

บทที่ 4

วิธีการสร้างดัชนีรวม และผลการสร้างดัชนีรวม

การสร้างดัชนีรวมเป็นการรวบรวมข้อมูลที่มาจากการพิจารณาตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ในแต่ละมิตินำมารวมเป็นดัชนีเพียงตัวเดียวเพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดในแต่ละมิติ เนื้อหาในบทนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรก จะเป็นการนำเสนอวิธีการสร้างดัชนีรวมโดยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก (Principal Component Analysis) ส่วนที่สอง เป็นการแสดงขั้นตอนในการสร้างดัชนีรวม และส่วนสุดท้าย คือ ผลการศึกษาการสร้างดัชนีรวม

1. การวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)

1.1 ความสำคัญและเหตุผล

การจัดทำดัชนีชี้วัดของสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ปี พ.ศ.2549 ได้ใช้แนวคิดการสร้างดัชนีรวม (Composite Index) ในการสร้างดัชนีชี้วัดในแต่ละมิติของด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองการปกครอง ซึ่งมีกรอบแนวคิดที่ว่า ดัชนีรวม (Composite Index) คือ ดัชนีที่เป็นผลจากการสรุปรวบรวมตัวดัชนีบ่งชี้หรือตัวแปรกลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะทำการวิเคราะห์เข้าด้วยกันเป็นดัชนีตัวเดียวเพื่อใช้ในการชี้วัด ซึ่งการที่จะรวมดัชนีหรือตัวแปร หลายตัวให้เป็นดัชนีเพียงตัวเดียว ผู้ที่สร้างดัชนีรวมจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในการเลือกดัชนีหรือตัวแปรต่างๆที่จะมาเป็นส่วนประกอบและกำหนดวิธีที่เหมาะสมในการถ่วงน้ำหนักดัชนีหรือตัวแปรเหล่านั้น

จากที่กล่าว หลักการสำคัญของการทำดัชนีรวม คือ การสร้างดัชนีรวมจากการเฉลี่ยค่าของตัวแปรและส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งมีนัยว่าตัวแปรหรือดัชนีแต่ละตัวสามารถทำหน้าที่ในการอธิบายดัชนีรวมได้มากน้อยต่างกัน ดังนั้นค่าน้ำหนักในการสร้างดัชนีรวมจึงมีความสำคัญมากต่อการสร้างดัชนีที่ใช้ชี้วัดการเปลี่ยนแปลงหรือค่าของแต่ละมิติ อย่างไรก็ตาม การให้ค่าน้ำหนักต่อตัวแปรแต่ละตัวยังคงเป็นที่กังขาและถกเถียง เนื่องจากการให้ค่าตามมาตรฐานส่วนบุคคล ดังนั้น ในงานศึกษานี้ จึงนำเสนอวิธีการสร้างดัชนีรวมโดยการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก เพื่อขจัดปัญหาการให้ค่าน้ำหนักของตัวแปร

การวิเคราะห์ตัวประกอบหลักเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรในการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายตัวหรือเรียกว่าเป็นเทคนิคในการลดตัวแปรเทคนิคหนึ่ง วิธีการคือจะรวบรวมหรือสกัดรายละเอียดจากตัวแปรต่างๆมาสร้างตัวแปรใหม่ โดยใช้การศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปร ตัวแปรใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาเรียกว่า ตัวประกอบหลัก ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความผันแปรหรือความแปรปรวนเดิมมากที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก คือ

1. การสร้างดัชนีรวมในแต่ละมิติที่ให้น้ำหนักตามความแปรปรวนของแต่ละตัวแปร
2. ใช้หาความสัมพันธ์หรือความแปรปรวนร่วมของตัวแปรชีวิตต่างๆในแต่ละมิติ
3. แก้ปัญหาตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ซึ่งมีผลทำให้การประมาณค่าในแบบจำลอง regression จะทำให้เกิด biased ลดลง

1.2 จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักในการวิจัย

วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักในการสร้างดัชนีรวมในแต่ละมิติของสภาพที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงมีจุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อสร้างดัชนีรวมในแต่ละมิติที่สามารถอธิบายตัวแปรในแต่ละมิติได้มากที่สุด หรือหมายถึงตัวแปรที่รวมค่าความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละมิติไว้มากที่สุด
2. เพื่อประโยชน์ในการสร้างแบบจำลองเศรษฐกิจของภาคประชาชน ซึ่งอาจไว้พิจารณาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของตัวแปรในแต่ละมิติ

1.3 หลักการของการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก¹

การวิเคราะห์ตัวประกอบหลักโดยปกติแล้วเป็นเทคนิคการลดจำนวนตัวแปรที่มีจำนวนมาก เช่น p ตัว ให้เหลือตัวแปรน้อยกว่าหรือเท่ากับ p ตัว ด้วยการสร้างตัวแปรใหม่ซึ่งเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตรงของตัวแปรเดิม และจะต้องสกัดหรือดึงค่าความแปรปรวนจากตัวแปรเดิมมาไว้ในตัวแปรใหม่มากที่สุดในตัวแปรแรก และความแปรปรวนรองลงมาในตัวแปรต่อมา โดยที่ตัวแปรใหม่นี้จะมีความสัมพันธ์กัน โดยมีลำดับขั้นตอนในการสกัดตัวแปรดังนี้

1. กำหนดตัวแปรในแต่ละมิติที่จะนำมาสกัดตัวแปรหรือสร้างดัชนีรวม โดยจำนวนตัวแปรในแต่ละมิติจะต้องมีจำนวนตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป จากนั้นนำข้อมูลของตัวแปรมาทำให้มีการกระจายปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับหนึ่ง

¹ กัลยา วาณิชย์บัญชา, สถิติสำหรับงานวิจัย, ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 204-206

2.สร้างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรในมิติ p ในที่นี้ กำหนดให้ เวกเตอร์ $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_p)'$ แทนด้วยเวกเตอร์ของตัวแปรในแต่ละมิติ p ตัว สามารถหาเมทริกซ์ค่าความแปรปรวนร่วม (Σ) ได้ ดังนี้

