

การคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบนิยมใช้กันมากในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทางจิตวิทยา เช่น แบบวัดเชาวน์ปัญญา แบบวัดความถนัด แบบวัดเจตคติ แบบวัดความสนใจ แบบวัดบุคลิกภาพ ฯลฯ

Daniel (1988) ได้พูดถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบไว้ว่า “การวิเคราะห์องค์ประกอบถูกออกแบบมาเพื่อใช้ตรวจสอบโครงสร้างของชุดตัวแปรและเพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปของจำนวนที่น้อยที่สุดของตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้ ซึ่งตัวแปรแฝงที่สังเกตไม่ได้เหล่านี้จะถูกรเรียกว่า องค์ประกอบ”

Joreskog และ Sorbom (1989) ได้อธิบายว่า “แนวคิดที่สำคัญภายใต้รูปแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ มีตัวแปรบางตัวที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นตัวแปรแฝงหรือองค์ประกอบ ตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงนั้น สามารถอ้างอิงได้ทางอ้อมจากข้อมูลของตัวแปรที่สังเกตได้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นกระบวนการทางสถิติสำหรับเปิดเผย (uncooering) ตัวแปรแฝงที่มีอยู่ โดยศึกษาผ่านความแปรปรวนระหว่างชุดของตัวแปรที่สังเกตได้”

กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบถือกำเนิดขึ้นมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 โดย Spearman (1904) แต่การวิเคราะห์องค์ประกอบในสมัยนั้นยังเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อนและเสียเวลามากในการวิเคราะห์ ดังนั้น การวิเคราะห์องค์ประกอบจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลายในหมู่นักวิจัยสมัยนั้น จนกระทั่งคอมพิวเตอร์ได้ถือกำเนิดขึ้นมาและตามมาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยเหลือในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบจึงได้แพร่หลายออกไปในหมู่นักวิจัยกันอย่างกว้างขวาง

Kerlinger (1986) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบไว้ว่า “เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่มีประโยชน์มาก ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ศึกษาปัญหาที่ซับซ้อนในศาสตร์ทางพฤติกรรม”

จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประการคือ

1. เพื่อสำรวจหรือค้นหาตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรที่สังเกตหรือวัดได้ เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis)
2. เพื่อพิสูจน์ ตรวจสอบหรือยืนยันทฤษฎีที่ผู้เฝ้าค้นพบ เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis)

ในโปรแกรม SPSS มีความสามารถวิเคราะห์ได้เพียงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเท่านั้น

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในการสำรวจข้อมูล กำหนดจำนวนองค์ประกอบ อธิบายความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรเมื่อผู้วิจัยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเพียงพอสำหรับเป็นกรอบของ สมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนขององค์ประกอบภายใต้ข้อมูลที่สอบวัดได้

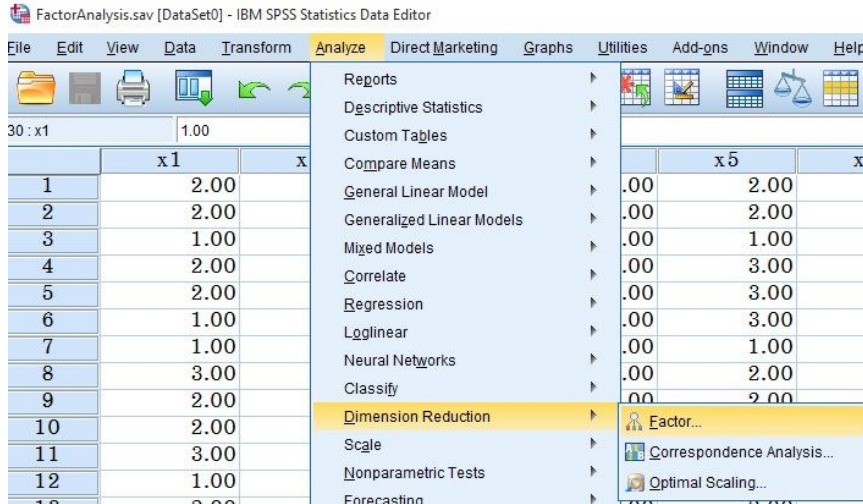
ตัวอย่าง 11.1

แบบสอบถามวัดบุคลิกภาพความเป็นครูจำนวน 15 ข้อ สอบกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน นำมา หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ข้อมูลมีดังนี้

2	2	3	2	2	1	2	3	3	2	3	3	3	3	2
2	1	2	3	2	1	3	3	1	2	0	2	3	1	0
1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
2	1	3	1	3	3	1	2	2	1	3	1	1	2	2
2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	3	3
1	1	1	1	3	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	0	2	0	2	3
2	1	2	2	2	3	2	2	3	3	1	2	2	2	3
2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1
3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	1	2	1	2	3
1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	0	1	1	3	3
2	2	3	3	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2
2	2	3	3	3	3	2	2	3	1	1	2	3	3	3
2	1	2	1	3	2	3	1	3	1	1	2	1	2	2
2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3
3	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1
3	3	3	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	3
2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	3
2	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
1	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2
3	2	2	2	3	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	2	2	1	3	2
3	1	2	3	2	3	3	2	3	0	1	2	0	2	3
1	2	2	2	2	1	2	1	3	1	1	1	0	0	2
2	2	3	2	1	3	3	3	3	2	3	2	1	3	3
2	2	3	3	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3	3
2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	1	1	3	3	2

