บทที่ 2

ระเบียบวิธีการวิจัย

2.1 <u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

ข้อมูลที่นำมาศึกษามีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ

2.1.1 <u>ข้อมูลปฐมภูมิ</u> ได้จากการสัมภาษณ์คนงานที่กำลังจะเดินทางไปทำงานในประเทศแถบตะวันออกกลาง ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบ Quota Sampling ตามค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางไปทำงาน

2.1.1.1 <u>ประชากรเป้าหมาย</u> (Target Population) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ คนงานที่กำลังจะเดินทางไปทำงานเป็นครั้งแรก (ยังไม่เคยไปทำงานในประเทศแถบตะวันออกกลางมาก่อน)

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ คนงานที่เคยไปทำงานในประเทศแถบตะวันออกกลางมาก่อนอย่างน้อย 1 ครั้ง และกำลังจะเดินทางกลับไปอีก

2.1.1.2 <u>หน่วยตัวอย่างที่สำรวจ</u> (Sample Units) ได้แก่ คนงานที่มาติดต่อกรมแรงงาน เพื่อขอยกเว้นภาษีเดินทาง คนงานที่มารับการอบรมก่อนเดินทางที่สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน และคนงานที่มารับการตรวจร่างกายที่โรงพยาบาลจุฬา

2.1.1.3 <u>ขนาดตัวอย่าง</u>

ขนาดตัวอย่างที่จะสำรวจประมาณกลุ่มละ 300 คน จากการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจไปทำงานของคนงานแต่ละกลุ่มเป็นดังนี้

ก. <u>กลุ่มคนงานที่เดินทางเป็นครั้งแรก</u> ตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจไปทำงานในตะวันออกกลาง คือ

(1) ประเทศที่ไป แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- ประเทศซาอุดิอาระเบีย
- ประเทศอื่น ๆ ที่เหลือ ซึ่งได้แก่ ประเทศลิเบีย อิรัก บาห์เรน ดูไบ อิหร่าน สหรัฐอาหรับเอมิเรทส์ คูเวต กาตาร์ เยเมน อิสราเอล โอมาน จอร์แดน อียิปต์ ซูดาน เลบานอน ไซปรัส อัลจิเรีย และซีเรีย

(2) อาชีพเดิมในรอบปีก่อนที่จะเดินทาง จัดอาชีพตามประเภทฝีมือคนงาน คือ

- คนงานไร้ฝีมือ เช่น ผู้มีอาชีพทำนา กรรมกรรับจ้างทั่วไป พนักงานทำความสะอาด เป็นต้น
- คนงานกึ่งมีฝีมือและมีฝีมือ เช่น ผู้มีอาชีพช่างไม้ ช่างปูน คนขับรถ หัวหน้าคนงาน เป็นต้น

(3) ประสบการณ์ในตำแหน่งงานที่กำลังจะเดินทางไปทำ แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

- มีประสบการณ์
- ไม่มีประสบการณ์

ดังนั้นการเลือกตัวอย่างจะเลือกมาจากแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยจะจัดสรรตัวอย่างให้แก่แต่ละกลุ่มตามค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่มนั้น รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็นดังนี้

	ซาอุดิอาระเบีย		ประเทศอื่นๆ		
อาชีพเดิม	ไร้ฝีมือ	กึ่งมีฝีมือและมีฝีมือ	ไร้ฝีมือ	กึ่งมีฝีมือและมีฝีมือ	รวม
ประสบการณ์					
ไม่มี	45	37	24	20	126
มี	62	51	33	28	174
รวม	107	88	57	48	300

ข. <u>กลุ่มคนงานที่เคยไปทำงานในตะวันออกกลางมาแล้ว</u>

ตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจกลับไปทำงานอีก คือ

(1) ประเทศสุดท้ายในตะวันออกกลางที่คนงานเคยไปทำงาน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- ประเทศซาอุดิอาระเบีย
- ประเทศอื่น ๆ ที่เหลือ

(2) ค่าจ้างที่ได้รับจากประเทศสุดท้ายในตะวันออกกลาง ที่คนงานเคยไปทำงาน แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

- น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8,000 บาทต่อเดือน
- 8,001-14,000 บาทต่อเดือน
- มากกว่า 14,000 บาทต่อเดือน

ดังนั้นการเลือกตัวอย่างจะเลือกมาจากแต่ละกลุ่มซึ่งมีทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะจัดสรรตัวอย่างให้แก่แต่ละกลุ่มตามค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่ม รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็นดังนี้

ค่าจ้าง (บาท)	ซาอุดิอาระเบีย	ประเทศอื่นๆ	รวม
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8,000	101	55	156
8,001-14,000	81	48	129
มากกว่า 14,000	12	3	15
รวม	194	106	300

หลังจากกำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มแล้ว ทำการเลือกตัวอย่างด้วยวิธี Quota Sampling ให้ได้ตัวอย่างครบในแต่ละกลุ่ม แต่เนื่องจากบางกลุ่มสำรวจได้ตัวอย่างเกินกว่าที่กำหนดไว้ จึงมิได้ตัดทิ้ง ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างของคนงานที่เดินทางเป็นครั้งแรก 310 ราย และจำนวนตัวอย่างของผู้ที่เคยเดินทางไปมาแล้วและกำลังจะไปใหม่อีก 309 ราย

2.1.1.4 เครื่องมือที่ใช้ คือแบบสอบถาม ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 เป็นแบบสอบถามสำหรับคนงานที่กำลังจะเดินทางไปทำงานต่างประเทศเป็นครั้งแรก เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของคนงาน รวมทั้งศึกษาถึงตัวแปรที่สำคัญต่อการตัดสินใจไปทำงานเป็นครั้งแรก

