารกิจการตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป การกู้ยืมระหว่างบริษัทในเครือ กำไรที่นำกลับมาลงทุน ตราสารหนี้ และสินเชื่อการค้าที่เป็นธุรกรรมระหว่างบริษัทในเครือด้วยกัน โดยตัวเลขบวก หมายถึง มีการลงทุนเพิ่มสูงกว่าการลดการลงทุน ขณะที่ตัวเลขติดลบ หมายถึง ในช่วงเวลานั้น ๆ มีการเพิ่มการลงทุนต่ำกว่าการลดการลงทุน (12) สำหรับประเทศไทย อุตสาหกรรมที่ได้รับเงินลงทุนจากต่างประเทศมากที่สุดได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ (13) ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากรถยนต์หลายยี่ห้อที่มีนักลงทุนจากหลายประเทศเข้ามาทำธุรกรรม นอกจากนี้ ในประเทศอาเซียน ตัวอย่างเช่น นักธุรกิจของประเทศมาเลเซียเข้ามาร่วมลงทุนทำธุรกิจสายการบินไทย

แอร์เอเชีย นักธุรกิจของประเทศอินโดนีเซียเข้ามาร่วมลงทุนทำธุรกิจสายการบินไทยไลอ้อนแอร์ นักธุรกิจของประเทศสิงคโปร์เข้ามาร่วมลงทุนทำธุรกิจโรงแรมในประเทศไทย โดยข้อมูลการลงทุนโดยตรงของประเทศไทยที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยมีจุดเด่นคือ ข้อมูลบางเดือนมีค่าติดลบ และมีทั้งข้อมูลที่มีความสมมาตร เบ้ขวาและเบ้ซ้าย ดังนั้นในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการแปลงที่เหมาะสมกับข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย กรณีศึกษาประเทศอาเซียน ผลสรุปที่ได้จะนำไปสู่การเลือกใช้วิธีการแปลงให้เหมาะสมกับข้อมูลและใช้วิธีการวิเคราะห์อย่างเหมาะสม ในกรณีข้อมูลที่แปลงแล้วไม่ได้มีการแจกแจงปกติ สถิติไม่อิงพารามิเตอร์จะเป็นทางเลือก

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการแปลง 6 วิธี แต่ละวิธีแสดงด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์ดังนี้

กำหนดให้ x หมายถึง ข้อมูลเดิม

y หมายถึง ข้อมูลที่แปลงแล้ว

λ หมายถึง พารามิเตอร์การแปลง

การใช้ลอการิทึมฐานสิบ

$$y = \log_{10} x \quad (1)$$

การถอดรากที่สอง

$$y = \sqrt{x} \quad (2)$$

การใช้ส่วนกลับ

$$y = \frac{1}{x} \quad (3)$$

การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์

$$y = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln x, & \lambda = 0 \end{cases}, x > 0 \quad (4)$$

การแปลงเลขชี้กำลัง

$$y = \begin{cases} \frac{\exp(\lambda x) - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ x, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (5)$$

และการแปลงของยอ-จอห์นสัน

$$y = \begin{cases} \frac{(x+1)^\lambda - 1}{\lambda}, & x \geq 0, \lambda \neq 0 \\ \ln(x+1), & x \geq 0, \lambda = 0 \\ \frac{-[(-x+1)^{2-\lambda}]-1}{2-\lambda}, & x < 0, \lambda \neq 2 \\ -\ln(-x+1), & x < 0, \lambda = 2 \end{cases} \quad (6)$$

เปรียบเทียบในแง่ความปกติของข้อมูล พิจารณาทั้งสัมประสิทธิ์ความเบ้ (Coefficient of Skewness: C.S.) ด้วยวิธีโมเมนต์ (14)

$$C.S. = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}} \quad (7)$$

และทดสอบการแจกแจงปกติด้วยการทดสอบของชาปิโร-วิลค์ (15) ค่าสถิติทดสอบคำนวณจาก

$$w = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

เมื่อ $x_{(i)}$ หมายถึง สถิติลำดับที่ i

โดย a_i หมายถึง สัมประสิทธิ์ของการทดสอบของชาปิโร-วิลค์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระยะสั้นของการลงทุนโดยตรงจากประเทศในกลุ่มอาเซียน ได้แก่ สิงคโปร์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ บรูไน เวียดนาม เมียนมาร์ ลาวและกัมพูชา ที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยจากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย (12) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 เป็นระยะเวลา 12 เดือนข้อมูลการลงทุนฯ ในบางเดือนมีค่าติดลบ แสดงว่ามีการไหลออกของเงินทุนมูลค่าสูงหน่วยการวัดของข้อมูลการลงทุนฯ คือ ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูล มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ตรวจสอบว่าข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากแต่ละประเทศในกลุ่มอาเซียนที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดย