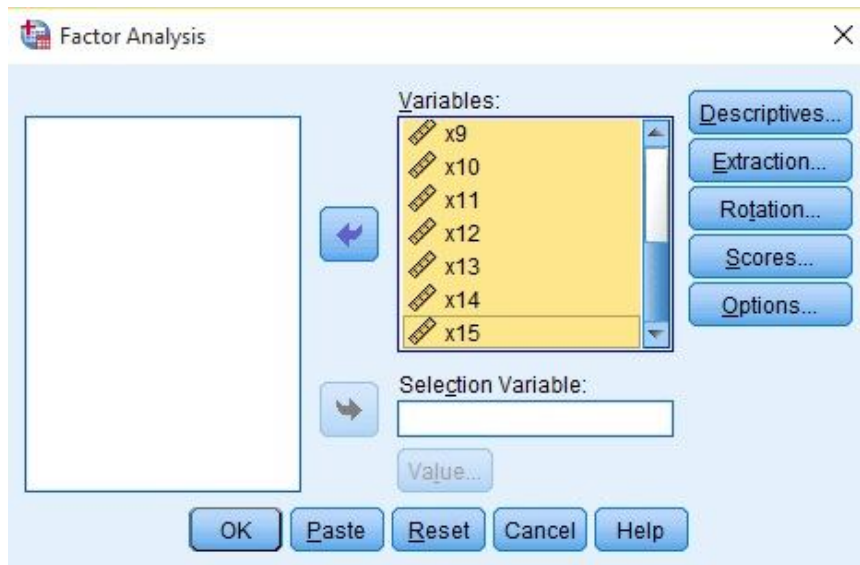
1 2 2 2 2 2 3 1 2 1 1 2 3 2 3

ใช้เมนู “Analyze” เมนูรอง “Dimension Reduction” และเมนูย่อย “Factor...”



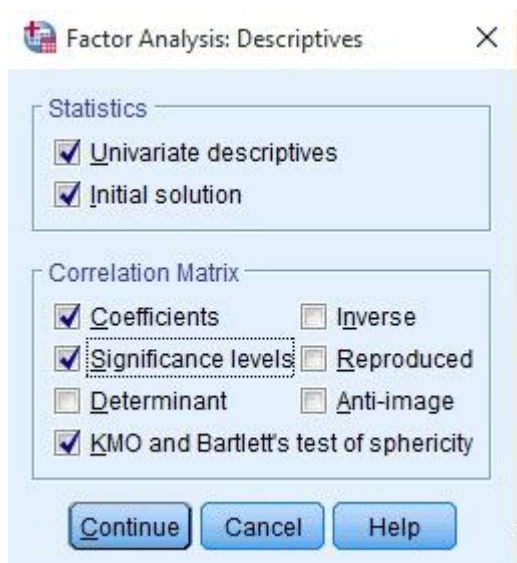
ภาพประกอบ 11.1

จะปรากฏหน้าต่าง



ภาพประกอบ 11.2

เลือกชุดตัวแปรที่ต้องการวิเคราะห์หองค์ประกอบใส่ช่อง “Variables:” และเลือกผลลัพธ์ที่ต้องการโดยใช้ปุ่มต่าง ๆ ด้านข้าง



ภาพประกอบ 11.3

ปุ่มแรก “Descriptives...” สำหรับให้โปรแกรมแสดงค่าสถิติพื้นฐานหรือแสดงเมตริกซ์ของค่าต่าง ๆ ในกลุ่มของ Statistics มีให้เลือกวิเคราะห์ Univariate descriptives สำหรับแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแต่ละตัว สำหรับตัวเลือกในกลุ่ม Correlation Matrix จะมีตัวเลือก Coefficients จะแสดงเมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตัวเลือก Significance levels สำหรับแสดงระดับนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตัวเลือก Determinant สำหรับแสดงค่าดีเทอร์มิแนนท์ของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ ซึ่งค่า Determinant นี้จะใช้ในการตรวจสอบ Multicollinearity หรือ singularity ซึ่งค่า Determinant ของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ควรมีค่ามากกว่า 0.0001 ถ้าน้อยกว่านี้แล้วแสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าสูงมาก ($R > 0.8$) ควรพิจารณาขจัดตัวแปรออก นั่นคือตัวแปร 2 ตัวที่มีความสัมพันธ์กันสูงมากก็เปรียบเสมือนเป็นตัวแปรตัวเดียวกัน ต้องพิจารณาขจัดออก 1 ตัว การจะขจัดตัวแปรใดนั้นต้องพิจารณาคัดเลือกจากข้อคำถามให้เหมาะสม

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	Analysis N
x1	2.00	.695	30
x2	1.80	.664	30
x3	2.40	.621	30
x4	2.13	.819	30
x5	2.20	.761	30
x6	2.23	.898	30
x7	2.27	.785	30
x8	2.33	.758	30
x9	2.17	.791	30
x10	1.87	.937	30
x11	1.50	.974	30
x12	1.73	.640	30
x13	1.73	1.015	30

