

با سلام و احترام،

ادامه فصل بیستم و پنجم: تحلیل عامل

استفاده از تحلیل عامل برای شناسایی ساختار

یک مرکز مخابراتی می‌خواهد الگوهای مصرف خدمات در پایگاه داده‌های مشتریان خود را شناسایی کند. اگر سرویس‌ها بتوانند به لحاظ کاربرد خوشه‌بندی شوند، شرکت می‌تواند پکیج‌های جذاب بیشتری را به مشتریان پیشنهاد نماید. یک نمونه از پایگاه داده‌های مشتری در فایل **telco. Sav** جمع شده است. از قابلیت **Factor Analysis** برای تعیین ساختار پنهان در مصرف سرویس استفاده نمایید.

آغاز تحلیل

۱. مسیر **Analyze > Dimension Reduction > Factor** را از منوی اصلی برگزینید.
 ۲. از گزینه **Long distance Last month** تا **Wireless Last month** و از گزینه **Multiple Lines** تا **Electronic billing** را به عنوان متغیرهای عامل انتخاب نمایید.
 ۳. دکمه **Descriptive** را کلیک کنید.
 ۴. گزینه‌های **Anti-image** و **KMO and Bartlett's test of sphericity** را فعال نمایید.
- آزمون با عنوان شاخص نهایت کیزر-میر-اولکین (**KMO**) و آزمون کرویت بارتلت می‌باشد. این دو آزمون برای اطمینان حاصل کردن از این است که آیا می‌توان داده‌های موجود را تقلیل و به چند عامل پنهانی کاهش داد یا خیر؟ به عبارت دیگر با این آزمون‌ها مناسب بودن یا مناسب نبودن داده‌ها را برای تحلیل عاملی مشخص می‌کنیم.
- آزمون **KMO** مشخص می‌کند که آیا واریانس متغیرهای تحقیق تحت واریانس مشترک برخی عامل‌های پنهانی و اساسی هست یا خیر؟ به عبارتی دیگر آیا می‌توان گفت که واریانس مجموعه متغیرها ناشی از یکسری عوامل پنهانی و بنیادی است و نه تمامی این متغیرها؟ مقدار آماره این آزمون بین **0** تا **1** نوسان دارد.
- مقادیر نزدیک به **1** (بالتر از **0.7**) نشان می‌دهند که انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موردنظر امکان‌پذیر بوده و می‌توان داده‌ها را به یک سری عامل‌های پنهانی تقلیل داد. برای مقادیر پایین‌تر و به ویژه کوچکتر از **0.5** پیشنهاد می‌شود که از انجام تحلیل عاملی صرف‌نظر کنیم.

آزمون دوم یعنی بارتلت به ما کمک می‌کند تا پس از فراهم بودن امکان تقلیل داده‌ها به یکسری عامل‌های پنهانی، بتوانیم ساختار جدیدی را بر اساس همبستگی بین متغیرها و عامل‌ها و معنای انضمامی آنها کشف کنیم. با اجرای آزمون بارتلت هدف این است که فرض صفر مبنی بر همانی بودن ماتریس را رد کنیم.

۵. دکمه **Continue** را کلیک کنید.

۶. دکمه **Extraction** را در کادر محاوره **Factor Analysis** کلیک کنید.

۷. گزینه **Principal axis Factoring** را در کرکره‌ای **Method** انتخاب نمایید.

۸. گزینه **Scree plot** را فعال کنید.

۹. دکمه **Continue** را کلیک کنید.

۱۰. دکمه **Rotation** را در کادر محاوره **Factor Analysis** کلیک کنید.

۱۱. گزینه **Varimax** را در مجموعه **Method** فعال نمایید.

روش واریماکس، رایج‌ترین روش چرخش متعامد در تحلیل عاملی است. هدف این چرخش، رسیدن به ساختار ساده با متعامد نگه داشتن محورهای عاملی است. این روش پیچیدگی مولفه‌ها را از طریق بزرگتر سازی بارهای بزرگ و کوچکتر سازی بارهای کوچک در داخل هر مؤلفه (ستون) به حداقل می‌رساند. چرخش واریماکس مجموع واریانس‌های بارهای مجذور شده بر روی ستون‌های یک ماتریس عاملی را به حداکثر می‌رساند، یعنی ستون‌های ماتریس بار عاملی را ساده می‌کند.

۱۲. گزینه **Loading plot (S)** را در مجموعه **Display** فعال کنید.

۱۳. دکمه **Continue** را کلیک کنید.

۱۴. **Ok** را در کادر محاوره **Factor Analysis** کلیک کنید.

در نتیجه این مراحل، یک راه حل با استفاده از استخراج عاملی محور اصلی ایجاد می‌شود که از آن یک چرخش **Varimax** نتیجه می‌شود.