ชุดที่ 2 เป็นแบบสอบถามสำหรับคนงานที่เคยเดินทางไปทำงานต่างประเทศมาแล้ว และตัดสินใจที่จะเดินทางไปอีก เพื่อศึกษาถึงลักษณะทั่วไปของคนงานที่เคยไปมาแล้ว ศึกษาถึงตัวแปรที่จะนำไปใช้เพื่อประมาณจำนวนคนงานในตะวันออกกลาง รวมทั้งศึกษาถึงตัวแปรที่สำคัญต่อการตัดสินใจกลับไปอีก

สำหรับการวิเคราะห์ประมาณจำนวนคนงานไทยในตะวันออกกลางนั้น ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามชุดที่ 2 โดยตัดข้อถามที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และได้สุ่มตัวอย่างคนงานที่เคยเดินทางไปมาแล้วเพิ่มขึ้นอีก 169 ราย เมื่อรวมกับจำนวนตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามชุดที่ 2 อีก 309 ราย จะเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 478 ราย

2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นข้อมูลรายเดือนของจำนวนเงินโอน และจำนวนบัญชีเงินโอนที่มีการโอนเงินจากประเทศในแถบตะวันออกกลาง จำแนกตามภาคที่มีเงินโอนเข้า และจำแนกตามประเทศในตะวันออกกลาง ระหว่างปี พ.ศ.2524-2529 ซึ่งธนาคารแห่งประเทศไทยได้รวบรวมเป็นสถิติไว้

2.2 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2.1 การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่นำมาใช้ในการประมาณจำนวนคนงานไทยในตะวันออกกลาง

โดยการสัมภาษณ์คนงานที่เคยเดินทางไปตะวันออกกลางมาแล้ว ถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของคนงานระหว่างที่อยู่ในตะวันออกกลาง จากนั้นทำการทดสอบสมมุติฐานของตัวแปรต่อไปนี้

(1) ทดสอบสมมุติฐานว่า คนงานที่มีภูมิลำเนาต่างกัน เปิดบัญชีเพื่อโอนเงินเข้า มีจำนวนโดยเฉลี่ยต่างกันหรือไม่

(2) ทดสอบสมมุติฐานว่า คนงานที่เดินทางไปทำงานในปีต่างกัน เปิดบัญชีเพื่อโอนเงินเข้า มีจำนวนโดยเฉลี่ยต่างกันหรือไม่

(3) ทดสอบสมมุติฐานว่า คนงานที่ไปทำงานในตำแหน่งประเภทฝีมือแรงงานต่างกัน โอนเงินกลับเฉลี่ยต่อเดือนแตกต่างกันหรือไม่

(4) ทดสอบสมมุติฐานว่า คนงานที่เดินทางไปทำงานในปีต่างกัน โอนเงินกลับเฉลี่ยต่อเดือนแตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานและค่าสถิติที่ใช้เพื่อการทดสอบ มีดังนี้

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$

$$F_c = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^{k} n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}$$

$$= \frac{(n-k) \sum_{i=1}^{k} T_i^2/n_i - T^2/n}{(k-1) \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - T_i^2/n_i}$$

เมื่อ $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ แทนค่าเฉลี่ยของลักษณะที่สนใจศึกษาจากประชากรที่ $1, 2 \dots, k$ ตามลำดับ

$n_1, n_2, \dots, n_k$ แทนจำนวนตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรที่ $1, 2, \dots, k$ ตามลำดับ

n = จำนวนตัวอย่างรวมทั้ง k ประชากร = $\sum_{i=1}^{k} n_i$

T_i = ผลรวมของข้อมูลที่รวบรวมได้จากตัวอย่างที่เลือกจากประชากรที่ i

$= \sum_{i=1}^{n_i} X_{ij}$

T = ผลรวมที่เก็บรวบรวมได้จากตัวอย่างที่เลือกมาจากทุก ๆ ประชากร

$= \sum_{i=1}^{k} T_i = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}$

$\bar{X}_i$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากตัวอย่างที่เลือกมาจาก ประชากรที่ i

$= \frac{T_i}{n_i}$

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากตัวอย่างที่เลือกมาจากทุก ๆ ประชากร

$= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{k} X_i = \frac{T}{n}$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA TABLE) เป็นดังนี้

สาเหตุของความแปรปรวน	df	SS	MS	F_c
ระหว่างกลุ่ม	k-1	$\sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n} - \frac{T^2}{n} = SS(B)$	$\frac{SS(B)}{k-1} = MS(B)$	$\frac{MS(B)}{MS(W)}$
ภายในกลุ่มเดียวกัน	n-k	$\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} = SS(W)$	$\frac{SS(W)}{n-k} = MS(W)$	
รวม	n-1	$\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{n}$		

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o (Reject H_o) เมื่อ $F_c > F_{\alpha,k-1,n-k}$

2.2.2 <u>การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากรใด ๆ ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน</u>

กรณีที่การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่สามประชากรขึ้นไป โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน หากผลการทดสอบปฏิเสธสมมุติฐาน H_o จะทำการทดสอบต่อไปว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดที่แตกต่างกัน ด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$LSD = t_{\alpha/2,n-k}\sqrt{s^2\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

เมื่อ s^2 = ความแปรปรวน

n_i, n_j = ขนาดตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากร i และ j

ถ้า $\bar{X}_i - \bar{X}_j > LSD$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของประชากรคู่นั้นแตกต่างกัน

ถ้า $\bar{X}_i - \bar{X}_j \leqslant LSD$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของประชากรคู่นั้นไม่แตกต่างกัน

2.2.3 <u>การประมาณข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลา</u>

2.2.3.1 <u>การประมาณจำนวนคนงานไทยในตะวันออกกลางเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2529</u> ใช้วิธีต่อไปนี้