x14	2.10	.759	30
x15	2.30	.794	30

Correlation Matrix^a

		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
Correlation	x1	1.000	.149	.319	.303	.196	.442	.063	.393	.000	.212	-.051	.388	.000	.065	.187
	x2	.149	1.000	.451	.494	.150	.254	.106	.342	.197	.454	.373	.438	.327	.246	.444
	x3	.319	.451	1.000	.501	.335	.507	.057	.366	.351	.391	.228	.191	.339	.497	.587
	x4	.303	.494	.501	1.000	.288	.425	.372	.426	.230	.383	.173	.465	.500	.200	.307
	x5	.196	.150	.335	.288	1.000	.485	-.092	-.120	.057	.135	.140	-.028	.295	.203	.297
	x6	.442	.254	.507	.425	.485	1.000	.153	.287	.283	.325	.178	.112	.184	.521	.672
	x7	.063	.106	.057	.372	-.092	.153	1.000	.367	.315	.144	.135	.284	.006	.069	.088
	x8	.393	.342	.366	.426	-.120	.287	.367	1.000	-.038	.404	.234	.403	.254	.360	.115
	x9	.000	.197	.351	.230	.057	.283	.315	-.038	1.000	.217	.470	.227	.057	.316	.466
	x10	.212	.454	.391	.383	.135	.325	.144	.404	.217	1.000	.340	.341	.360	.165	.241
	x11	-.051	.373	.228	.173	.140	.178	.135	.234	.470	.340	1.000	.277	.174	.257	.111
	x12	.388	.438	.191	.465	-.028	.112	.284	.403	.227	.341	.277	1.000	.259	.128	.163
	x13	.000	.327	.339	.500	.295	.184	.006	.254	.057	.360	.174	.259	1.000	.394	.103
	x14	.065	.246	.497	.200	.203	.521	.069	.360	.316	.165	.257	.128	.394	1.000	.521
	x15	.187	.444	.587	.307	.297	.672	.088	.115	.466	.241	.111	.163	.103	.521	1.000
Sig. (1-tailed)	x1		.215	.043	.052	.150	.007	.370	.016	.500	.131	.395	.017	.500	.366	.161
	x2			.006	.003	.214	.087	.289	.032	.149	.006	.021	.008	.039	.095	.007
	x3				.002	.035	.002	.383	.023	.029	.016	.113	.156	.033	.003	.000
	x4					.062	.010	.022	.010	.110	.018	.180	.005	.002	.145	.049
	x5						.003	.314	.265	.382	.238	.231	.441	.057	.141	.056
	x6							.209	.062	.065	.040	.174	.278	.165	.002	.000
	x7								.023	.045	.224	.238	.064	.488	.358	.321
	x8									.420	.013	.107	.014	.088	.025	.273
	x9										.125	.004	.114	.382	.045	.005
	x10											.033	.032	.025	.192	.100
	x11												.069	.178	.085	.279
	x12													.084	.250	.195
	x13														.016	.295
	x14															.002
	x15															

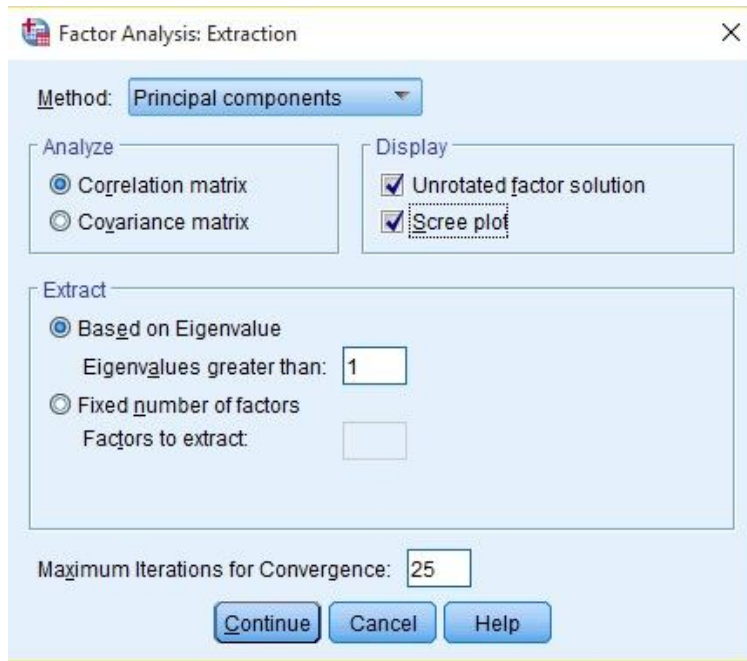
a. Determinant = .001

สำหรับตัวเลือก KMO and Bartlett's test of Sphericity เป็นการคำนวณค่าสถิติ 2 ตัวคือ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) และ Bartlett's test โดยค่า KMO เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง โดยค่าของ KMO ควรจะมากกว่า 0.5 ถ้าขนาดกลุ่มตัวอย่างเหมาะสม สำหรับ Bartlett's test นั้นเป็นตรวจสอบเมตริกสหสัมพันธ์ของประชากรว่าเป็นเมตริกเอกลักษณ์หรือไม่ (identity matrix : คือเมตริกซ์ที่แนวทแยงมีค่าเป็น 1 และเหนือและต่ำกว่าแนวทแยงมีค่าเป็น 0) ถ้าเมตริกสหสัมพันธ์ของประชากรเป็นเมตริกเอกลักษณ์แล้ว หมายความว่า ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน (ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าเข้าใกล้ 0) ถ้าเป็นเมตริกเอกลักษณ์แล้วหมายความว่าตัวแปรแต่ละตัวมีความเป็นอิสระจากกันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการจัดกลุ่มของตัวแปรเพื่อให้เกิดองค์ประกอบจะไม่เกิดขึ้น จึงไม่ควรวิเคราะห์องค์ประกอบต่อ ดังนั้นค่าสถิติ Bartlett's test ควรจะมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig < 0.05) หมายความว่าเมตริกสหสัมพันธ์ไม่เป็นเมตริกเอกลักษณ์

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.629
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	170.118
	df	105
	Sig.	.000