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_p^2 \end{bmatrix}$$

โดยที่ Σ คือ เมทริกซ์ค่าความแปรปรวนร่วมของตัวแปรในแต่ละมิติ X

σ_i^2 คือ ความแปรปรวนของตัวแปร X_i หรือ $Var(X_i)$

σ_{ij} คือ ความแปรปรวนร่วมของ X_i และ X_j หรือ $Cov(X_i, X_j)$

3.คำนวณค่าไอเก้น (Eigenvalue) จากเมทริกซ์ค่าความแปรปรวนร่วม (Σ) ซึ่งจำนวนค่าไอเก้นจะเท่ากับจำนวนของตัวแปรในแต่ละมิติ (X) หรือเท่ากับ p ตัว และมีเงื่อนไขดังนี้

$$Var(X_1) + Var(X_2) + \dots + Var(X_p) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

โดยที่ λ_i คือ ค่าไอเก้นตัวที่ i

จากนั้นเลือกค่าไอเก้นที่มีค่ามากที่สุด (กำหนดให้เป็น λ_1) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับความแปรปรวนของตัวประกอบหลัก (PC_1) หรือดัชนีรวมของตัวแปรในแต่ละมิติ (X) ที่สามารถอธิบายตัวแปรในมิติ นั้นได้มากที่สุด

4.คำนวณเวกเตอร์ไอเก้น (Eigen Vector) จากค่าไอเก้นที่มากที่สุด (λ_1) ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

$$Var(PC_1) = w_1^2 Var(X_1) + w_2^2 Var(X_2) + \dots + w_p^2 Var(X_p)$$

โดยที่ W คือ เวกเตอร์ไอเก้นที่ได้จากค่าไอเก้น λ_1 หรือ $W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_p)$

และ $w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_p^2 = 1$

5.คำนวณค่าของตัวประกอบหลักหรือดัชนีรวมในแต่ละมิติ (PC_1) จากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ดังนี้

$$PC_1 = w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_p X_p$$

จากนั้นจึงนำชุดข้อมูลดัชนีรวมในแต่ละมิติที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

ในการสกัดค่าความแปรปรวน เมื่อได้ตัวแปรหรือตัวประกอบหลักมาแล้ว ต้องทำการพิจารณาสัดส่วนของค่าความแปรปรวนที่สามารถดึงออกมาได้จากตัวแปรในแต่ละมิติด้วย หากสัดส่วนยังมากหมายความว่าตัวประกอบหลักที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายหรือเป็นตัวแทนของตัวแปรในแต่ละมิติได้มาก จากขั้นตอนในการสกัดตัวประกอบจะได้รับความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{Var}(PC_1) = \lambda_1$$

$$\text{proportion of Var}(PC_1) = \frac{\lambda_1}{\sum \lambda_i}$$

จากสมการข้างต้นหมายความว่า ถ้าค่า PC_1 มีสัดส่วนของค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.8 หมายความว่าตัวแปร PC_1 สามารถอธิบายตัวแปรในมิตินั้นได้ถึงร้อยละ 80

1.4 ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักในการศึกษาวิจัย

ตามวัตถุประสงค์เดิมของการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก เป็นวิธีการเพื่อการลดจำนวนตัวแปรลงและแก้ปัญหาตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าแบบจำลองเชิงถดถอย หรือเป็นการสร้างตัวแปรเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ด้วยวิธีการอื่นอีกทอดหนึ่ง ในการวิจัยครั้งนี้ได้สังเกตเห็นข้อจำกัดซึ่งเกิดจากวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก 2 ประการ คือ

1. การวิเคราะห์ตัวประกอบหลักเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละมิติในเชิงเส้นตรง ซึ่งในกรณีที่ตัวแปรมีความสัมพันธ์ในลักษณะอื่นที่ไม่ใช่เส้นตรง จะส่งผลให้ตัวประกอบหลักที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักมีสัดส่วนความแปรปรวนน้อย หรือหมายถึงตัวประกอบหลักหรือดัชนีชี้วัดที่ได้ อาจอธิบายตัวแปรในมิตินั้นได้ไม่ดี

2. การวิเคราะห์ตัวประกอบหลักในช่วงข้อมูลสั้นหรือยาวที่มีความแตกต่างกันแม้ใช้ข้อมูลชุดเดิม ก็จะส่งผลให้ตัวประกอบหลักหรือดัชนีชี้วัดในแต่ละมิติมีการเปลี่ยนแปลงไป ยกตัวอย่างเช่น เมื่อข้อมูลมีการทำให้ทันสมัยและนำมาวิเคราะห์ตัวประกอบหลักใหม่ ดัชนีชี้วัดที่ได้จากในมิตินั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด เนื่องจากความแปรปรวนของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักสามารถพิจารณาถึงภาพรวมในแต่ละมิติ รวมถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมิติได้เป็นอย่างดีซึ่งอาจคาดหมายข้อจำกัดดังกล่าว

2. ขั้นตอนในการสร้างดัชนีรวม

ขั้นตอนที่ 1: ตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูล

หากข้อมูลในแต่ละ series มีไม่ครบ เช่น อาจจะมีข้อมูลขาดหายไปในปีใดปีหนึ่ง ให้ทำการแก้ไขปัญหาข้อมูลที่ไม่ครบ (Missing Data) โดยการใส่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลระหว่างปีก่อนหน้ากับปีถัดไปมาเติมเต็มข้อมูลในปีที่ขาดหายไป วิธีนี้จะไว้ใช้แก้ปัญหาเมื่อข้อมูลที่ขาดหายอยู่ตรงกลางของช่วงปีที่มีข้อมูลเท่านั้น แต่ถ้าหากมีข้อมูลขาดหายไปหลายๆปี อาจจะพิจารณาตัดตัวแปรนั้นออกไป

ขั้นตอนต่อไปคือ การเลือกช่วงข้อมูล กล่าวคือข้อมูลที่นำมาสร้างดัชนีต้องเป็นชุดข้อมูล (ในแต่ละมิติ) ที่มีจำนวนข้อมูลรายปีที่เท่ากัน ทั้งนี้ หมายความว่า ในแต่ละมิติอาจจะใช้จำนวนปีที่แตกต่างกัน ขึ้นกับลักษณะของข้อมูลตัวชี้วัดในแต่ละมิติเอง ดังนั้น หลังจากเติมเต็มข้อมูลที่ขาดหายแล้ว ในแต่ละมิติ ให้เลือกข้อมูลที่มีจำนวนปีเท่ากันเก็บไว้ เพื่อดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2: ปรับทิศทาง

การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของตัวชี้วัดแต่ละตัวมีความหมายต่อสถานการณ์ในมิติต่างกัน ดังนั้น ในขั้นแรกเราต้องทำการปรับทิศทางของตัวชี้วัดทุกตัวที่อยู่ในมิติเดียวกันให้สื่อความหมายต่อสถานการณ์ในแต่ละมิติให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อความง่ายต่อการตีความ ในงานศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้ปรับทิศทางให้ตัวแปรทุกตัวสื่อความหมายว่า การเพิ่มขึ้นของตัวแปรแต่ละตัวส่งผลให้สถานการณ์ในมิตินั้นๆดีขึ้น สำหรับตัวแปรที่บ่งบอกว่าการเพิ่มขึ้นของตัวแปรนั้นแล้วทำให้สถานการณ์ในมิตินั้นๆแย่ลง เราจะคงตัวแปรนั้นไว้เหมือนเดิม แต่สำหรับตัวแปรที่มีความหมายว่าการเพิ่มขึ้นของตัวแปรนั้นส่งผลให้สถานการณ์ในมิติแย่ลงนั้น เราจะทำการปรับทิศทางโดยการใช้เป็นส่วนกลับของตัวแปรนั้นๆในการสร้างดัชนีรวม

วิธีการในการปรับทิศทางมีด้วยกันหลายวิธี ดังนี้ การใช้ส่วนกลับ หรือการนำค่าตัวแปรไปหาร การคูณด้วยลบหนึ่ง เป็นการให้มูลค่าของตัวแปรกลับทิศทางตรงกันข้ามในเชิงลบ หรือ การใช้ค่าสัมบูรณ์จากค่ามาตรฐาน หรือส่วนต่างจากค่าที่ให้ความเห็นว่าเป็นค่าที่เหมาะสม

ตัวอย่างเช่น ในมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขัน มีตัวแปรทั้งสิ้น 7 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการเติบโตของ GDP ของประเทศไทยเทียบกับประเทศอาเซียน, ส่วนแบ่งทางการตลาดของสินค้าส่งออกของไทย, ร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ, ปริมาณการจำหน่ายรถจักรยานยนต์, รถยนต์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์, ดัชนีมูลค่าค้าปลีก, และสัดส่วนของงบประมาณเพื่อการลงทุนในงบประมาณทั้งหมด การเพิ่มขึ้นของตัวแปรทุกตัว ยกเว้น ร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ มีความหมายว่า ประเทศไทยมีความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้น ดังนั้น เราจะทำการปรับทิศทางตัวแปรร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์

มวลรวมในประเทศ โดยใช้เป็นส่วนกลับของร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (หรือคือ 1 / ร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ) ซึ่งเมื่อปรับทิศทางแล้วทำให้ตัวแปรทุกตัวสื่อความหมายของการที่เศรษฐกิจมีความก้าวหน้าและมีความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้น ตารางที่ 4.1 แสดงการปรับทิศทางของตัวชี้วัดในแต่ละมิติ

ตารางที่ 4.1 การปรับทิศทางของตัวชี้วัดในแต่ละมิติ

ตัวชี้วัด	ผลของการเพิ่มขึ้นของตัวแปรต่อสถานการณ์ในมิติต่างๆ	หมายเหตุ
ด้านเศรษฐกิจ: มิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขัน		
อัตราการเติบโตของ GDP ของประเทศไทยเทียบกับประเทศอาเซียน	ดีขึ้น	
ส่วนแบ่งทางการตลาดของสินค้าส่งออกของไทย	ดีขึ้น	
ร้อยละของต้นทุนการบริหารจัดการและขนส่งต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ปริมาณการจำหน่ายรถจักรยานยนต์	ดีขึ้น	
รถยนต์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์	ดีขึ้น	
ดัชนีมูลค่าค้าปลีก	ดีขึ้น	
สัดส่วนของงบประมาณเพื่อการลงทุนในงบประมาณทั้งหมด	ดีขึ้น	
ด้านเศรษฐกิจ: มิติเสถียรภาพและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ		
อัตราเงินเฟ้อทั่วไปของกลุ่มชนบท	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราเงินเฟ้อทั่วไป	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว

ตัวชี้วัด	ผลของการเพิ่มขึ้นของตัวแปรต่อสถานการณ์ในมิติต่างๆ	หมายเหตุ
อัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราเงินสำรองต่อหนี้ระยะสั้น	ดีขึ้น	
อัตราส่วนเงินกองทุนต่อสินทรัพย์เสี่ยงปรับด้วยสัดส่วนหนี้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้	ดีขึ้น	
อัตราส่วนหนี้สาธารณะต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
จำนวนหนี้สาธารณะต่อหัวประชากร	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราหนี้สินต่อรายได้	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราการว่างงาน	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ส่วนกลับของอัตราการใช้กำลังการผลิต	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
จำนวนคนงานที่ถูกเลิกจ้าง	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราการบรรจุนาน	ดีขึ้น	
ด้านเศรษฐกิจ: มิติการกระจายรายได้ ความยากจน และความเท่าเทียมของโอกาสทางเศรษฐกิจ		
สัดส่วนรายได้ครัวเรือนที่รวยที่สุดเทียบกับที่จนที่สุด	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
สัดส่วนคนยากจน	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ค่าสัมประสิทธิ์จีนิ	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว

ตัวชี้วัด	ผลของการเพิ่มขึ้นของตัวแปรต่อสถานการณ์ในมิติต่างๆ	หมายเหตุ
ความไม่เท่าเทียมระหว่างภูมิภาค	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
สัดส่วนประชากรที่มีรายจ่ายเพื่อบริโภคเฉลี่ยต่ำกว่าเส้นความยากจนด้านอาหาร	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ด้านสังคม: มิติด้านพัฒนาการทางสังคม		
อัตราส่วนนักเรียนต่อประชากรในวัยเรียน	ดีขึ้น	
สัดส่วนของประชากรต่อบุคลากรทางการแพทย์	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อัตราการฆ่าตัวตาย	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
อายุขัยเฉลี่ย	ดีขึ้น	
ด้านสังคม: มิติด้านเสถียรภาพและความมั่นคงทางสังคม		
สัดส่วนครัวเรือนที่มีบ้านและที่ดินเป็นของตัวเอง	ดีขึ้น	
สัดส่วนแรงงานที่ได้รับสวัสดิการ	ดีขึ้น	
จำนวนคดีเด็ก	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ความพอเพียงของรายได้ในการยังชีพ	ดีขึ้น	
ด้านสังคม: มิติด้านความเสมอภาคทางสังคม		
สัดส่วนแรงงานหญิงต่อแรงงานชาย	ดีขึ้น	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของจำนวนประชากรต่อเตียงรายภูมิภาค	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
สัดส่วนคนยากจนหญิงต่อชาย	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรที่หักด้วยลบหนึ่ง (การที่ต้องนำตัวแปรดังกล่าวไปลบด้วยหนึ่งก่อนเพื่อที่จะดูว่ามีคนยากจนที่เป็นหญิงมากกว่าระดับมาตรฐานที่ 1 เท่าไร)