ใช้การทดสอบของซามิโร-วิลค์ เนื่องจากเป็นข้อมูลระยะสั้น ขนาดของข้อมูลน้อยกว่า 50 ค่า และเทียบค่า p กับระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าค่า p สูงกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

2. ถ้าผลการตรวจสอบสรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติจะพิจารณาความเบี่ยงของข้อมูลว่าเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวา โดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ ความหมายของสัมประสิทธิ์ความเบ้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหมายของสัมประสิทธิ์ความเบ้

สัมประสิทธิ์ความเบ้	ความหมาย
-0.5 ถึง 0.5 หรือใกล้เคียง	สมมาตร (ปกติ)
-1 ถึง -0.5 หรือใกล้เคียง	เบ้ซ้ายปานกลาง
0.5 ถึง 1 หรือใกล้เคียง	เบ้ขวาปานกลาง
-2 ถึง -1 หรือใกล้เคียง	เบ้ซ้ายมาก
1 ถึง 2 หรือใกล้เคียง	เบ้ขวามาก
-3 ถึง -2 หรือใกล้เคียง	เบ้ซ้ายสุดขีด
2 ถึง 3 หรือใกล้เคียง	เบ้ขวาสุดขีด

ที่มา: ดัดแปลงจาก (16)

จากตารางที่ 1 ถ้าข้อมูลชุดหนึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ -0.6 ข้อมูลชุดนั้นน่าจะมีค่าเบ้ซ้ายปาน

กลางแต่ในความเป็นจริงอาจเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติสามารถตรวจสอบโดยการทดสอบการแจกแจงปกติ

3. ทำการแปลงข้อมูลเฉพาะข้อมูลที่มีความเบ้ซ้ายและเบ้ขวา ด้วยวิธีการแปลงทั้ง 6 วิธี โดยกำหนดให้ วิธีที่ 1 หมายถึง ลอการิทึมฐานสิบ วิธีที่ 2 หมายถึง ถอดรากที่สอง วิธีที่ 3 หมายถึง ส่วนกลับ วิธีที่ 4 หมายถึง บล็อก-ค็อกซ์ วิธีที่ 5 หมายถึง เลขชี้กำลัง วิธีที่ 6 หมายถึง ย่อ-จอห์นสัน

4. ตรวจสอบข้อมูลที่แปลงแล้วว่ามีแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และความเบ้ลดลงในระดับสมมาตรหรือไม่

5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการแปลงทั้ง 6 วิธี จำแนกตามลักษณะความเบ้ของข้อมูล

6. นำข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากประเทศในกลุ่มอาเซียนที่มีการแปลงค่าให้มีแจกแจงปกติบางประเทศไปสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% ของการประมาณค่าเฉลี่ยการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในแต่ละเดือน

$$\bar{y} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}, d.f. = n - 1$$

เพื่อแสดงการนำไปใช้ประโยชน์ และการแปลงค่ากลับหน่วยการวัดเดิม

ตารางที่ 2 ข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากประเทศในกลุ่มอาเซียนที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562 (หน่วย: ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา)

เดือน	บรูไน	กัมพูชา	อินโดนีเซีย	ลาว	มาเลเซีย	เมียนมาร์	ฟิลิปปินส์	เวียดนาม	สิงคโปร์
มกราคม	0.34	0.22	-24.02	0.52	27.85	-0.15	-3.35	0.21	255.63
กุมภาพันธ์	0.32	0.20	15.09	0.48	2.77	-0.15	2.07	0.09	96.12
มีนาคม	0.34	0.06	32.25	0.52	25.03	-0.15	8.61	0.10	140.23
เมษายน	-0.01	1.03	-2.58	1.14	4.52	0.26	-0.57	0.12	1386.42
พฤษภาคม	-0.07	0.36	1.30	0.30	9.38	0.22	1.82	2.31	479.22
มิถุนายน	-0.07	0.22	-27.77	0.30	2.22	0.21	-2.50	0.03	-109.61
กรกฎาคม	0.11	0.77	0.18	0.23	-24.78	0.11	-5.70	0.05	-39.93
สิงหาคม	0.10	0.73	23.76	0.22	-9.98	0.11	-4.07	0.05	-449.27
กันยายน	0.29	3.50	-2.06	1.18	-3.48	0.12	0.87	0.18	3093.06
ตุลาคม	0.06	1.27	-8.87	0.08	20.50	0.08	6.66	0.02	171.47
พฤศจิกายน	0.03	0.97	-13.29	0.03	-6.67	0.08	1.33	0.02	129.70
ธันวาคม	0.13	2.02	-5.84	0.18	64.14	0.08	-0.73	0.03	197.07