ตัวเลือก Inverse เป็นเมตริกอินเวอร์สของเมตริกสหสัมพันธ์ ตัวเลือก Reproduces เป็นการหาเมตริกสหสัมพันธ์ที่คำนวณบนพื้นฐานของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (แตกต่างจากการคำนวณด้วยคะแนนสังเกต) ความแตกต่างระหว่างเมตริกสหสัมพันธ์ที่คำนวณบนพื้นฐานของโมเดลและเมตริกซ์ที่คำนวณจากคะแนนสังเกต ที่แสดงถึงความคลาดเคลื่อนในโมเดล ซึ่งโปรแกรม SPSS จะแสดงเมตริกความคลาดเคลื่อนใต้ตาราง Reproduces สำหรับตัวเลือก Anti-image เป็นการแสดงเมตริกความแปรปรวนร่วมและสหสัมพันธ์ ค่าในแนวทแยงของเมตริกสหสัมพันธ์นี้จะบ่งบอกถึงความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างสำหรับแต่ละตัวแปร โดยจะปรากฏว่า Measures of sampling adequacy (MSA) คล้ายกับการวัด KMO โดยควรจะมีค่าเกินกว่า 0.5 ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีความเหมาะสมในตัวแปรทั้งคู่ และถ้าทุก ๆ คู่ของตัวแปรทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 0.5 แล้ว ควรละเว้นการวิเคราะห์องค์ประกอบส่วนสมาชิกนอกแนวทแยงนั้นควรจะมีค่าน้อยเสมอ (ใกล้ 0) จึงจะดี



ภาพประกอบ 11.4

ปุ่มที่สอง “Extraction...” สำหรับเลือกเทคนิคการสกัดองค์ประกอบในช่อง “Method:” ซึ่งเทคนิคการสกัดองค์ประกอบนั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน โดยปกติวิธีที่นิยมใช้กันคือ Principal Component และมีเทคนิคอื่นให้เลือกใช้เช่น principal axis factoring และ image factoring การวิเคราะห์ด้วย Principal Component เป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีอื่น ๆ เพราะปกติผลที่ได้จากวิธีนี้และวิธีอื่น ๆ จะคล้ายคลึงกัน แต่การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ โดยเฉพาะการวิเคราะห์ที่ใช้กลุ่มตัวอย่างกันจะช่วยให้ได้โครงสร้างขององค์ประกอบที่เหมือนกัน

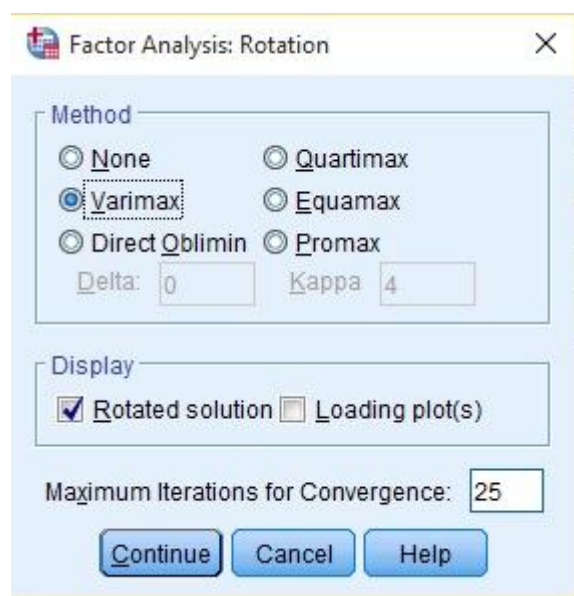
สมมติว่ากลุ่มตัวอย่างถูกเลือกมาอย่างสุ่ม และตัวแปรถูกวัดเป็นเพียงส่วนหนึ่งของตัวแปรที่สนใจ ซึ่งนักวิจัยอาจจะสนใจที่จะพัฒนาเทคนิคจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ โดยสรุปผลการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงไปยังประชากรขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นจริงเฉพาะชุดของตัวแปรที่ถูกวัด เทคนิคในกลุ่มนี้จะสรุปด้วย maximum likelihood และ kaiser's alpha factoring การเลือกวิธีการสกัดองค์ประกอบวิธีใดขึ้นอยู่กับผู้วิจัย

ในกลุ่มของ Analyze มี 2 ตัวเลือกคือ Correlation matrix หรือ Covariance matrix การวิเคราะห์เมตริกสหสัมพันธ์โดยปกติจะเป็น default ของโปรแกรม ดังนั้นถ้าตัวแปรถูกวัดในสเกลการวัดที่แตกต่างกันจะไม่มีอิทธิพลต่อการวิเคราะห์ เพราะเป็นค่าสหสัมพันธ์ที่มาจากค่ามาตรฐาน เช่น ทุกตัวแปรวัดด้วยมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ยกเว้นตัวแปรเดียวที่วัดในสเกลที่แตกต่างออกไป การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ก็มั่นใจได้ว่าถูกต้อง ความแตกต่างของสเกลสามารถอธิบายได้ นอกจากนี้ทุกตัวแปรที่ถูกวัดโดยใช้สเกลที่ต่างกัน อาจมีความแปรปรวนที่แตกต่างกันได้ และจะสร้างปัญหาในการวิเคราะห์ด้วย principal component การใช้เมตริกสหสัมพันธ์สามารถขจัดปัญหานี้ได้ เหตุผลทางสถิติที่ดีสำหรับการเลือกวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมคือตัวแปรควรจะถูกวัดในสเกลเดียวกัน

ในกลุ่มของ Display มี 2 ตัวเลือกคือ Unrotated factor solution และ Scree plot ซึ่ง Scree plot ใช้ในการพิจารณาจำนวนองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์ ส่วน Unrotated factor solution เป็นการแสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบก่อนหมุนแกน มีประโยชน์ในการประเมินผลที่ได้