آزمون KMO و Bartlett

جدول دو آزمون را نشان می‌دهد که مناسب بودن داده‌های شما را برای شناسایی ساختار مشخص می‌کند. **Kaiser – Meyer – Olkin Measure of Sampling Adequacy** یا شاخص کفایت نمونه‌گیری کایسر-مهیر-اولکین آماره‌ای است که سهم واریانس را در متغیرهای شما که ممکن است در نتیجه عوامل نهفته باشد مشخص می‌کند. مقادیر بزرگ (نزدیک به 1.0) عموماً نشان می‌دهند که تحلیل عامل ممکن است برای داده‌های شما سودمند باشد (a). اگر مقدار کمتر از 0.05 باشد، نتایج تحلیل عامل احتمالاً خیلی سودمند نیست.

آزمون بارتلت (**Bartlett's Test of Sphericity**) فرضیه شناخته شده بودن ماتریس همبستگی را بررسی می‌نماید، که طی آن مشخص می‌کند متغیرها نهفته هستند و بنابراین برای شناسایی ساختار نامناسب می‌باشند. مقادیر کوچک (نزدیک به **0.05**) سطح معنی‌داری نشان می‌دهد که تحلیل عامل ممکن است برای داده‌های شما مفید باشد **(b)**.

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy:		a
		.888
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	b
	df	6230.901
	Sig.	91
		.000

ضرائب اشتراک

ضرائب اشتراک اولیه (**Initial**) برای تحلیل‌های همبستگی، نسبت واریانس در نظر گرفته شده در هر متغیر به باقی مانده متغیرها می‌باشد. ضرائب اشتراکی استخراج (**Extraction**) برآوردهای واریانس در هر متغیر در نظر گرفته شده با عوامل در مسیر تحلیل عامل هستند.

مقادیر کوچک متغیرهایی را نشان می‌دهد که به خوبی با تحلیل عامل منطبق نشده‌اند، و احتمالاً باید از تحلیل کنار گذاشته شوند. ضرائب اشتراکی استخراج برای این تحلیل قابل قبول هستند، هر چند مقادیر پایین‌تر **Multiple Lines** و **Calling Card** نشان می‌دهند که آنها به خوبی با بقیه منطبق نشده‌اند.

	Initial	Extraction
Long distance last month	297	748
Toll free last month	510	564
Equipment last month	579	697
Calling card last month	266	307
Wireless last month	660	708
Multiple lines	276	340
Voice mail	471	501
Paging service	527	541
Internet	455	525
Caller ID	552	623
Call waiting	545	610
Call forwarding	532	596
3-way calling	506	561
Electronic billing	416	488

جمع کل واریانس



سمت چپ این جدول، واریانس تبیین شده با تحلیل اولیه را نشان می‌دهد. فقط سه عامل در تحلیل اولیه، مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ دارند (a).



Factor	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.877	34.838	34.838
2	2.733	19.518	54.357
3	1.476	10.546	64.903
4	.697	4.978	69.881
5	.612	4.368	74.251
6	.508	3.628	77.879
7	.470	3.358	81.237
8	.451	3.209	84.526
9	.423	3.021	87.548
10	.418	2.988	90.536
11	.377	2.695	93.231
12	.350	2.503	95.733
13	.339	2.424	98.158
14	.258	1.842	100.000

روی هم رفته تقریباً **65%** تغییرپذیری در متغیرهای اصلی محاسبه شده است. این نشان می‌دهد که سه تأثیر پنهان با سرویس مصرفی مرتبط است. اما خانه‌های باقی‌مانده، برای بخش زیادی از واریانس تبیین نشده است.

قسمت دوم این جدول واریانس تبیین شده یا عوامل استخراجی را قبل از چرخش نشان می‌دهد. تغییرپذیری تراکم با این سه عامل در تحلیل استخراج شده حدود **55%** بیان شده است، که **10%** نسبت به تحلیل اولیه اختلاف دارد. بنابراین، حدود **10%** از تغییر تبیین شده با تحلیل اولیه از دست رفته است. پس تقریباً **۱۰٪** از تغییرات تبیین شده به وسیله تحلیل اولیه از دست می‌رود. به دلیل عوامل پنهانی که به متغیرهای اصلی منحصر است و تغییراتی که به سادگی با مدل‌های عاملی نمی‌توان آنها را تبیین کرد.

Factor	Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.461	31.864	31.864
2	2.297	16.409	48.273
3	1.053	7.519	55.792

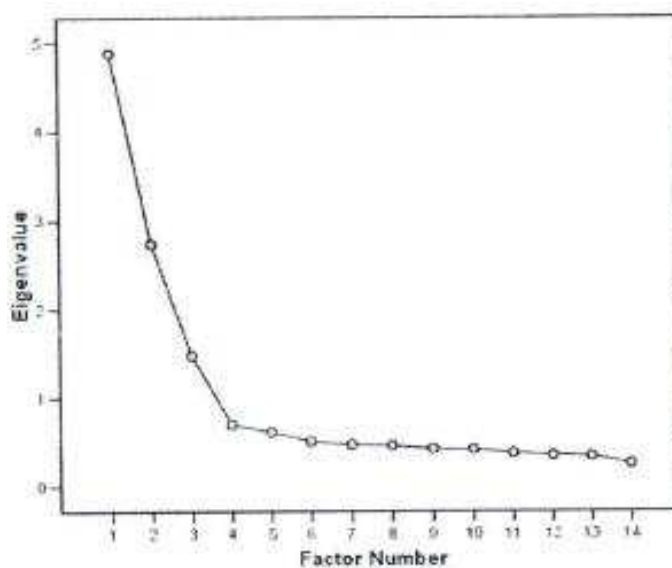
قسمت سمت راست این جدول واریانس تبیین شده با عوامل استخراجی را بعد از چرخش نشان می‌دهد. مدل عامل چرخشی تنظیماتی را برای عوامل **1** و **2** ایجاد می‌نماید، اما عامل **3** بدون تغییر می‌ماند. تغییرات بین ماتریس‌های عامل چرخشی و غیرچرخشی را بررسی نمایید تا ببینید که چگونه چرخش روی تفسیر عوامل اول و دوم تأثیر می‌گذارد.