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากประเทศในกลุ่มอาเซียนที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลการลงทุน พบว่า ข้อมูลการลงทุนของประเทศบรูไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ มีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของข้อมูลการลงทุน ที่ไม่ได้มีการแจกแจงปกติดังตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ข้อมูลการลงทุนของประเทศไทยมีแนวโน้มว่าในช่วงที่ข้อมูลการลงทุนของประเทศไทยและลาวมีความเบ้สูงมาก ส่วนสิงคโปร์ และเวียดนามมีความเบ้ต่ำสุด

ตารางที่ 3 ค่า p ของการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลการลงทุน จำแนกตามประเทศ

ประเทศ	ค่า p
บรูไน	0.1179
กัมพูชา	0.0105
อินโดนีเซีย	0.7176
ลาว	0.0202
มาเลเซีย	0.2280
เมียนมาร์	0.0385
ฟิลิปปินส์	0.6490
เวียดนาม	0.0000
สิงคโปร์	0.0007

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของข้อมูลการลงทุน ที่ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ประเทศ	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้	ลักษณะ
กัมพูชา	1.5892	เบ้สูงมาก
ลาว	1.1320	เบ้สูงมาก
เวียดนาม	2.9653	เบ้สูงที่สุด
สิงคโปร์	2.0817	เบ้สูงที่สุด
เมียนมาร์	-0.5539	เบ้ต่ำปานกลาง

ข้อมูลการลงทุนที่ไม่ได้มีการแจกแจงปกติจะถูกแปลงด้วยวิธีการแปลงทั้ง 6 วิธี และนำเสนอแยกตารางสำหรับแต่ละประเทศ

ตารางที่ 5 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุน ที่แปลงค่าแล้ว และค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศกัมพูชา

วิธีการแปลง	สัมประสิทธิ์ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์การแปลง
วิธีที่ 1	-0.3177	0.8709	-
วิธีที่ 2	0.7199	0.4792	-
วิธีที่ 3	-2.3191	0.0003	-
วิธีที่ 4	-0.1002	0.9482	0.10
วิธีที่ 5	0.3147	0.5586	-0.80
วิธีที่ 6	0.1425	0.7201	-0.97

จากตารางที่ 5 พบว่าการใช้วิธีส่วนกลับในการแปลงข้อมูลการลงทุนโดยตรงของประเทศไทยที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยไม่ได้ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ และถึงแม้ว่าการใช้วิธีการแปลงด้วยรากที่สองของข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติแต่ระดับความเบ้ที่ลดลงนั้นยังคงมีความเบ้สูง ในขณะที่ใช้วิธีการแปลงด้วยลอการิทึมฐานสิบการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของย่อ-จอห์นสัน ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ และความเบ้สมมาตร

จากตารางที่ 6 พบว่าการใช้วิธีส่วนกลับในการแปลงข้อมูลการลงทุนโดยตรงของประเทศไทยที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยไม่ได้ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ และถึงแม้ว่าการใช้วิธีการแปลงด้วยลอการิทึมฐานสิบข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติแต่ความเบ้จากเบ้สูงกลายเป็นเบ้ต่ำ ในขณะที่ใช้วิธีการแปลงด้วยรากที่สอง การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของย่อ-จอห์นสัน ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ และความเบ้สมมาตร

ตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุณา ที่แปลงค่าแล้ว และค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศลาว

วิธีการแปลง	สัมประสิทธิ์ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์การแปลง
วิธีที่ 1	-0.6722	0.4727	-
วิธีที่ 2	0.4445	0.4871	-
วิธีที่ 3	2.4745	0.0000	-
วิธีที่ 4	0.0402	0.7816	0.30
วิธีที่ 5	0.2352	0.6674	-1.78
วิธีที่ 6	0.1296	0.7528	-1.84

ตารางที่ 7 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุณา ที่แปลงค่าแล้ว และค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศเวียดนาม

วิธีการแปลง	สัมประสิทธิ์ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์การแปลง
วิธีที่ 1	1.2675	0.0680	-
วิธีที่ 2	2.6066	0.0000	-
วิธีที่ 3	0.6563	0.0919	-
วิธีที่ 4	0.1282	0.7439	-0.40
วิธีที่ 5	1.5438	0.0124	-3.55
วิธีที่ 6	2.9653	0.0000	-5.00

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุณา ที่แปลงค่าแล้ว และค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศสิงคโปร์