<u>วิธีที่ 1</u> ประมาณจากยอดเงินโอนในแต่ละเดือนที่คนงานส่งกลับผ่านกระบวนการธนาคาร สูตรที่ใช้สำหรับการประมาณ คือ

$$(1)\quad N_{ij} = \left(\frac{r_{ij}P_{uj}}{\bar{X}_{uj}} + \frac{r_{ij}P_{sj}}{\bar{X}_{sj}}\right) + \left(\frac{r_{ij}P_{uj}}{\bar{X}_{uj}} + \frac{r_{ij}P_{sj}}{\bar{X}_{sj}}\right) x \left(\frac{P1+P2}{P3}\right)$$

$$= r_{ij}\left(\frac{P_{uj}}{\bar{X}_{uj}} + \frac{P_{sj}}{\bar{X}_{sj}}\right)\left(\frac{1+P_1+P_2}{P_3}\right)$$

เมื่อ N_{ij} = จำนวนคนงานไทยในตะวันออกกลางที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคที่ i ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

r_{ij} = จำนวนเงินโอนจากคนงานไทยที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคที่ i ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

P_{uj} = สัดส่วนคนงานไร้ฝีมือในตะวันออกกลางของปีที่ j

P_{sj} = สัดส่วนคนงานกึ่งฝีมือและมีฝีมือในตะวันออกกลางของปีที่ j

$\bar{X}_{uj}$ = เงินโอนเฉลี่ยต่อเดือนของคนงานไร้ฝีมือในปีที่ j

$\bar{X}_{sj}$ = เงินโอนเฉลี่ยต่อเดือนของคนงานกึ่งมีมือและมีฝีมือในปีที่ j

P_1 = สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศที่สาม

P_2 = สัดส่วนคนงานที่ไม่ได้โอนเงินกลับผ่านกระบวนการธนาคาร

P_3 = สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศในแถบตะวันออกกลางโดยตรง

$$(2) \quad N_{TOLj} = \sum_{i=1}^{3} \left\{ r_{ij} \left(\frac{P_{uj}}{\bar{X}_{uj}} + \frac{P_{sj}}{\bar{X}_{sj}} \right) \left(\frac{1+P_1+P_2}{P_3} \right) \right\}$$

เมื่อ N_{TOLj} = จำนวนคนงานไทยทั้งหมดในตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

i = 1 แทนภาคเหนือ, i=2 แทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ i=3 แทนภาคอื่น ๆ

$$(3) \quad N_{SAUj} = r_{SAUj} \left(\frac{P_{uj}}{\bar{X}_{uj}} + \frac{P_{sj}}{\bar{X}_{sj}} \right) \left(\frac{1+P_1+P_2}{P_3} \right)$$

เมื่อ N_{SAUj} = จำนวนคนงานไทยในประเทศซาอุดิอาระเบียน ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

r_{SAUj} = จำนวนเงินโอนกลับจากประเทศซาอุดิอาระเบีย ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

$$(4) \quad N_{OTHj} = N_{TOLj} - N_{SAUj}$$

เมื่อ N_{OTHj} = จำนวนคนงานไทยในประเทศอื่น ๆ แถบตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

<ins>ข้อสมมุติของวิธีที่ 1</ins>

(1) คนงานที่มีภูมิลำเนาต่างกัน จะโอนเงินกลับเฉลี่ยต่อเดือนไม่แตกต่างกัน

(2) คนงานที่มีภูมิลำเนาต่างกัน และมีประเภทฝีมือแรงงานเหมือนกัน จะโอนเงินกลับเฉลี่ยต่อเดือนไม่แตกต่างกัน

(3) สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศในตะวันออกกลางโดยตรง สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศที่ส่าม และสัดส่วนคนงานที่ไม่ได้โอนเงินกลับผ่านกระบวนการธนาคารไม่เปลี่ยนแปลง

วิธีที่ 2 ประมาณจากยอดจำนวนบัญชีเงินโอน สูตรสำหรับการประมาณคือ

จำนวนคนงานไทยทั้งหมดในตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ

$$= \sum_{i=1}^{3} \left\{ \frac{a_i}{\bar{Y}_i} + \frac{a_i}{\bar{Y}_i} \left(\frac{P_1 + P_2}{P_3} \right) \right\}$$

$$= \sum_{i=1}^{3} \left\{ \frac{a_i}{\bar{Y}_i} \left(\frac{1+P_1+P_2}{P_3} \right) \right\}$$

เมื่อ a_i = จำนวนบัญชีทั้งหมดของคนงานไทยในตะวันออกกลาง ซึ่งมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคที่ i

i = 1 แทนภาคเหนือ, $i=2$ แทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ $i=3$ แทนภาคอื่น ๆ

$\bar{Y}_i$ = จำนวนบัญชีเฉลี่ยต่อคนงาน 1 คน ที่มีการโอนเงินกลับประเทศไทย

P_1 = สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศที่ส่าม

P_2 = สัดส่วนคนงานที่ไม่ได้โอนเงินผ่านกระบวนการธนาคาร

P_3 = สัดส่วนคนงานที่โอนเงินผ่านประเทศในตะวันออกกลางโดยตรง

เนื่องจากข้อมูลจำนวนบัญชีเงินโอนนั้น ธนาคารแห่งประเทศไทยรวบรวมเฉพาะของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นจึงประมาณจำนวนบัญชีเงินโอนของภาคอื่น (ภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ ภาคใต้มีคนงานในตะวันออกกลางน้อยมาก) จากสูตร

$\hat{a}_3$ = จำนวนบัญชีเงินโอนจากภาคอื่น ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนเงินโอนจากภาคอื่น ๆ}}{\text{จำนวนเงินโอนเฉลี่ยต่อ 1 บัญชีของคนงานในภาคอื่นๆ}}$$

<u>ข้อตกลงเบื้องต้นของการนับจำนวนบัญชีต่อคนงาน 1 คน</u>

เนื่องจากจำนวนเงินโอนในแต่ละเดือนของคนงานแต่ละคนเป็นผลรวมของจำนวนเงินโอนทั้งหมดจากทุกบัญชีที่คนงานนั้นได้เปิดบัญชีไว้ โดยไม่คำนึงว่าคนงานนั้นจะโอนเงินมาเข้ากี่บัญชี ดังนั้นจึงกำหนดหลักเกณฑ์ในการนับจำนวนบัญชีต่อคนดังนี้