ตัวชี้วัด	ผลของการเพิ่มขึ้นของตัวแปรต่อสถานการณ์ในมิติต่างๆ	หมายเหตุ
ด้านสังคม: มิติด้านธรรมาภิบาลและความมั่นคงทางการเมือง		
การมีสิทธิมีเสียงของประชาชน	ดีขึ้น	
ความมั่นคงทางการเมืองและการปลอดความรุนแรง	ดีขึ้น	
ความมีประสิทธิภาพของรัฐบาล	ดีขึ้น	
คุณภาพการกำกับดูแลองค์กร	ดีขึ้น	
การปฏิบัติตามกฎหมาย	ดีขึ้น	
การปลอดคอร์รัปชัน	ดีขึ้น	
ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน		
สัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่ประเทศ	ดีขึ้น	
สัดส่วนพื้นที่ป่าชายเลนต่อพื้นที่ประเทศ	ดีขึ้น	
พื้นที่ปลูกป่า	ดีขึ้น	
จำนวนและพื้นที่ป่าชุมชน	ดีขึ้น	
อัตราการจับสัตว์น้ำจากเรือสำรวจบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ร้อยละของปริมาณน้ำในเขื่อนที่นำไปใช้งานได้ต่อความจุของเขื่อนที่ใช้งานได้	ดีขึ้น	
ร้อยละของปริมาณน้ำใต้ดินที่นำมาใช้ต่อปริมาณน้ำใต้ดินที่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่เกษตรกรรมและปริมณฑล	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	ดีขึ้น	
ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติด้านการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี		
ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	แย่ลง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว

ตัวชี้วัด	ผลของการเพิ่มขึ้นของตัวแปรต่อสถานการณ์ในมิติต่างๆ	หมายเหตุ
ก๊าซมีเทน	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ก๊าซโอโซน	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ค่า BOD	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ค่า DO	ดีขึ้น	
ร้อยละของจำนวนวันที่ระดับเสียงมีค่าเกินมาตรฐานต่อจำนวนวันที่ตรวจวัดริมถนนกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ร้อยละของจำนวนวันที่ระดับเสียงมีค่าเกินมาตรฐานต่อจำนวนวันที่ตรวจวัดริมถนนในต่างจังหวัด	แย่ง	ปรับเป็นส่วนกลับของตัวแปรดังกล่าว
ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		
พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ได้รับการฟื้นฟู	ดีขึ้น	
พื้นที่ป่าชายเลนที่ได้รับการฟื้นฟู	ดีขึ้น	

ขั้นตอนที่ 3: การปรับหน่วยวัดโดยวิธีการปรับให้เป็นค่ามาตรฐาน (Standardization)

เนื่องจากตัวชี้วัดแต่ละตัวมีหน่วยไม่เหมือนกัน เราจึงต้องปรับให้ตัวแปรมีหน่วยวัดเดียวกัน โดยวิธีทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) หรือ Z-Scores ซึ่งการปรับหน่วยนี้ทำให้ชุดข้อมูลใหม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 การทำให้เป็นมาตรฐาน หรือการหาค่า Z สามารถคำนวณได้จาก

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{SD}$$

โดยที่ X_i คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลาหนึ่ง, $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลนั้นๆ และ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 4: นำข้อมูลไปประมวลผล

นำข้อมูลที่ปรับทิศทางและค่ามาตรฐานไปประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เช่น STATA หรือ EVIEWS โปรแกรมจะคำนวณค่า eigenvector ของตัวแปรทั้งหมดมาให้ โดยค่า eigenvector จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนตัวแปรของแต่ละชุดข้อมูล (เท่ากับจำนวนตัวแปรในแต่ละมิติ) แต่ค่า eigenvector จะมีให้เลือกหลายชุด (Components) เราจะเลือกเอาเฉพาะค่า eigenvector ชุดที่ 1 (component ที่ 1) ซึ่งเป็นค่าขององค์ประกอบตัวแรก เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สามารถเป็นตัวแทนหรือสามารถอธิบายชุดของข้อมูลทั้งหมดได้ดีที่สุด จากนั้นนำค่า eigenvector ของแต่ละตัวแปรมาคูณกับข้อมูลชุดที่ได้ทำการ standardization ไว้แล้ว และทำการหาผลรวมของตัวแปรทุกตัว จะได้ค่า PCA ที่เป็นดัชนีรวมในมิตินั้นๆ

ตารางที่ 4.2 เป็นการแสดงตัวอย่างของตัวแปรที่ใช้ชี้วัดในมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันสำหรับการทำ PCA หลังจากทำการปรับทิศทางของข้อมูลให้สื่อความหมายไปในทางเดียวกันแล้ว จะทำการ Standardization ข้อมูลเพื่อให้จัดปัญหาเรื่องหน่วยของตัวแปรที่ไม่เหมือนกัน เมื่อนำข้อมูลไปประมวลผลด้วยวิธีการ PCA ให้เลือกค่า eigenvector ของตัวประกอบชุดที่ 1 (แสดงค่า eigenvector ในแถวที่ 17) จากนั้นนำค่า eigenvector มาคูณกับตัวแปรแต่ละตัวที่ standardization ไว้แล้ว เช่น ค่า eigenvector ของตัวแปรอัตราการเติบโตของ GDP ของประเทศไทยเทียบกับประเทศอาเซียน (growth rate) เท่ากับ -0.0432 มาคูณกับชี้วัดของตัวแปร growth rate จะได้เป็นเป็นชุดข้อมูลใหม่ ในช่วงปีเดิม คือ พ.ศ. 2545-2551 (แสดงในคอลัมน์ที่ 2 แถวที่ 19-25) ให้นำค่า eigenvector ของตัวแปรแต่ละตัวคูณกับชี้วัดตัวแปรทุกตัวในแต่ละชุด จากนั้นให้หาผลรวมของตัวแปรจะได้เป็นดัชนีชี้วัดในปีนั้นๆ เช่น ดัชนีชี้วัดมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันในปี 2545 เท่ากับ -1.2693 (ซึ่งมาจากผลรวมของตัวแปรทุกตัวในมิติ ในปี พ.ศ. 2545 ดังที่ปรากฏในแถวที่ 19 คอลัมน์ที่ 2-7)