วิธีการแปลง	สัมประสิทธิ์ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์การแปลง
วิธีที่ 1	-	-	-
วิธีที่ 2	-	-	-
วิธีที่ 3	-1.7105	0.0109	-
วิธีที่ 4	-	-	-
วิธีที่ 5	-	-	-
วิธีที่ 6	-	-	-

จากตารางที่ 7 พบว่ามีเพียงการใช้วิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ในการแปลงข้อมูลการลงทุณาโดยตรงของประเทศเวียดนามที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยที่ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติและความเบ้สมมาตร และถึงแม้ว่าการใช้วิธีการแปลงด้วยส่วนกลับและลอการิทึมฐานสิบข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ระดับความเบ้ที่ลดลงนั้นยังคงมีความเบ้ขวาปานกลางสำหรับการแปลงด้วยส่วนกลับและเบ้ขวามากสำหรับการแปลงด้วยลอการิทึมฐานสิบ

จากตารางที่ 8 พบว่าวิธีการแปลงด้วยส่วนกลับเท่านั้นที่สามารถใช้กับข้อมูลการลงทุณา ของประเทศสิงคโปร์ได้ เนื่องจากลักษณะข้อมูลการลงทุณา ของประเทศสิงคโปร์มีทั้งค่าบวกและค่าลบในชุดเดียวกัน แต่ความเบ้ของข้อมูลที่แปลงค่าแล้วเป็นเบ้ซ้าย และข้อมูลที่แปลงค่าแล้วไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อให้สามารถแปลงข้อมูลด้วยวิธีการแปลงอื่น ๆ ได้ จำเป็นต้องมีการปรับค่าด้วยการบวกค่าแต่ละค่าในข้อมูลการลงทุณา ด้วยค่าใด ๆ ที่ทำให้ข้อมูลทั้งชุดมีค่ามากกว่าศูนย์ ในที่นี้นำเสนอการบวกด้วยสองเท่าของค่าเฉลี่ยข้อมูล ซึ่งการปรับค่านี้นี้จะไม่ทำให้สัมประสิทธิ์ความเบ้และค่า p สำหรับการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลชุดใหม่เปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลชุดเดิม ดังนั้นข้อมูลการลงทุณาของสิงคโปร์ที่ปรับค่าแล้ว ดังตารางที่ 9

จากตารางที่ 9 สัมประสิทธิ์ความเบ้และค่า p ของข้อมูลการลงทุณา ของสิงคโปร์ที่ปรับค่าแล้ว ยังคงมีค่าเท่าเดิมคือ 2.0817 และ 0.0007 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ข้อมูลการลงทุณา ของประเทศสิงคโปร์ที่ปรับค่าแล้ว (หน่วย: ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกา)

เดือน	การลงทุน	เดือน	การลงทุน
มกราคม	1088.755	กรกฎาคม	782.075
กุมภาพันธ์	1021.385	สิงหาคม	1370.905
มีนาคม	1063.155	กันยายน	2278.105
เมษายน	3984.745	ตุลาคม	1031.915
พฤษภาคม	442.415	พฤศจิกายน	987.805
มิถุนายน	851.755	ธันวาคม	1147.315

ตารางที่ 10 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุณา ที่ปรับค่าและแปลงค่าแล้วและค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศสิงคโปร์

วิธีการ แปลง	สัมประสิทธิ์ ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์ การแปลง
วิธีที่ 1	0.7824	0.1174	-
วิธีที่ 2	1.5637	0.0093	-
วิธีที่ 3	1.2119	0.0439	-
วิธีที่ 4	-0.0126	0.2528	-0.40
วิธีที่ 5	-	-	*
วิธีที่ 6	-0.0515	0.2521	-0.42

* โปรแกรม R ไม่สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับวิธีการแปลงด้วยเลขชี้กำลัง

ตารางที่ 11 ข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์ที่ปรับค่าแล้ว (หน่วย: ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา)

เดือน	การลงทุน	เดือน	การลงทุน
มกราคม	0.28	กรกฎาคม	0.15
กุมภาพันธ์	0.28	สิงหาคม	0.14
มีนาคม	0.28	กันยายน	0.10
เมษายน	0.24	ตุลาคม	0.51
พฤษภาคม	0.25	พฤศจิกายน	0.51
มิถุนายน	0.25	ธันวาคม	0.51

จากตารางที่ 10 พบว่าวิธีการแปลงด้วยการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ และการแปลงของยอ-จอห์นสัน ทำให้ข้อมูลที่ปรับและแปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และความเบ้สมมาตร แต่วิธีการแปลงด้วยลอการิทึมฐานสิบ ทำให้ข้อมูลที่ปรับและแปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยความเบ้ของข้อมูลที่แปลงค่าแล้วยังคงเบ้ขวา