(1) กรณีที่มีการโอนเงินมาเข้าบัญชีมากกว่า 1 บัญชี โดยมีระยะเวลาในการโอนเงินเข้าแต่ละบัญชีห่างกันไม่ถึง 1 เดือน ให้นับจำนวนบัญชีเท่ากับจำนวนบัญชีที่มีเงินโอนเข้า

(2) กรณีที่มีการโอนเงินเข้าบัญชีมากกว่า 1 บัญชี โดยที่แต่ละบัญชีมีระยะเวลาในการโอนเงินเข้าห่างกันตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป ให้นับรวมจำนวนบัญชีทั้งหมดเป็น 1 บัญชี

2.2.3.2 <u>การประมาณรายได้ทั้งหมดจากตะวันออกกลางเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2529</u>

เนื่องจากข้อมูลจำนวนเงินโอน ซึ่งธนาคารแห่งประเทศไทยได้รวบรวมสถิติไว้ มิใช่เป็นข้อมูลรายได้ทั้งหมดจากตะวันออกกลางเข้าสู่ประเทศไทย เพราะคนงานบางส่วนมิได้โอนเงินผ่านประเทศในตะวันออกกลางโดยตรง การพยากรณ์รายได้ของประเทศโดยใช้ข้อมูลจำนวนเงินโอนดังกล่าวจึงไม่ถูกต้อง

ในที่นี้ประมาณข้อมูลรายได้เบื้องต้นเป็นรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2529 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิคดังนี้

(1) $$I_{SAUj} = \left(N_{SAUj} \times P_{uj} \times \bar{X}_{uj} + N_{SAUj} \times P_{sj} \times \bar{X}_{sj}\right) \Big/ 1000000$$

เมื่อ I_{SAUj} = รายได้ทั้งหมดจากคนงานในประเทศซาอุดิอาระเบีย ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

N_{SAUj} = จำนวนคนงานไทยในประเทศซาอุดิอาระเบีย ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

P_{uj} = สัดส่วนคนงานไร้ฝีมือในปีที่ j

P_{sj} = สัดส่วนคนงานกึ่งฝีมือและมีฝีมือในปีที่ j

$\bar{X}_{uj}$ = จำนวนเงินโอนเฉลี่ยต่อเดือนของคนงานไร้ฝีมือในปีที่ j

$\bar{X}_{sj}$ = จำนวนเงินโอนเฉลี่ยต่อเดือนของคนงานกึ่งฝีมือและมีฝีมือในปีที่ j

$$(2)\quad I_{OTHj} = \left(N_{OTHj} \times P_{uj} \times \bar{X}_{uj} + N_{OTHj} \times P_{sj} \times \bar{X}_{sj} \right) / 1000000$$

เมื่อ I_{OTHj} = รายได้ทั้งหมดจากคนงานไทยในประเทศอื่น ๆ แถบตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

N_{OTHj} = จำนวนคนงานไทยในประเทศอื่น ๆ แถบตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

$$(3)\quad I_{TOLj} = I_{SAUj} + I_{OTHj}$$

เมื่อ I_{TOLj} = รายได้ทั้งหมดที่เข้าสู่ประเทศไทยจากคนงานไทยในตะวันออกกลาง ณ เดือนใด ๆ ของปีที่ j

2.2.4 <u>การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค</u> (Classical Time Series Analysis)

จุดประสงค์ของการศึกษาอนุกรมเวลาในที่นี้ คือ การใช้ความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจำนวนคนงานไทย และรายได้เข้าประเทศจากคนงานไทยในตะวันออกกลางในอดีตมาหารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เหมาะสม และใช้เป็นแนวทางในการพยากรณ์หรือประมาณจำนวนคนงานและรายได้เข้าประเทศในอนาคต ตามความเหมาะสมของวิธีการและรูปแบบที่ได้ ดังนั้นในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิคนี้ สิ่งสำคัญที่สุดคือ การหาว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างที่ทำให้เกิดอนุกรมเวลา ต่อจากนั้นจึงวัดผลอันสืบเนื่องมาจากส่วนประกอบเหล่านี้ และนำเอาผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเป็นเครื่องมือประกอบการพยากรณ์หรือคาดการณ์ในอนาคต

2.2.4.1 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค มีดังนี้

- แนวโน้ม (Trend หรือ T)
- การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonal Variation หรือ S)
- การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร (Cyclical Variation หรือ C)
- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation หรือ I)

ข้อมูล (Y) ของอนุกรมเวลาชุดหนึ่ง ๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นผลหรืออิทธิพลจากปัจจัยทั้ง 4 ประการข้างต้น ซึ่งตัวแบบที่ใช้ในการแสดงส่วนประกอบของอนุกรมเวลา คือ

$$Y = T \times S \times C \times I$$

ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยการเคลื่อนไหวครบทั้ง 4 ปัจจัย หรือประกอบด้วยการเคลื่อนไหวบางชนิดก็ได้

2.2.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หาแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least square method) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอย ร่วมกับการศึกษาจากกราฟ เพื่อดูแนวโน้มของข้อมูล

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index) ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือน แบบเข้าสู่กึ่งกลาง (Centered 12 months moving average)

ขั้นที่ 3 นำค่าดัชนีฤดูกาลคูณกับค่าแนวโน้ม ($T \times S$) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง

ขั้นที่ 4 พยากรณ์จำนวนคนงานไทย และรายได้เข้าประเทศจากคนงานไทยในตะวันออกกลาง ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2530