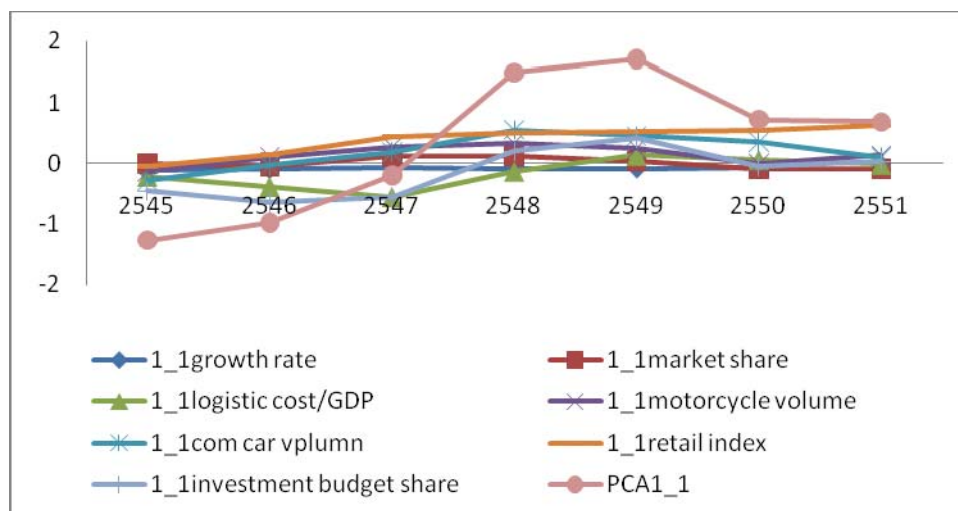
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลสำหรับการทำ PCA

ข้อมูลที่ปรับ ทิศทางแล้ว	growth rate	market share	logistic cost/GDP	motorcycle	com car	retail index	investment budget share	
2545	0.9693	1.0700	0.0552	112869.56	23547.32	99.98	22.00	
2546	1.2051	1.0800	0.0565	142516.52	29478.33	115.66	21.10	
2547	0.8996	1.0400	0.0578	163083.27	34529.01	141.06	21.50	
2548	0.6543	1.0400	0.0546	170456.31	43009.99	147.05	25.20	
2549	0.7324	1.0600	0.0526	159919.16	40652.18	147.72	26.30	
2550	0.7037	1.0900	0.0532	129547.49	38325.77	150.74	24.00	
2551	0.5787	1.0900	0.0538	145715.36	32482.45	156.69	24.40	
ข้อมูลที่ทำ เป็น มาตรฐาน	growth rate	market share	logistic cost/GDP	motorcycle	com car	retail index	investment budget share	
2545	0.2269	0.1336	0.6539	-0.4607	-0.6557	-0.1182	-1.0073	
2546	0.2593	0.6013	1.1598	0.3399	-0.0801	0.2989	-1.4102	
2547	0.2174	-1.2695	1.6890	0.8953	0.4100	0.9745	-1.2311	
2548	0.1838	-1.2695	0.4093	1.0944	1.2331	1.1339	0.4253	
2549	0.1945	-0.3341	-0.4065	0.8099	1.0043	1.1517	0.9178	
2550	0.1905	1.0690	-0.1796	-0.0103	0.7785	1.2320	-0.1119	
2551	0.1734	1.0690	0.0521	0.4263	0.2114	1.3903	0.0672	
Eigenvector	-0.4325	-0.0919	-0.3278	0.3076	0.4459	0.4437	0.4547	
ข้อมูลที่ทำ PCA	growth rate	market share	logistic cost/GDP	motorcycle	com car	retail index	investment budget share	PCA
2545	-0.0981	-0.0123	-0.2143	-0.1417	-0.2924	-0.0524	-0.4580	-1.2693
2546	-0.1121	-0.0553	-0.3802	0.1046	-0.0357	0.1326	-0.6412	-0.9873
2547	-0.0940	0.1167	-0.5537	0.2754	0.1828	0.4324	-0.5598	-0.2002
2548	-0.0795	0.1167	-0.1342	0.3366	0.5498	0.5031	0.1934	1.4860
2549	-0.0841	0.0307	0.1332	0.2491	0.4478	0.5110	0.4173	1.7050
2550	-0.0824	-0.0982	0.0589	-0.0032	0.3471	0.5466	-0.0509	0.7179
2551	-0.0750	-0.0982	-0.0171	0.1311	0.0943	0.6169	0.0305	0.6825

ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

ดัชนีชี้วัดในมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันแสดงในคอลัมน์สุดท้ายของตารางที่ 4.2 และเมื่อนำตัวเลขตั้งแต่ปี 2545-2551 มาแสดงในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 4.1 เส้นตรงชื่อ PCA1_1 คือ ซีรีส์ของดัชนีรวมในมิตินี้ พบว่า ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี 2549

ภาพที่ 4.1 ดัชนีชี้วัดในมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขัน



ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3. ผลการทำดัชนีรวมในแต่ละมิติ

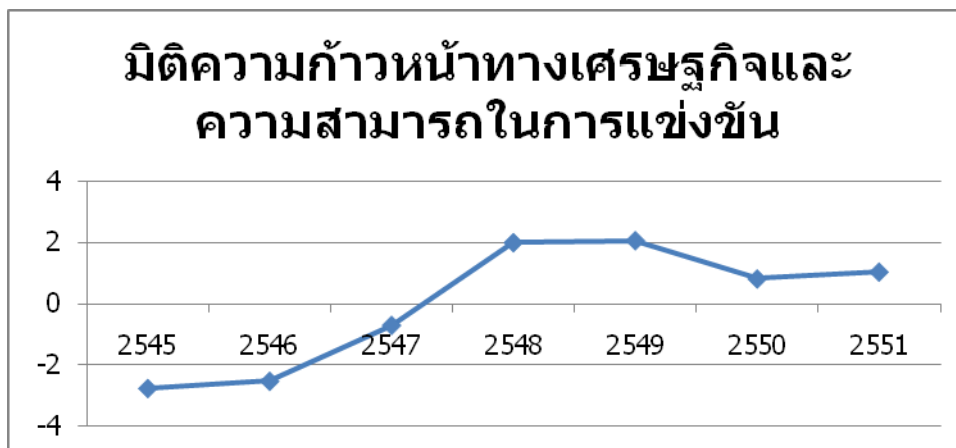
การสร้างดัชนีเป็นผลมาจากการรวมตัวแปรหลายๆ ให้เป็นตัวแปรตัวเดียวที่เรียกว่าดัชนี เพื่อใช้ในการวัดสภาพการณ์ของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผลของการสรุปรวมตัวแปรให้เป็นดัชนีเดียวโดยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักเป็นการบอกแนวโน้มของสภาพการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ต้องการชี้วัดว่ามีแนวโน้มดีขึ้นหรือเลวลงอย่างไร ผลการทำดัชนีโดยวิธีวิเคราะห์ตัวประกอบหลักจากตัวแปรต่างๆ ในแต่ละมิติที่ได้กล่าวในบทที่ 3 ได้ผลดังต่อไปนี้