เนื่องจากลักษณะข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์มีทั้งค่าบวกและค่าลบในชุดเดียวกัน และมีความเบ้ซ้าย ดังนั้นจะปรับค่าโดยใช้เทคนิคการสะท้อนกลับดังที่ได้กล่าวไว้ในบทนำ โดยการใช้ค่าที่มากกว่าค่าสูงสุดของข้อมูลลบด้วยค่าของข้อมูลเดิม ใน

ที่นี้จะใช้ 0.36 ลบด้วยค่าแต่ละค่าของข้อมูลชุดเดิม แต่เทคนิคการสะท้อนกลับจะทำให้ความเบ้เป็นเบ้ขวาดังนั้นข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์ที่ปรับค่าแล้ว ดังตารางที่ 11

จากตารางที่ 11 ค่า p ของข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์ที่ปรับค่าแล้ว ยังคงมีค่าเท่าเดิมคือ 0.0385 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเบ้เท่ากับ 0.5539

ตารางที่ 12 สัมประสิทธิ์ความเบ้ ค่า p ของข้อมูลการลงทุนฯ ที่แปลงค่าแล้ว และค่าพารามิเตอร์การแปลงสำหรับประเทศเมียนมาร์

วิธีการ แปลง	สัมประสิทธิ์ ความเบ้	ค่า p	ค่าพารามิเตอร์ การแปลง
วิธีที่ 1	-0.2205	0.2050	-
วิธีที่ 2	0.2092	0.1274	-
วิธีที่ 3	1.1164	0.0327	-
วิธีที่ 4	-0.0412	0.1894	0.20
วิธีที่ 5	0.1138	0.1531	-2.37
วิธีที่ 6	0.0774	0.1624	-2.26

จากตารางที่ 12 พบว่าการใช้วิธีส่วนกลับในการแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์ ที่ปรับค่าด้วยเทคนิคการสะท้อนกลับ ไม่ได้ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ ในขณะที่วิธีการแปลงอื่น ๆ ทำให้ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และความเบ้สมมาตร

ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์

จากตารางที่ 11 ข้อมูลที่ปรับค่าด้วยเทคนิคสะท้อนกลับจะถูกแปลงค่าด้วยวิธีการแปลงลอการิทึมฐานสิบ การแปลงด้วยรากที่สอง การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของยอ-จอห์นสัน ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วสมมาตรและมีการแจกแจงปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยหน่วยของข้อมูลที่แปลงค่าแล้วจะเป็นไปตามวิธีการแปลง เช่น วิธีการแปลง

ด้วยรากที่สองหน่วยของข้อมูลจะถูกถอดรากที่สองด้วยข้อมูลที่แปลงค่าแล้วดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเมียนมาร์ที่ปรับและแปลงค่าแล้ว

เดือน	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 4	วิธีที่ 5	วิธีที่ 6
มกราคม	-1.27	0.53	-1.12	0.20	0.19
กุมภาพันธ์	-1.27	0.53	-1.12	0.20	0.19
มีนาคม	-1.27	0.53	-1.12	0.20	0.19
เมษายน	-1.43	0.49	-1.24	0.18	0.17
พฤษภาคม	-1.39	0.50	-1.21	0.19	0.18
มิถุนายน	-1.39	0.50	-1.21	0.19	0.18
กรกฎาคม	-1.89	0.38	-1.58	0.13	0.12
สิงหาคม	-1.97	0.37	-1.63	0.12	0.11
กันยายน	-2.30	0.32	-1.85	0.09	0.09
ตุลาคม	-0.67	0.71	-0.63	0.29	0.27
พฤศจิกายน	-0.67	0.71	-0.63	0.29	0.27
ธันวาคม	-0.67	0.71	-0.63	0.29	0.27

หมายเหตุ วิธีที่ 3 ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงปกติได้จึงไม่แสดงในตาราง

ตารางที่ 14 ช่วงความเชื่อมั่น 95% สำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยการลงทุนจากประเทศเมียนมาร์ในแต่ละเดือน จำแนกตามวิธีการแปลงและการไม่ใช้วิธีการแปลงข้อมูล

วิธีการแปลง	ช่วงความเชื่อมั่น 95% สำหรับ FDI
วิธีที่ 1	ระหว่าง 0.26 และ 0.34 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา
วิธีที่ 2	ระหว่าง 0 และ 0.17 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา
วิธีที่ 4	ระหว่าง -0.01 และ 0.17 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา
วิธีที่ 5	ระหว่าง 0.01 และ 0.16 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา
วิธีที่ 6	ระหว่าง 0 และ 0.18 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา
ไม่แปลงข้อมูล	ระหว่าง -0.02 และ 0.16 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา

ข้อมูลที่แปลงค่าแล้วในตารางที่ 13 (ผลลัพธ์จากโปรแกรม R มีทศนิยมมากกว่า 2 ตำแหน่ง) จะถูกนำมาสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% สำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยการลงทุนจากต่างประเทศในแต่ละเดือนซึ่งแต่ละวิธีได้ช่วงความเชื่อมั่นภายหลังจากการแปลงค่าและหน่วยของข้อมูลกลับคืน และเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้วิธีการแปลง ดังตารางที่ 14

สำหรับรายละเอียดการคำนวณ จะยกตัวอย่าง

การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ จากข้อมูลที่ปรับและแปลงค่าแล้วด้วยการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ (วิธีที่ 4) ในตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -1.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 12 และ $t_{0.025,11} = 2.201$

$$\bar{y} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} = (-1.16) \pm \left(2.201 \times \frac{0.40}{\sqrt{12}} \right)$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ปรับและแปลงค่าแล้วอยู่ระหว่าง -1.41 และ -0.91 โดยค่าพารามิเตอร์การแปลงเท่ากับ 0.2 จากการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์

$$y = \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}$$

สำหรับค่า -1.41 ; $-1.41 = \frac{x^{0.2} - 1}{0.2}$

$$(-1.41 \times 0.2) + 1 = x^{0.2}$$

$$x = 0.718^{\frac{1}{0.2}} = 0.19$$

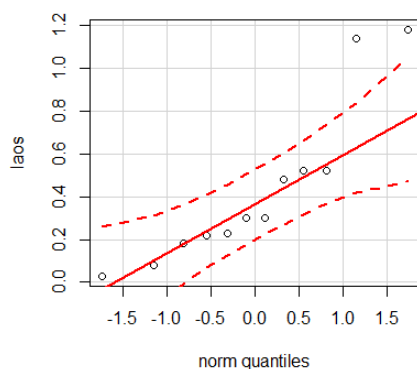
แต่มีการสะท้อนกลับข้อมูล $x = 0.36 - x_{old}$

$$x_{old} = 0.36 - 0.19 = 0.17$$

นั่นคือสำหรับค่า -1.41 แปลงค่ากลับได้เท่ากับ 0.17 ในทำนองเดียวกันสำหรับค่า -0.91 แปลงค่ากลับได้ค่าเท่ากับ -0.01

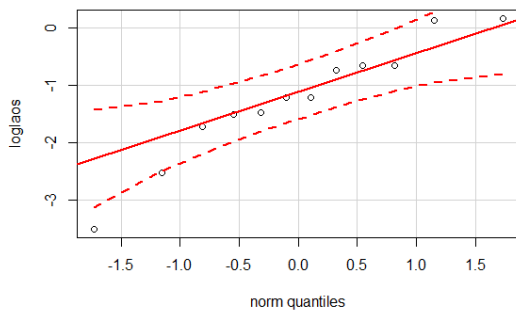
นอกจากนี้ในเปรียบเทียบการแจกแจงของข้อมูลก่อนและหลังการแปลงข้อมูลอาจใช้ Normal Q-Q Plot ซึ่งเป็นกราฟที่ใช้ในการพิจารณาข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ ดังรูปที่ 1- 6 โดยจะใช้ข้อมูลการลงทุนโดยตรงจากประเทศลาวซึ่งมีลักษณะเบ้ขวา

Normal Q-Q Plot for Laos FDI



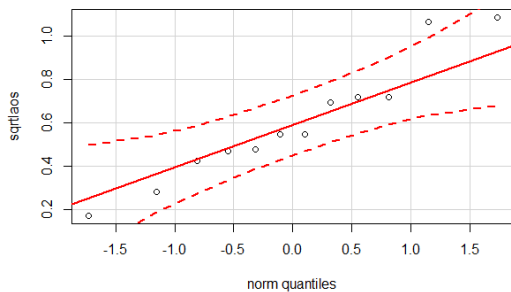
รูปที่ 1 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

Normal Q-Q Plot for Log Transformation of Laos FDI



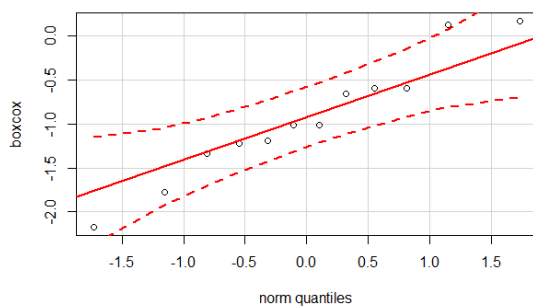
รูปที่ 2 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของ
ประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่
แปลงค่าด้วยการใช้ลอการิทึมฐานสิบ