หมายเหตุ ขั้นตอนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาดังกล่าว จะศึกษาโดยใช้ส่วนประกอบสำคัญ คือ แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเท่านั้น สำหรับการเปลี่ยน-แปลงตามวัฏจักรและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติจะไม่ศึกษาถึง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีรูปแบบ และช่วงเวลาที่แน่นอน ซึ่งการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก จึงจะสามารถกระทำได้

การวัดค่าแนวโน้มของจำนวนคนงานไทยและรายได้จากคนงานไทยในตะวันออกกลาง

งานวิจัยนี้ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในการศึกษาถึงรูปแบบสมการแนวโน้มจำนวนคนงานไทยในตะวันออกกลาง และรายได้จากคนงานไทยในตะวันออกกลาง ดังนี้

(1) รูปแบบสมการเชิงเส้น (linear trend)

$$Y = \beta_o + \beta_1 X + \varepsilon$$

เมื่อ X คือตัวแปรอิสระ (independent variable) ในที่นี้ได้แก่ ระยะเวลา (เดือน)

Y คือตัวแปรตาม (dependent variable) ขึ้นกับ X ในที่นี้ ได้แก่ข้อมูลจำนวนคนงานไทยและรายได้จากคนงานไทยในตะวันออกกลาง

β_o คือค่าเฉลี่ย (general mean) ที่ไม่นับค่าเปลี่ยนแปลงอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่า X

β_1 คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ต่อ 1 หน่วยของค่า X

ε คือค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (random error) ซึ่งเนื่องมาจากความผิดพลาดในการวัด และเนื่องจากตัวประกอบอื่น ๆ นอกจาก X

สมการแนวโน้มคือ $\hat{Y} = a_o + a_1 X$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือค่าประมาณของ Y

a_o, a_1 คือค่าประมาณของตัวพารามิเตอร์ β_o, β_1 ตามลำดับ

X คือระยะเวลา (เดือน)

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด สามารถเขียนสมการปกติ (normal equations) เพื่อหาค่า a_o, a_1 ได้ดังนี้

$$na_o + a_1\Sigma X = \Sigma Y \qquad (1)$$

$$a_o\Sigma X + a_1\Sigma X^2 = \Sigma XY \qquad (2)$$

ค่าของ X คือระยะเวลาเป็นเดือน เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงกำหนดค่า X ให้ผลรวมของ X เท่ากับ 0 ดังนั้น สมการปกติจะลดรูปเหลือ

$$na_o + 0 = \Sigma Y$$

$$0 + a_1\Sigma X^2 = \Sigma XY$$

$$\text{นั่นคือ } a_o = \frac{\Sigma Y}{n} = \bar{y} \qquad (3)$$

$$a_1 = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} \qquad (4)$$

(2) <u>รูปแบบสมการโพลิโนเมียลดีกรี k</u> (polynomial degree k)

$$Y = \beta_o + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \ldots + \beta_k X^k + \varepsilon$$

สมการแนวโน้ม คือ

$$\hat{Y} = a_o + a_1 X + a_2 X^2 + a_3 X^3 + \ldots + a_k X^k$$

<u>หมายเหตุ</u> สมการแนวโน้ม จะมีกำลังเท่าไร ขึ้นกับการทดสอบข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าสมการควรมีกำลังเท่าไร สมการที่ได้จึงจะเหมาะสมกับข้อมูล

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด สามารถเขียนสมการปกติได้ดังนี้

$$na_o + a_1\Sigma X + a_2\Sigma X^2 + \ldots + a_k\Sigma X^k = \Sigma Y$$

$$a_o\Sigma X + a_1\Sigma X^2 + a_2\Sigma X^3 + \ldots + a_k\Sigma X^{k+1} = \Sigma XY$$

$$a_o\Sigma X^2 + a_1\Sigma X^3 + a_2\Sigma X^4 + \ldots + a_k\Sigma X^{k+2} = \Sigma X^2 Y$$

$$\vdots$$

$$a_o\Sigma X^k + a_1\Sigma X^{k+1} + a_2\Sigma X^{k+2} \ldots + a_k\Sigma X^{2k} = \Sigma X^k Y$$

(3) <u>รูปแบบสมการเอ็กซ์โพเนนเชียลดีกรีสอง</u> (second degree exponential)

$$Y = \beta_o \beta_1^{X} \beta_2^{X^2} + \varepsilon$$

สมการแนวโน้มคือ $\hat{Y} = a_o a_1^{X} a_2^{X^2}$

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ a_o, a_1, a_2 สามารถทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้การแปลงรูป (transformation) เพื่อให้สมการเดิมเปลี่ยนรูปเป็นสมการเส้นตรง ซึ่งจะได้สมการแนวโน้มเป็น

$$\hat{\log} Y = \log a_o + X \log a_1 + X^2 \log a_2$$

และจะได้สมการปกติ ดังนี้

$$n \log a_o + \log a_1(\Sigma X) + \log a_2(\Sigma X^2) = \Sigma \log Y$$

$$\log a_o(\Sigma X) + \log a_1(\Sigma X^2) + \log a_2(\Sigma X^3) = \Sigma X \log Y$$

$$\log a_o(\Sigma X^2) + \log a_1(\Sigma X^3) + \log a_2(\Sigma X^4) = \Sigma X^2 \log Y$$

ด้วยวิธีการกำหนดค่า X ใหม่ ให้ $\Sigma X = 0$

ดังนั้นสมการปกติจะลดรูปเป็น

$$n \log a_o + \log a_2(\Sigma X^2) = \Sigma \log Y$$

$$\log a_1 (\Sigma X^2) = \Sigma X \log Y$$

$$\log a_o(\Sigma X^2) + \log a_2(\Sigma X^4) = \Sigma X^2 \log Y$$

หาค่า $\log a_o$, $\log a_1$, $\log a_2$ ได้ดังนี้

$$\log a_o = \frac{(\Sigma \log Y)(\Sigma X^4) - (\Sigma X^2)(\Sigma X^2 \log Y)}{n\Sigma X^4 - (\Sigma X^2)^2}$$

$$\log a_1 = \frac{\Sigma X \log Y}{\Sigma X^2}$$

$$\log a_2 = \frac{(\Sigma \log Y)(\Sigma X^2) - n(\Sigma X^2 \log Y)}{(\Sigma X^2)^2 - n\Sigma X^4}$$