หลังจากหมุนแกน นั่นคือถ้าหลังจากหมุนแกนแล้วค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ได้ดีกว่าเพียงเล็กน้อย เป็นไปได้ว่าจะใช้วิธีการหมุนแกนที่ไม่เหมาะสม

กลุ่ม Extract เป็นตัวเลือกที่ใช้ในการกำหนดจำนวนองค์ประกอบ โดยระบุเกณฑ์ของค่าไอเกน ซึ่งจำนวนองค์ประกอบที่ได้จะขึ้นอยู่กับค่าไอเกน หรืออาจกำหนดจำนวนองค์ประกอบ โดยระบุจำนวนองค์ประกอบที่ต้องการ ในช่อง Eigenvalues over มีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็น default ของโปรแกรม ที่ Kaiser แนะนำสำหรับค่าไอเกนที่เกิน 1 แต่ผู้วิจัยอาจเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่ง Jolliffe's แนะนำว่าค่าไอเกนควรจะเป็น 0.7 หรือมากกว่า แต่ดีที่สุดสำหรับการวิเคราะห์บนพื้นฐานของค่าไอเกนที่เกิน 1 และยังสามารถเลือก Scree plot เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ ถ้าวิเคราะห์ Scree plot และไอเกนเกิน 1 แล้วจะได้จำนวนองค์ประกอบที่เหมือนกัน หรืออาจระบุจำนวนองค์ประกอบที่ต้องการได้ในช่องของ Number of factors และพิมพ์จำนวนองค์ประกอบในช่องว่างที่กำหนด



ภาพประกอบ 11.5

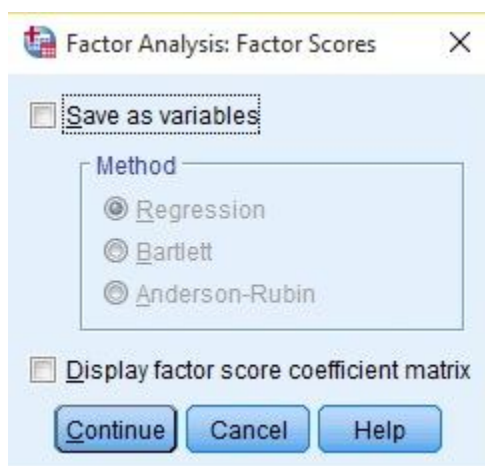
ปุ่มที่สาม “Rotation...” สำหรับเลือกเทคนิคการหมุนแกน การแปลความหมายขององค์ประกอบ จำเป็นต้องผ่านการหมุนแกนเสียก่อน การหมุนแกนจะบรรจุตัวแปรแต่ละตัวเข้าไปในแต่ละองค์ประกอบ วิธีการหมุนแกนจะประกอบด้วย Varimax, Quartimax และ Equamax เป็นการหมุนแกนแบบ Orthogonal โดยสมมติว่าองค์ประกอบที่ได้เป็นอิสระจากกัน ส่วนการหมุนแกนแบบ direct oblimin และ promax เป็นการหมุนแกนแบบ Olique โดยสมมติว่าองค์ประกอบที่ได้มีความสัมพันธ์กัน การหมุนแกนแบบ Quarimax จะพยายามหาจำนวนสูงสุดของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ สำหรับตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบ ดังนั้นการแปลผลจะง่าย อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ตัวแปรจะมีค่าน้ำหนักสูงเพียงองค์ประกอบเดียว ส่วน Varimax จะตรงกันข้าม โดยพยายามให้ค่าสูงสุดกระจายไปภายในองค์ประกอบ ดังนั้นวิธีนี้จะพยายามบรรจุจำนวนตัวแปรจำนวนน้อยที่มีความสัมพันธ์กันสูงในแต่ละองค์ประกอบ การแปลความหมายจะได้ผลเป็นกลุ่มขององค์ประกอบ ส่วน Equamax จะเป็นการผสมกันระหว่าง 2 กระบวนการ และรายงานอย่างเอาแน่เอานอนไม่ได้ สำหรับการวิเคราะห์นั้นโดยปกติจะเลือกเป็นแบบ Varimax เพราะเป็นกระบวนการที่ดีที่สุด ง่ายในการแปลความหมายองค์ประกอบ

ในกรณีของการหมุนแกนในกลุ่มของ Oblique จะมีความซับซ้อน เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง ในกรณีของ Direct Obliman ระดับขององค์ประกอบที่จะอนุญาตให้สัมพันธ์กันจะต้องถูกกำหนดโดยระบุค่า delta ค่า default ของโปรแกรมจะมีค่าเป็น 0 และแน่ใจว่าจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบ ถ้าเลือกกำหนดค่า delta ที่มากกว่า 0 (เช่น กำหนดที่ 0.8) แล้ว แสดงว่าผู้วิจัยคาดหวังว่าจะมีความสัมพันธ์กันสูงระหว่างองค์ประกอบ ถ้ากำหนดค่า delta น้อยกว่า 0 (เช่น กำหนดที่ -0.8) แสดงว่าผู้วิจัยคาดหวังว่าจะมีความสัมพันธ์กันน้อย สำหรับการหมุนแกนแบบ Promax นั้นจะคล้ายกับ Direct Oblimin จะเป็นกระบวนการที่เร็วกว่าที่ถูกรอกออกมาสำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมหาศาล

การเลือกวิธีการหมุนแกนนั้นขึ้นอยู่กับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของผู้วิจัย ถ้าผู้วิจัยคาดหวังว่าองค์ประกอบจะเป็นอิสระจากกัน ก็ควรจะเลือกวิธีการหมุนแกนวิธีหนึ่งในกลุ่มของ Orthogonal (แนะนำให้เป็น varimax) ถ้าตามทฤษฎีแล้วองค์ประกอบที่ได้อาจจะสัมพันธ์กัน ก็ควรเลือกวิธีหมุนแกนแบบ Direct Oblimin จะดีกว่า

สำหรับกลุ่ม Display จะมีตัวเลือกคือ Rotated solution และ Loading plot(s) โดย Rotated solution จะเป็น default ของโปรแกรมและจำเป็นสำหรับการแปลความหมายหลังจากหมุนแกนเสร็จสิ้น ส่วน Loading plot จะแสดงแผนภาพของตัวแปรแต่ละตัวที่บรรจุอยู่ในองค์ประกอบ ซึ่งจะแสดงได้สูงสุดเพียง 3 องค์ประกอบ (โปรแกรม SPSS สามารถแสดงแผนภาพได้สูงสุดเพียง 3 มิติ ไม่สามารถแสดงมิติที่ 4 หรือ 5 ได้) แผนภาพนี้จะใช้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวพล็อตลงบนแกนของแต่ละองค์ประกอบ

สำหรับตัวเลือกสุดท้าย Maximum Iterations for Covergence จะเป็นการกำหนดจำนวนครั้งของการประมวลผลสำหรับค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยมาก default ของโปรแกรมจะอยู่ที่ 25 ครั้งหรือมากกว่า อย่างไรก็ตาม ถ้าข้อมูลมีขนาดใหญ่แล้วคอมพิวเตอร์อาจจะลำบากในการค้นหาค่าที่เหมาะสม (สำหรับการหมุนแกนแบบ Oblique) อาจจะกำหนดจำนวนครั้งการประมวลให้มากขึ้นได้



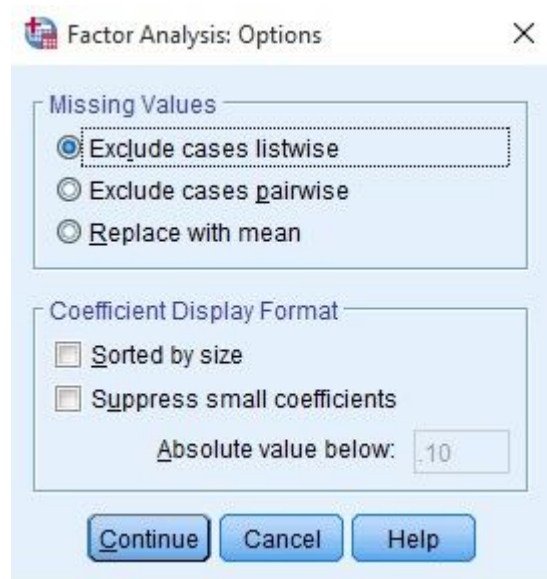
ภาพประกอบ 11.6

ปุ่มที่สี่ “Score...” สำหรับเลือกการแสดงผลคะแนนองค์ประกอบ ในตัวเลือกที่มีอยู่จะอนุญาตให้ผู้วิจัยบันทึกคะแนนองค์ประกอบ สำหรับกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนในหน้าต่าง data editor โปรแกรม SPSS จะสร้างตัวแปรใหม่เท่ากับจำนวนองค์ประกอบที่ถูกรอกได้ และบันทึกคะแนนองค์ประกอบลง

ไปในกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน คะแนนสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ หรืออย่างง่าย ๆ ก็คือใช้ในการพิจารณาว่ากลุ่มตัวอย่างคนไหนมีคะแนนสูงในองค์ประกอบไหน ซึ่งมีวิธีการ 3 วิธีในการเลือกวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบ ถ้าแต่ใจว่าคะแนนองค์ประกอบไม่สัมพันธ์กันแล้ว ควรเลือกวิธี

Anderson - Rubin ถ้ายอมรับว่าคะแนนองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ควรเลือกวิธี Regression

สำหรับตัวเลือกสุดท้าย Display factor score coefficient matrix โปรแกรมจะแสดงเมตริกสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งเมตริกนี้จะมีประโยชน์ในการสร้างสมการองค์ประกอบ ค่าในเมตริกก็คือค่าสัมประสิทธิ์ β สำหรับตัวแปรแต่ละตัว



ภาพประกอบ 11.7

ปุ่มที่ห้า “Options...” ปุ่มสุดท้าย ข้อมูลที่ผิดพลาด (Missing Values) จะมีปัญหาในการวิเคราะห์องค์ประกอบเช่นเดียวกับการวิเคราะห์สถิติอื่น ๆ โปรแกรม SPSS จะเลือกไม่ควรกลุ่มตัวอย่างหรือจัดกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าผิดพลาดออกไปจากการวิเคราะห์ ซึ่ง Tabachnick และ Fidell (1996) แนะนำว่า ให้พิจารณาการแจกแจงของข้อมูลที่ผิดพลาด ถ้าข้อมูลที่ผิดพลาดนั้นไม่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (non-normally distributed) หรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่รวมกลุ่มคนที่มีค่าผิดพลาดนั้นมีจำนวนน้อยเกินกว่าจะวิเคราะห์ข้อมูลได้ ให้โปรแกรม SPSS ใช้ค่าเฉลี่ยแทนที่ค่าผิดพลาดเหล่านั้น (Replace with mean) ถ้าข้อมูลที่ผิดพลาดเป็นไปอย่างสุ่ม ผู้วิจัยอาจจะพิจารณาจัดกลุ่มตัวอย่างที่มีข้อมูลผิดพลาดออกไปหมดทุกตัวแปร (exclude cases listwise) หรืออาจจะจัดเฉพาะตัวแปรที่ผิดพลาดนั้นกับตัวแปรที่มาสัมพันธ์กับตัวแปรที่มีค่าผิดพลาดนั้นออกไป (exclude cases pairwise)