Normal Q-Q Plot for Square Root Transformation of Laos FDI



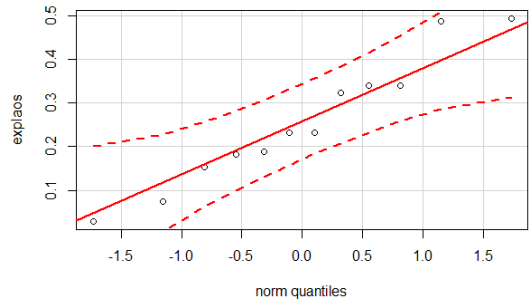
รูปที่ 3 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของ
ประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่
แปลงค่าด้วยการถอดรากที่สอง

Normal Q-Q Plot for Box-Cox Transformation of Laos FDI



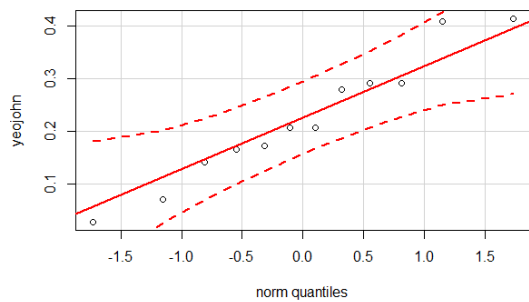
รูปที่ 4 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของ
ประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่
แปลงค่าด้วยการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์

Normal Q-Q Plot for Exponential Transformation of Laos FDI



รูปที่ 5 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของ
ประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่
แปลงค่าด้วยการแปลงเลขชี้กำลัง

Normal Q-Q Plot for Yeo-Johnson Transformation of Laos FDI



รูปที่ 6 การแจกแจงของข้อมูลการลงทุนโดยตรงของ
ประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่
แปลงค่าด้วยการแปลงของยอ-จอห์นสัน

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลการลงทุน
โดยตรงของประเทศลาวที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยตั้งแต่
เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 มีค่าสังเกต
2 ค่าที่อยู่นอกแนวเส้นการแจกแจงปกติ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปที่ 1 และรูปที่ 2-6
จะเห็นได้ว่าการแปลงข้อมูลสามารถทำให้ค่าที่แปลงแล้ว
อยู่ในแนวเส้นของการแจกแจงปกติได้มากขึ้น และหาก
พิจารณาเทียบกับตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่ารูปที่ 2-6 จะ
สอดคล้องกับค่า p นั่นคือ ถ้าค่า p สูง (แปลงค่าด้วยการ
แปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลง
ของยอ-จอห์นสัน) ค่าที่แปลงจะอยู่ในแนวเส้นการแจกแจง

ปกติมากกว่าค่า p ต่ำ (แปลงค่าด้วยการใช้ลอการิทึมฐานสิบและการถอดรากที่สอง)

สรุปผล

ในการวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแปลงทั้ง 6 วิธี ได้แก่ การถอดรากที่สอง การใช้ลอการิทึมฐานสิบ การใช้ส่วนกลับ การแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ การแปลงเลขชี้กำลัง และการแปลงของยอ-จอห์นสัน ในแง่ของข้อมูลที่แปลงแล้วต้องมีการแจกแจงปกติและมีลักษณะสมมาตรหรือใกล้เคียง ผลการวิจัยระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า วิธีการแปลงโดยการถอดรากที่สองสามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศลาว และประเทศเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงโดยใช้ลอการิทึมฐานสิบ สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา และเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงโดยใช้ส่วนกลับสามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศเวียดนาม ให้ใกล้เคียงความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ลาว เมียนมาร์ เวียดนาม และสิงคโปร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ วิธีการแปลงเลขชี้กำลัง สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ลาว และเมียนมาร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ และวิธีการแปลงของยอ-จอห์นสัน สามารถแปลงข้อมูลการลงทุนฯ ของประเทศกัมพูชา ลาว เมียนมาร์ และสิงคโปร์ ให้มีความสมมาตรและการแจกแจงปกติ การใช้เทคนิคการสะท้อนกลับจะทำให้ข้อมูลเบี่ยงเปลี่ยนเป็นขวา ในกรณีที่ข้อมูลมีค่าบวกและลบผสมกันปรับค่าให้เป็นบวกทั้งหมดแล้วจึงแปลงข้อมูล ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับคำแนะนำของ (4) ที่ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายสามารถใช้แปลงข้อมูลเบี่ยงและเบี่ยงที่มีการสะท้อนกลับ แต่ในงานวิจัยจะได้ภายใต้ระดับความเบี่ยงที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการแปลงโดยใช้ส่วนกลับเหมาะสมกับข้อมูลเบี่ยงขวาสุดขีดมาก เช่น ข้อมูลการลงทุนของประเทศเวียดนาม ในขณะที่วิธีการแปลง