การหาค่าของแนวโน้ม Y กระทำได้โดยการหา antilog ของสมการ

$$\log \hat{Y} = \log a_o + X \log a_1 + X^2 \log a_2$$

การทดสอบรูปแบบสมการที่เหมาะสม

พิจารณาทดสอบรูปแบบสมการที่เหมาะสมกับข้อมูลว่า ควรจะมีรูปแบบใด ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทั้งนี้โดยอาศัยการพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณ (standard error of estimate หรือ S.E.) ช่วยในการตัดสินใจ จากสูตร

$$S.E. = \sqrt{\frac{\Sigma(Y-\hat{Y})^2}{n-k}}$$

เมื่อ Y = ข้อมูลจริง

$\hat{Y}$ = ค่าประมาณจากแต่ละสมการ

n = จำนวนข้อมูล

k = จำนวนพารามิเตอร์ของแต่ละสมการ

ตัดสินใจเลือกสมการที่ให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณต่ำสุด

การสร้างดัชนีฤดูกาล

ใช้วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือน แบบเข้าสู่กึ่งกลาง โดยมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. บวกข้อมูลของ 12 เดือน แล้วใส่ค่าไว้ในระหว่างเดือนที่ 6 และ 7

2. ตัดข้อมูลเดือนแรกออก และบวกข้อมูลของเดือนที่ 13 เพิ่มเข้าไป จะได้ค่ารวมเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 1 เดือน ใส่ค่าที่ได้ไว้ในระหว่างแถวของเดือนถัดมา คือ เดือนที่ 7 และ 8 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบข้อมูลที่มี (ผลลัพธ์คือ สดมภ์ TOL 12 MON)

3. นำค่ารวมเคลื่อนที่ที่อยู่ติดกัน 2 ค่า รวมกันเป็นค่ารวมเคลื่อนที่ใหม่ (ผลลัพธ์คือสดมภ์ TOL 2 12 MON)

4. หารค่ารวมเคลื่อนที่ในข้อ 3 ด้วย 24 ผลหารคือค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเข้าสู่กึ่งกลาง (centered moving average) ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้เป็นค่าประมาณของผลคูณระหว่างค่าแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องจากวัฏจักร ($T \times C$) (ผลลัพธ์คือสดมภ์ 12 MON MOV. AVG)

5. นำค่าที่ได้จากข้อ 4 ไปหารข้อมูลเดิม ดังนี้

$$\frac{Y}{\text{centered moving average}} = \frac{T \times S \times C \times I}{T \times C} = S \times I$$

(ผลลัพธ์คือสดมภ์ RATIO OF AVG. TO MA)

6. กำจัด I ออกไป โดยการหาค่าเฉลี่ยของเดือนเดียวกัน ในทุก ๆ ปี (ผลลัพธ์คือสดมภ์ AVG. OF SPEC. SSI)

7. ปรับฐานของแต่ละเดือนให้เป็น 1 ด้วยการคูณค่าที่ได้จากข้อ 6 ด้วย

$$\frac{12}{\text{ผลรวมของค่าที่ได้จากข้อ 6 ทั้ง 12 เดือน}}$$

ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าดัชนีฤดูกาล (สดมภ์ ADJUSTED SEAS IND)

2.2.5 <u>การวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของคนงานที่เดินทางไปตะวันออกกลางทั้ง 2 กลุ่ม</u> ใช้สถิติเชิงพรรณาในการบรรยายลักษณะทางสังคม ประชากร เศรษฐกิจ และลักษณะอื่น ๆ โดยใช้ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

2.2.6 <u>การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก</u> (Principal Component) เพื่อหาปัจจัยและลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้คนงานตัดสินใจไปทำงานในตะวันออกกลาง

หลักของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก คือการสร้างตัวแปรอิสระตัวใหม่ (PC หรือ Component) ที่เกิดจาก linear combination ของตัวแปรอิสระ X ขึ้นมา ในลักษณะที่ตัวแปร PC เหล่านี้เป็นอิสระเชิงเส้นต่อกัน (Artificial Independent) ซึ่งตัวแปร PC (i) แต่ละตัวหรือแต่ละ Component จะดูดซับเอาคุณลักษณะร่วมต่าง ๆ จากตัวแปร X มาไว้ในตัวของมันเอง โดย Component แรก จะดูดซับคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวแปร X ไว้มากที่สุด ส่วนที่เหลือ (residual) จะถูก component ที่ 2,3,...ดูดซับเอาไว้ดังนี้เรื่อยไป ซึ่งจำนวน component มีได้มากที่สุดเท่ากับจำนวนตัวแปร X แต่โดยทั่วไปแล้วจำนวน component มักน้อยกว่าจำนวนตัวแปร X ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของ component ว่าสามารถดูดซับคุณลักษณะร่วมของตัวแปร X ไว้ในตัวได้รวดเร็วเพียงใด

<u>การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในเชิงคณิตศาสตร์</u>

พิจารณาสมการต่อไปนี้

$$Y_i = \sum_{j=1}^{p} a_{ij} X_j$$

โดยที่ Y_i = ตัวแปร PC หรือ component ที่ i

a_{ij} = ค่าน้ำหนัก (loading) บน component ที่ i ของตัวแปร j, $j=1,2,\ldots,p$

X_j = ตัวแปรที่ j ของกลุ่มตัวแปรเดิม

ตามหลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เราต้องการค่าความแปรปรวนของ component แรก (Y_1) สูงสุด จึงต้องมีข้อจำกัดว่า $\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{a}_1 = 1$

$$Y_1 = \underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{X}$$

$$\begin{aligned} \mathrm{Var}(Y_1) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{X})(\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{X})' \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{X})(\underset{\sim}{X}' \underset{\sim}{a}_1) \\ &= \underset{\sim}{a}_1' \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \underset{\sim}{X}\underset{\sim}{X}' \underset{\sim}{a}_1 \\ &= \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 \end{aligned}$$