3.1 ด้านเศรษฐกิจ: มิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขัน

นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 เป็นต้นมา เศรษฐกิจมีความก้าวหน้า และมีความสามารถในการแข่งขันที่สูงขึ้น จนกระทั่งปีพ.ศ. 2548 ความก้าวหน้าและความสามารถในการแข่งขันนี้เริ่มลดลง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงปีพ.ศ. 2550 อย่างไรก็ดี ในปีพ.ศ. 2551 มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของ

ดัชนีชี้ให้เห็นว่าเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีความก้าวหน้าและการแข่งขันที่ดีขึ้นจากปีก่อนหน้า

ภาพที่ 4.2 ดัชนีชี้วัดในมิติความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขัน

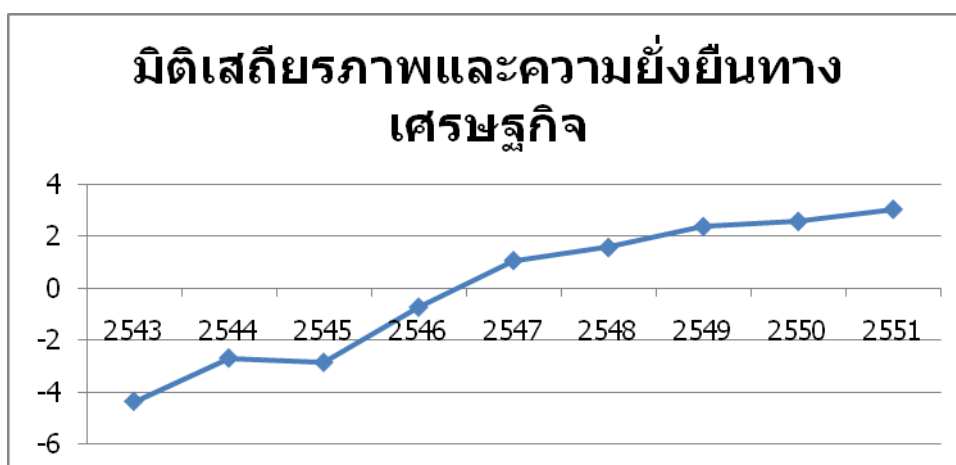


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.2 ด้านเศรษฐกิจ: มิติเสถียรภาพและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ

ดัชนีชี้วัดในมิติเสถียรภาพและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนไหวที่เป็นบวก หรือมีแนวโน้มของการมีเสถียรภาพและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นทุกปี

ภาพที่ 4.3 ดัชนีชี้วัดในมิติเสถียรภาพและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ

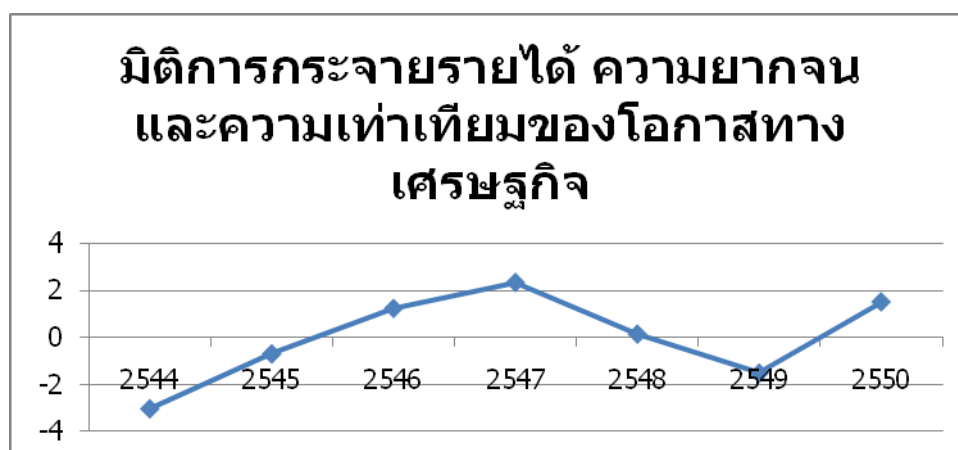


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.3 ด้านเศรษฐกิจ: มิติการกระจายรายได้ ความยากจน และความเท่าเทียมของโอกาสทางเศรษฐกิจ

ช่วงปีพ.ศ. 2544 - 2547 การกระจายรายได้และความเท่าเทียมของโอกาสทางเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ความยากจนนั้นมีแนวโน้มลดลง หลังจากนั้น ปีพ.ศ. 2547-2549 การกระจายรายได้เลวลง และความยากจนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ดัชนีชี้ให้เห็นของการเคลื่อนไหวในทางที่ดีขึ้นในปี พ.ศ. 2550

ภาพที่ 4.4 ดัชนีชี้วัดในมิติการกระจายรายได้ ความยากจน และความเท่าเทียมของโอกาสทางเศรษฐกิจ