อีก 2 ตัวเลือกสุดท้ายนั้น จะเกี่ยวข้องกับการแสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดย default ของโปรแกรมจะเรียงตัวแปรตามลำดับการนำเข้าของตัวแปรในหน้าต่าง data editor โดยปกติรูปแบบนี้จะเป็นที่นิยมกันมาเพราะสะดวก อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการแปลงองค์ประกอบ บางครั้งอาจจะมีประโยชน์ถ้ามีการเรียงตัวแปรตามขนาดของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยการเลือก Sorted by size โปรแกรมจะเรียงลำดับตัวแปรโดยใช้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบโดยเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่า

มากที่สุดก่อนจนถึงตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดตามลำดับ และอีกตัวเลือกหนึ่ง Suppress absolute values less than สำหรับระบุเกณฑ์ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ซึ่งช่วงของค่าที่ระบุตั้งแต่ลบจนถึงบวกจะไม่แสดงในผลการวิเคราะห์ เช่น ระบุค่า 0.3 ดังนั้นน้ำหนักองค์ประกอบที่อยู่ในช่วง -0.3 ถึง 0.3 จะไม่แสดงในผลการวิเคราะห์ ซึ่งตัวเลือกนี้จะมีประโยชน์ในการแปลผลการวิเคราะห์ ซึ่งโดยปกติเกณฑ์ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามตาราง 11.1

ตัวอย่างผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

Communalities

	Initial	Extraction
x1	1.000	.726
x2	1.000	.542
x3	1.000	.643
x4	1.000	.621
x5	1.000	.564
x6	1.000	.795
x7	1.000	.562
x8	1.000	.638
x9	1.000	.782
x10	1.000	.486
x11	1.000	.594
x12	1.000	.589
x13	1.000	.712
x14	1.000	.494
x15	1.000	.756

Extraction Method: Principal

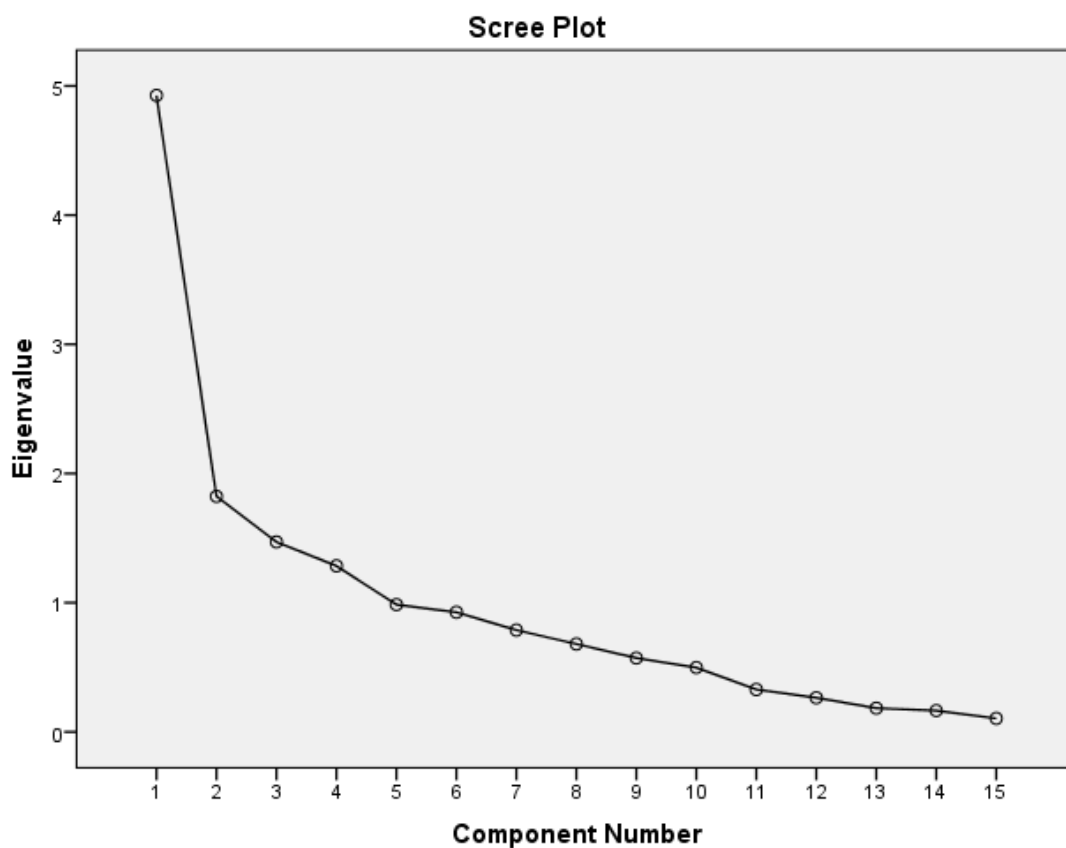
Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.927	32.846	32.846	4.927	32.846	32.846	3.102	20.680	20.680
2	1.823	12.155	45.001	1.823	12.155	45.001	2.435	16.236	36.916
3	1.470	9.802	54.803	1.470	9.802	54.803	2.246	14.971	51.887
4	1.285	8.568	63.371	1.285	8.568	63.371	1.723	11.484	63.371
5	.985	6.569	69.940						
6	.926	6.177	76.117						