เราต้องการให้ค่า $\underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1$ สูงสุด โดยมีเงื่อนไขว่า $\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{a}_1 = 1$ ใช้วิธีของ Lagrange หาได้ดังนี้

$$\emptyset_1 = \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 - \lambda_1 (\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{a}_1 - 1)$$

เมื่อ λ_1 คือ Lagrange multiplier

$$\frac{\partial \emptyset_1}{\partial \underset{\sim}{a}_1} = 2R\underset{\sim}{a}_1 - 2\lambda_1 \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0} \qquad (1)$$

$$\frac{\partial \emptyset_1}{\partial \lambda_1} = -\underset{\sim}{a}_1' \underset{\sim}{a}_1 + 1 = \underset{\sim}{0} \qquad (2)$$

จาก (1) ได้ $(R-\lambda_1 I)\underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0}$ (3)

สมการ (3) สามารถกระจายอยู่ในรูปของ p homogeneons equations ได้ดังนี้

$$a_1(1-\lambda_1)+a_2r_{12}+a_3r_{13}+\dots\dots\dots+a_pr_{1p} = 0$$

$$a_1r_{21}+a_2(1-\lambda_1)+a_3r_{23}+\dots\dots\dots+a_pr_{2p} = 0$$

$$a_1r_{31}+a_2r_{32}+a_3(1-\lambda_1)+\dots\dots\dots+a_pr_{3p} = 0$$

$$\vdots$$

$$a_1r_{p1}+a_2r_{p2}+a_3r_{p3}+\dots\dots\dots\dots+a_p(1-\lambda_1) = 0$$

หรืออาจเขียนให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} (1-\lambda_1) & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & (1-\lambda_1) & r_{23} & \dots & r_{2p} \\ r_{31} & r_{32} & (1-\lambda_1) & \dots & r_{3p} \\ \vdots & & & & \\ r_{p1} & r_{p2} & r_{p3} & \dots & (1-\lambda_1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ \vdots \\ a_{p1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

ผลสุดท้ายคือ สมการ (3) นั่นเอง ซึ่งเป็นลักษณะของ characteristic root และ characteristic vector โดยที่ $\underset{\sim}{a}_1$ คือ characteristic vector ซึ่งหาได้จาก characteristic root λ_1 เนื่องจากเป็น homogeneous equation และ $\underset{\sim}{a}_1 \neq 0$ ดังนั้น

$$|R-\lambda I| = 0 \qquad (4)$$

หาค่า λ ซึ่งมี p ค่า จาก (4) นำตัวที่มีค่ามากที่สุดมาหา characteristic vector $\underset{\sim}{a}_1$ โดยมีข้อจำกัด $\underset{\sim}{a}_1'\underset{\sim}{a}_1 = 1$ ค่า characteristic root λ_1 ก็คือ ค่าความเปลี่ยนแปลงของ Y_1 (component ที่ 1) นั่นเอง ซึ่งพิสูจน์ได้ดังนี้

$$(R-\lambda_1 I)\ \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0}$$

$$R\ \underset{\sim}{a}_1 - \underset{\sim}{a}_1\lambda_1 = \underset{\sim}{0}$$

$$R\,\underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{a}_1\lambda_1$$

$$\underset{\sim}{a}_1'\,R\,\underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{a}_1'\underset{\sim}{a}_1\lambda_1 = \lambda_1$$

แต่ $\mathrm{Var}\,(Y_1) = \underset{\sim}{a}_1'\,R\,\underset{\sim}{a}_1$

ดังนั้น $\lambda_1 = \mathrm{Var}\,(Y_1)$

ในกรณีที่ X มี rank = 1 (มีตัวแปรเพียงตัวเดียว) component ตัวแรกก็สามารถอธิบายการผันแปรใน X ได้หมด แต่จริง ๆ แล้ว rank > 1 หรือมีตัวแปร X มากกว่า 1 ตัว ดังนั้น component แรกย่อมไม่สามารถอธิบายการผันแปรได้ทั้งหมด จึงมีการหา component อื่น ๆ

พิจารณาการหา component ที่ 2 จากสมการ

$$Y_2 = \underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{X}$$

โดยมีข้อจำกัดว่า component ทั้งสองเป็นอิสระกัน นั่นคือ ค่าความแปรปรวนร่วม (covariance) ระหว่าง component ทั้งสองเป็นศูนย์

$$\begin{aligned}
\mathrm{COV}\,(Y_1,Y_2) &= \frac{1}{n}\,\Sigma(\underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{X})(\underset{\sim}{a}_1'\underset{\sim}{X})' \\
&= \frac{1}{n}\,\Sigma(\underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{X})(\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{a}_1) \\
&= \underset{\sim}{a}_2'\frac{1}{n}\,\Sigma(\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{X}')\underset{\sim}{a}_1 \\
&= \underset{\sim}{a}_2'R\,\underset{\sim}{a}_1 \\
&= \underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_1'\underset{\sim}{a}_1\underset{\sim}{a}_1\lambda_1 \\
&= \underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_1\lambda_1 \quad = 0 \quad (\text{เพราะ } \underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_1 = 0)
\end{aligned}$$

ใช้วิธี Lagrange เช่นกัน

$$\varnothing_2 = \underset{\sim}{a}_2'R\,\underset{\sim}{a}_2-\lambda_2(\underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_2-1)-\mu\underset{\sim}{a}_2'R\,\underset{\sim}{a}_1$$

$$\frac{\partial\varnothing 2}{\partial\underset{\sim}{a}_2} = 2\,R\,\underset{\sim}{a}_2-2\lambda_2\underset{\sim}{a}_2+0-2\,\mu R\,\underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0} \qquad (5)$$

$$\frac{\partial \phi_2}{\partial \lambda_2} = -\underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_2+1 = 0 \qquad (6)$$

$$\frac{\partial \phi_2}{\partial \mu} = \underset{\sim}{a}_2' R \underset{\sim}{a}_1 = 0 \qquad (7)$$