ของบ็อกซ์-ค็อกซ์ สามารถใช้ได้กับความเบี่ยงระดับแต่ข้อด้อยคือใช้ได้กับข้อมูลที่มีค่ามากกว่าศูนย์เท่านั้น ส่วนวิธีการแปลงเลขชี้กำลังไม่เหมาะสมในการใช้กับข้อมูลที่มีค่ามากเช่น ข้อมูลการลงทุนของประเทศสิงคโปร์ วิธีการแปลงเลขชี้กำลังและวิธีการแปลงของยอ-จอห์นสันไม่เหมาะสมกับข้อมูลเบี่ยงขวาสุดขีดมาก เช่น ข้อมูลการลงทุนของประเทศเวียดนาม ทั้งนี้หากนำข้อมูลที่แปลงค่าแล้วไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์หากยังมีหน่วยการวัดจะต้องแปลงค่าผลลัพธ์สุดท้ายกลับด้วยถึงแม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลที่แปลงแล้วเทียบกับข้อมูลจริงไม่แตกต่างกันมาก แต่หากหน่วยการวัดที่มีค่าสูงเช่นการวิจัยนี้ ก็อาจส่งผลกระทบต่อสรุปและตัดสินใจได้ อีกทั้งการแปลงข้อมูลเป็นการดำเนินการที่ทำให้ข้อมูลสอดคล้องกับข้อสมมติของวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Pyzdek T. Normal Distributions Aren't [All that Normal]. Qual Eng. 1995;7(4):769-77.
2. Tukey JW. On the Comparative Anatomy of Transformations. Ann Math Stat. 1957;28(3):602-32.
3. Tisco financial group. Financial Summary [Internet]. 2020. [cited 17 Jul 2020]. Availability from: <https://bit.ly/3bUYTff>
4. Wuensch KL. Transforming to Reduce Negative Skewness [Internet]. 2017. [cited 14 Jan 2020]. Availability from: <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/StatHelp/NegSkew.pdf>
5. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria [Internet]. 2019. [cited 12 Feb 2020]. Availability from: <https://www.R-project.org/>

6. Box EP, Cox DR. An Analysis of Transformations (with discussion). J R Stat Soc B. 1964;26(2):211-52.
7. Manly BFJ. Exponential Data Transformations. J Roy Stat Soc D-Stat. 1976;25(1):37-42.
8. Yeo I, Johnson NR. A New Family of Power Transformations to Improve Normality or Symmetry. Biometrika. 2000;87(2):954-9.
9. อุไรวรรณ เจริญเกียรติกุล, ลีลี อิงศรีสว่าง. ตัวแบบการแปลงค่าข้อมูลที่ทำให้ความแปรปรวนคงที่โดยประมาณสำหรับข้อมูลปัวซอง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2553;15(1):105-13.
10. Chortirat T, Chomtee B, Sinsomboonthong J. Comparison of Four Data Transformation Methods for Weibull Distributed Data. Kasetsart Journal (Natural Sciences). 2011;45:366-83.
11. Watthanacheewakul L. Calculating the Process Capability Ratio for Weibull Data. Naresuan University Journal: Science and Technology. 2017; 25(1):44-56.
12. Bank of Thailand (Statistical Data) [Internet]. 2020. [cited 5 Jan 2020]. Availability from: https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/statistics/ReportPage.aspx?reportID=645&language=eng
13. ดวงรัตน์ ประจักษ์ศิลปชัย. การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ [อินเทอร์เน็ต]. สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. 2557. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ม.ค. 2563]. จาก <http://www.parliament.go.th/library>
14. Doane DP, Seward LE. Measuring Skewness: A Forgotten Statistics?. Stat Educ. 2011;19(2):1-18.
15. Shapiro-Wilk test. Wikipedia [Internet]. 2020. [cited 24 Jan 2020]. Availability from: <https://en.m.wikipedia.org>
16. Jain D. Skew and Kurtosis: 2 Important Statistics terms you need to know in Data Science [Internet]. 2018. [cited 5 Jan 2020]. Availability from: <https://codeburst.io/2-important-statistics-terms-you-need-to-know-in-data-science-skewness-and-kurtosis-388fef94eeaa>