7	.788	5.252	81.368						
8	.680	4.535	85.903						
9	.572	3.810	89.713						
10	.498	3.319	93.032						
11	.328	2.187	95.219						
12	.264	1.763	96.982						
13	.184	1.225	98.207						
14	.165	1.097	99.304						
15	.104	.696	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
x1	.424	.117	-.596	.420
x2	.664	.173	.080	-.254
x3	.758	-.250	-.075	-.011
x4	.726	.232	-.181	-.089
x5	.386	-.536	-.265	-.238

x6	.706	-.422	-.192	.288
x7	.316	.443	.254	.449
x8	.566	.501	-.228	.122
x9	.472	-.145	.687	.256
x10	.611	.243	.005	-.231
x11	.451	.129	.572	-.216
x12	.530	.553	-.016	.050
x13	.508	.054	-.121	-.661
x14	.602	-.337	.137	-.021
x15	.660	-.482	.116	.273

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 4 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
x1	.406	.622	-.070	-.412
x2	.235	.310	.576	.243
x3	.678	.210	.355	.118
x4	.321	.517	.500	.028
x5	.605	-.237	.318	-.201
x6	.859	.231	.055	.009
x7	-.025	.619	-.154	.394
x8	.094	.736	.295	-.026
x9	.360	.097	-.053	.800
x10	.170	.360	.548	.163
x11	.054	.082	.390	.657
x12	-.020	.673	.330	.164
x13	.143	.003	.831	-.035
x14	.597	.020	.251	.272
x15	.816	.091	.010	.287

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3	4
1	.653	.491	.508	.270

2	-.690	.698	.183	.057
3	-.168	-.224	-.076	.957
4	.261	.471	-.838	.090

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

ภาพประกอบ 11.8

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ สกัดองค์ประกอบด้วยวิธี PC เพื่อจะค้นหาองค์ประกอบรวมที่เกิดจากตัวแปรต่าง ๆ ที่จะประกอบไปด้วยกี่องค์ประกอบ ให้พิจารณาที่ค่าไอเกน (Eigen value) ที่เกิน 1.0 ค่า Eigenvalue เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถขององค์ประกอบว่าจะอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้มากน้อยเพียงไร โดยปกติถ้าองค์ประกอบนั้นอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างได้น้อยกว่า 1 Eigenvalue แล้วก็ไม่มีประโยชน์ที่จะนำองค์ประกอบนั้นมาใช้ หากตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อย การวิเคราะห์อาจจะให้ผลเป็นองค์ประกอบแค่ 2 - 3 องค์ประกอบเท่านั้น ถ้าหากตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนมากอาจจะได้จำนวนองค์ประกอบมาก แต่เราอาจจะกำหนดเกณฑ์อื่น ๆ สำหรับเลือกจำนวนองค์ประกอบได้ ในตัวนี้มีค่า Eigenvalue ที่เกิน 1 อยู่ 4 ค่า นั่นคือแบบสอบถามฉบับนี้วัด 4 องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้ 32.846% องค์ประกอบที่ 2 อธิบายได้ 12.155% องค์ประกอบที่ 3 อธิบายได้ 9.802% และองค์ประกอบที่ 4 อธิบายได้ 8.568% รวมทั้ง 4 องค์ประกอบนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้ 63.371%

จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบก่อนหมุนแกน (Component Matrix) ซึ่งยากแก่การแปลความหมายว่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้นควรจัดอยู่ในองค์ประกอบใด จึงต้องทำการหมุนแกนด้วยวิธี Varimax จะได้ค่า communalities ค่า communalities คือเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวกับองค์ประกอบ ค่า communalities ของข้อ 1 คือ 0.726 จะเท่ากับน้ำหนักองค์ประกอบของข้อ 1 ในทุกองค์ประกอบยกกำลังสองแล้วบวกกัน หรือก็คือ $(0.424)^2 + (0.117)^2 + (-0.596)^2 + (0.42)^2 = 0.726$

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) หลังหมุนแกน (Rotated Component Matrix) ใช้ในการพิจารณาว่าตัวแปรใดควรจัดเข้าอยู่ในองค์ประกอบใด โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ที่องค์ประกอบใด ก็จัดว่าเป็นตัวแปรที่วัดองค์ประกอบนั้น แต่มีข้อแม้ว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบควรจะมีค่าตั้งแต่ 0.3 - 0.4 ขึ้นไปในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมาก Hair (1995 : 385) ได้เสนอตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า loading ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง แสดงในตาราง 11.1

ตาราง 11.1 ค่า loading ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

Factor loading	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	350	250	200	150	120	100	85	70	60	50
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----

เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่วัดในองค์ประกอบได้แล้ว ถัดมาคือตั้งชื่อให้แต่ละองค์ประกอบ โดยมีกฎในการตั้งชื่อนี้

ชื่อขององค์ประกอบควรจะ

- สั้น อาจตั้งชื่อเพียง 1 - 2 คำ
- มีความหมายสอดคล้องกับโครงสร้างขององค์ประกอบ

โดยพิจารณาความคล้ายคลึงกันระหว่างตัวแปรที่อยู่ในองค์ประกอบ ถ้าผู้วิจัยค้นคว้ามาตามโครงสร้างของทฤษฎี ผู้วิจัยอาจจะต้องการใช้ชื่อองค์ประกอบตามทฤษฎีที่ได้ค้นคว้ามา หรือผู้วิจัยอาจจะตั้งชื่อใหม่ที่สอดคล้องกับแนวความคิดของผู้วิจัยเอง