จาก (5) นำ 2 หารตลอด แล้วคูณด้วย $\underset{\sim}{a}_1'$ จะได้

$$\underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_2 - \lambda_2 \underset{\sim}{a}_1'\underset{\sim}{a}_2 - \mu \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0} \qquad (8)$$

$$\underset{\sim}{a}_2' R \underset{\sim}{a}_1 - \lambda_2 \underset{\sim}{a}_2'\underset{\sim}{a}_1 - \mu \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0}$$

$$0 - 0 - \mu \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0}$$

ดังนั้น $\mu \underset{\sim}{a}_1' R \underset{\sim}{a}_1 = \underset{\sim}{0}$ (9)

จาก (9) จะได้ว่า $\mu\lambda_1 = \underset{\sim}{0}$

แต่ $\lambda_1 > 0$ ดังนั้น $\mu = \underset{\sim}{0}$ (10)

จาก (5) และ (10) จะได้

$$2 R \underset{\sim}{a}_2 - 2 \lambda_2 \underset{\sim}{a}_2 = \underset{\sim}{0}$$

$$R \underset{\sim}{a}_2 - \lambda_2 \underset{\sim}{a}_2 = \underset{\sim}{0}$$

$$(R-\lambda_2 I) \underset{\sim}{a}_2 = \underset{\sim}{0} \qquad (11)$$

สมการ (11) λ_2 คือ The second characteristic root และ $\underset{\sim}{a}_2$ คือ characteristic victor ที่หาได้จาก λ_2

การหา component อื่น ๆ สามารถดำเนินการในทำนองเดียวกับข้างต้น

<u>สรุปขั้นตอนการหาปัจจัยสำคัญที่ทำให้คนงานตัดสินใจเดินทางไปทำงานในตะวันออกกลาง</u> ดังนี้

(1) คำนวณหาเมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation matrix หรือ R) ของตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจไปทำงานในตะวันออกกลาง ดังนี้

กลุ่มคนงานที่เดินทางไปทำงานเป็นครั้งแรก ประกอบด้วยตัวแปร 8 ตัว คือ

X_1 = อายุของคนงาน

X_3 = ระดับการศึกษาของคนงาน แทนด้วยจำนวนปีที่ศึกษา

X_4 = สถานภาพสมรสของคนงาน

DEP = จำนวนผู้ที่เป็นภาระต้องรับผิดชอบเลี้ยงดูของคนงาน

X_{10} = รายได้เดิมของคนงานในประเทศไทย เฉลี่ยต่อเดือน

X_{12} = ประสบการณ์ของคนงานในตำแหน่งงานที่จะไป (เดือน)

INC = รายได้ที่คนงานคาดหวังว่าจะได้รับจากการไปในครั้งนี้ (ค่าจ้าง และรายได้อื่น ๆ)

X_{49} = หนี้สินของคนงานในปัจจุบัน ซึ่งไม่รวมหนี้สิน เนื่องจากการเดินทางไปตะวันออกกลาง

กลุ่มคนงานที่เคยเดินทางไปทำงานในตะวันออกกลางมาแล้ว และตัดสินใจกลับไปอีก ประกอบด้วยตัวแปร 11 ตัว คือ

X_1 = อายุของคนงาน

X_3 = ระดับการศึกษาของคนงาน (จำนวนปี)

X_4 = สถานภาพสมรสของคนงาน

DEP = จำนวนผู้ที่เป็นภาระต้องรับผิดชอบเลี้ยงดูของคนงาน

EXP = ประสบการณ์ของคนงานในตำแหน่งที่กำลังจะเดินทางไป (เดือน)

X_{15} = รายได้เดิมของคนงานในประเทศไทย เฉลี่ยต่อเดือน

ASNF = มูลค่าทรัพย์สินสุทธิของคนงาน (มูลค่าทรัพย์สินปัจจุบัน-มูลค่าทรัพย์สินก่อนเดินทางครั้งแรก)

DEBT = หนี้สินของคนงานในปัจจุบัน (ไม่รวมหนี้สินเนื่องจากการเดินทางไปตะวันออกกลางในครั้งปัจจุบัน)

X40 = ระยะเวลารวมทั้งสิ้นที่คนงานเคยอยู่ในตะวันออกกลาง (ปี เดือน)

INCL = รายได้เฉลี่ยต่อเดือนจากการทำงานในตะวันออกกลางครั้งสุดท้ายของคนงาน

INCN = รายได้ที่คนงานคาดหวังว่าจะได้รับจากการกลับไปอีกในครั้งปัจจุบัน (ค่าจ้าง ค่าล่วงเวลา และอื่น ๆ)

(2) หา characteristic root (λ) จาก characteristic equation $|R - \lambda I| = 0$

เมื่อ I คือ indentity matrix

R คือ correlation matrix ของ X

(3) หา characteristic vector ($\underset{\sim}{a}$) ที่สอดคล้องกับ characteristic root จากสมการ $R\,\underset{\sim}{a} = \underset{\sim}{a}\lambda$

(4) Normalized characteristic vector โดยการหาร characteristic vector ที่ได้จากข้อ (3) ด้วย length ของ characteristic vector นั้น

(5) หมุนแกน component ให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน จะได้ component ที่เป็นอิสระกัน

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยสำคัญ จะพิจารณาเฉพาะ component แรก ซึ่งมีค่าความแปรปรวนสูงสุด สำหรับลำดับความสำคัญของแต่ละตัวแปรจะพิจารณาจากค่าน้ำหนัก (loading) ของตัวแปรนั้น ๆ