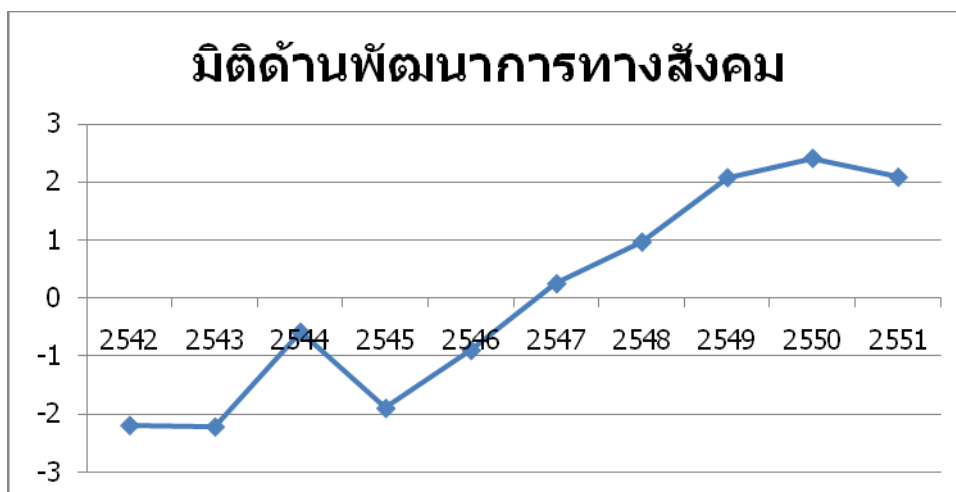
ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

สำหรับในด้านเศรษฐกิจ ในปีพ.ศ. 2551 เศรษฐกิจเติบโตและมีความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงปีก่อนหน้าที่เศรษฐกิจมีการเติบโตที่ถดถอย และกำลังเผชิญกับภาวะการลดลงของความสามารถในการแข่งขัน นอกจากนี้ ในปีพ.ศ. 2551 การกระจายรายได้มีแนวโน้มดีขึ้นภายหลังจากเผชิญภาวะการกระจายรายได้ที่แย่ลงในช่วงปีก่อนหน้า อย่างไรก็ตาม เศรษฐกิจยังอยู่ในภาวะที่มีความมั่นคง มีเสถียรภาพสูง

3.4 ด้านสังคม: มิติด้านพัฒนาการทางสังคม

พัฒนาการทางสังคมมีแนวโน้มดีขึ้นตลอดตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542 แม้ว่าในปีพ.ศ. 2545 มีพัฒนาการที่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า

ภาพที่ 4.5 ดัชนีชี้วัดในมิติด้านการพัฒนาทางสังคม



ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.5 ด้านสังคม: มิติด้านเสถียรภาพและความมั่นคงทางสังคม

สังคมมีเสถียรภาพและความมั่นคงที่เพิ่มขึ้นตลอดในช่วงปี พ.ศ. 2543-2551

ภาพที่ 4.6 ดัชนีชี้วัดในมิติด้านเสถียรภาพและความมั่นคงทางสังคม

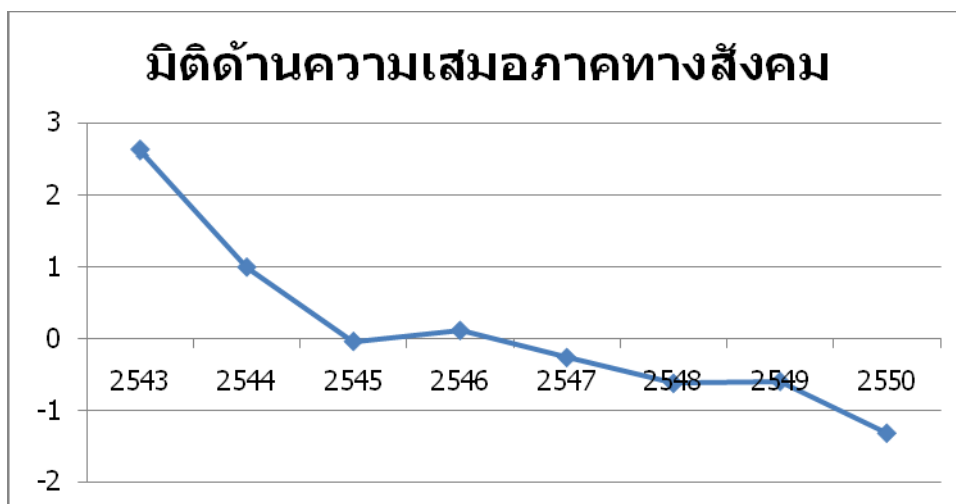


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.6 ด้านสังคม: มิติด้านความเสมอภาคทางสังคม

ความเสมอภาคทางสังคมมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนตลอดช่วงที่ทำการศึกษาปีพ.ศ. 2543-2551

ภาพที่ 4.7 ดัชนีชี้วัดในมิติด้านความเสมอภาคทางสังคม

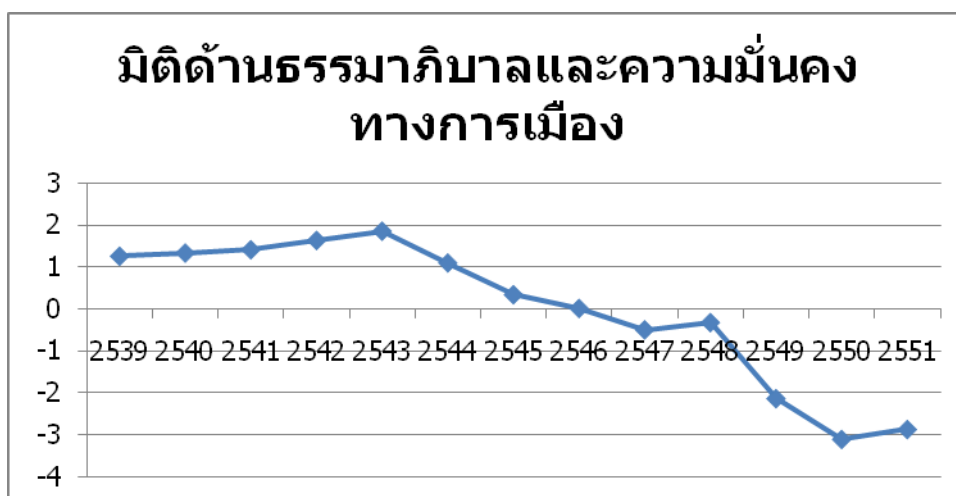


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.7 ด้านสังคม: มิติด้านธรรมาภิบาลและความมั่นคงทางการเมือง

ธรรมาภิบาลและความมั่นคงทางการเมืองมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน

ภาพที่ 4.8 ดัชนีชี้วัดในมิติด้านธรรมาภิบาลและความมั่นคงทางการเมือง



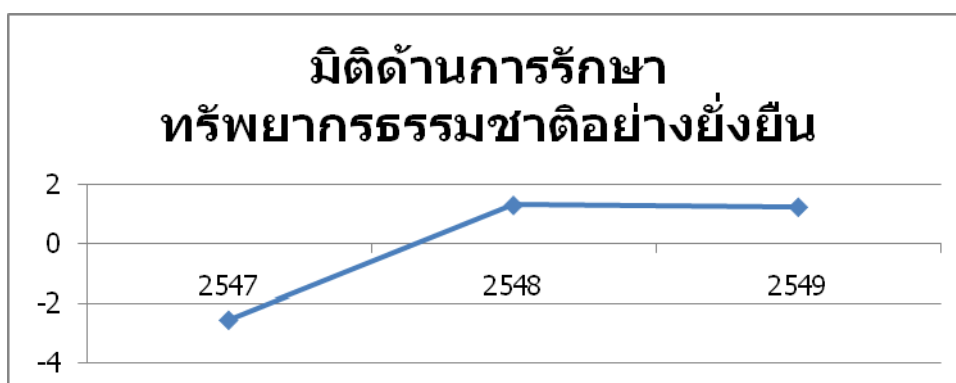
ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

สำหรับในด้านสังคม ได้ข้อสรุปว่า สังคมมีความมั่นคงและเข้มแข็ง ซึ่งเห็นได้จากการที่สังคมมีพัฒนาการที่ดีขึ้น มีเสถียรภาพที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น สังคมกำลังเติบโตในภาวะที่ความเสมอภาคและธรรมาภิบาลของรัฐมีแนวโน้มเลวลงอย่างต่อเนื่อง

3.8 ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

เนื่องจากข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อมูลที่มีความล่าช้า ทำให้การคำนวณดัชนีได้ผลในช่วงเวลาสั้นๆ สำหรับในด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ พบว่า มีความพยายามในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้นตั้งแต่ช่วงปีพ.ศ. 2547 ถึงปีพ.ศ. 2549

ภาพที่ 4.9 ดัชนีชีวิตในมิติด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

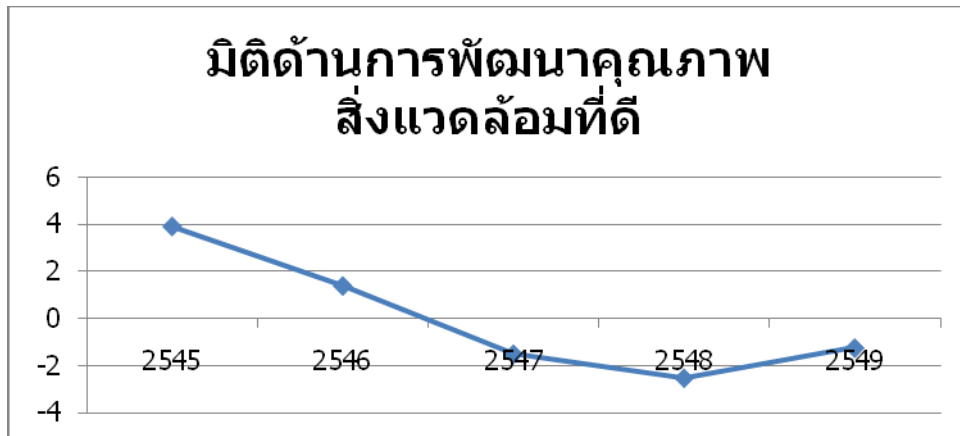


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.9 ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี

คุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 - 2548 แต่ดีขึ้นเล็กน้อยในปีพ.ศ. 2549

ภาพที่ 4.10 คชนิชีวัดในมิติด้านการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี

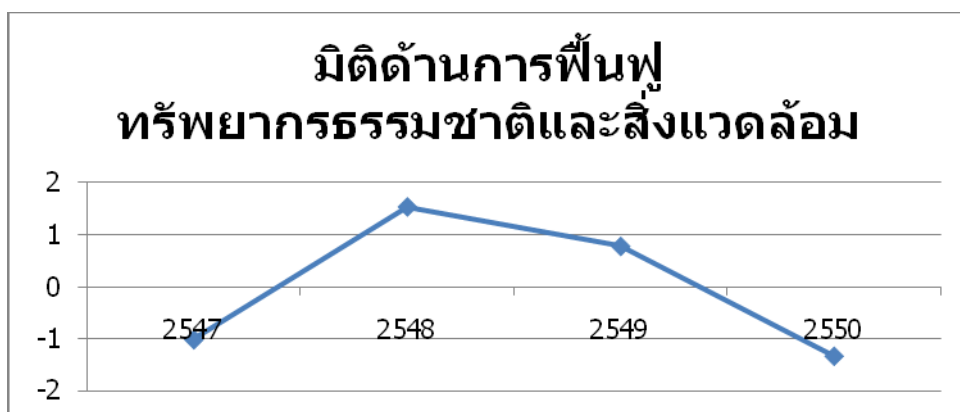


ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

3.10 ด้านสิ่งแวดล้อม: มิติด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คชนิชีให้เห็นว่ามีการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ลดลง

ภาพที่ 4.11 คชนิชีวัดในมิติด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย

สำหรับในด้านสิ่งแวดล้อม แม้จะมีความพยายามในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น แต่คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติลดลง

ตารางที่ 4.3 สรุปการเปลี่ยนแปลงของสภาพการณ์ในแต่ละมิติ

ดัชนีชี้วัด	ข้อสรุป
มิติด้านเศรษฐกิจ	
1.1 มิติความก้าวหน้าและความสามารถในการแข่งขัน	-
1.2 มิติเสถียรภาพและความยั่งยืน	+
1.3 มิติการกระจายรายได้ ความยากจน และความเท่าเทียมฯ	+
มิติด้านสังคม	
2.1 มิติด้านพัฒนาการ	+
2.2 มิติด้านเสถียรภาพและความมั่นคง	+
2.3 มิติด้านความเสมอภาค	-
2.4 มิติด้านการมีธรรมาภิบาลและความมั่นคงทางการเมือง	-
มิติด้านสิ่งแวดล้อม	
3.1 มิติด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน	+
3.2 มิติด้านการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี	+
3.3 มิติด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-

หมายเหตุ: + หมายถึง สภาพการณ์ที่ดีขึ้น, - หมายถึง สภาพการณ์ที่แย่ลง

ที่มา: จากการคำนวณของคณะผู้วิจัย