Extraction Sums of Squared Loadings			
Factor	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.461	31.864	31.864
2	2.297	16.409	48.273
3	1.053	7.519	55.792

Rotation Sums of Squared Loadings			
Factor	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.747	26.763	26.763
2	2.872	20.514	47.277
3	1.192	8.515	55.792

نمودار Scree

نمودار Scree انتخاب این مؤلفه‌ها را تأیید می‌نماید.



روابط در ماتریس عامل چرخشی تقریباً واضح هستند. عامل سوم با **Long distance Last month** در ارتباط

است. دومی ارتباط قوی با **Internet, Equipment Last month** و **Electronic billing** دارد.

عامل اول با **Paging Service, Voice mail, Wireless Last mont, Toll Free Last month**

Call For Warding, Call Waiting, Caller ID و **3-way Calling** در ارتباط است. با این وجود،

برخی از این سرویس‌های عامل اول به طور منفی با عامل دوم در ارتباط است، بعضی از آنها، تأثیر مثبت دارند.



	Factor		
	1	2	3
Long distance last month	146	-254	314
Toll free last month	652	-373	1.960E-02
Equipment last month	494	671	5.400E-02
Calling card last month	364	-243	339
Wireless last month	799	261	3.724E-02
Multiple lines	257	280	442
Voice mail	669	228	-3.78E-02
Paging service	692	246	-4.96E-02
Internet	323	649	-1.37E-02
Caller ID	689	-345	-172
Call waiting	678	-366	-126
Call forwarding	684	-336	-128
3-way calling	662	-338	-9.32E-02
Electronic billing	250	652	3.53E-02

در حالت کلی، چندین سرویس وجود دارد که همبستگی‌های بزرگتر از **0.2** با عوامل چندگانه دارد ماتریس عامل چرخشی باید این را تحلیل نماید.

ماتریس عامل چرخشی

ماتریس تبدیل عامل، چرخش خاص اعمالی به مسیر تحلیل عامل را توصیف می‌نماید. ماتریس برای محاسبه ماتریس عامل چرخشی از ماتریس عامل اصلی (غیرچرخشی) به کار می‌رود.

کوچک‌ترین اجزاء قطر فرعی با چرخش‌های کوچک در ارتباط است **(a)**. بزرگترین اجزاء قطر فرعی با چرخش‌های بزرگتر مرتبط می‌باشد **(b)**.

Factor	1	2	3
1	.837	.516	.184
2	b -.497	.356	-.140
3	-.230	.026	a .973

عامل سوم تا حد زیادی متأثر از چرخش نیست، اما دو عامل اول اکنون برای تفسیر راحت‌تر می‌باشند. عامل چرخشی اول همبستگی زیادی با **Call For**، **Call Waiting**، **Caller ID**، **Toll Free Last month** و **Warding** و **3-way Calling** دارد. این متغیرها همبستگی به خصوصی با دو عامل دیگر ندارد. عامل دوم، همبستگی زیادی با **Internet**، **Equipment Last month** و **Electronic billing** دارد. بنابراین سه گروه سرویس اصلی وجود دارد، همچنان که گفته شد سرویس‌ها همبستگی زیادی با سه عامل دارند. با این گروه‌ها، می‌توانید مشاهدات زیر را درباره سرویس‌های باقی‌مانده داشته باشید. به دلیل همبستگی نسبتاً زیاد با عوامل اول و دوم، **Wireless Last mont**، **Voice mail** و **Paging Service** به گروه‌های **Extras** و **Tech** متصل می‌شود.

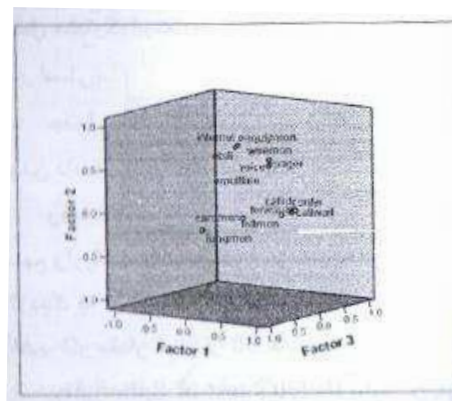
Calling Card Last month تا حدی با عوامل اول و سوم همبستگی دارد، بنابراین به گروه‌های **Extras** و **Long Distance** متصل می‌گردد **(a)**.

Multiple Lines تا حدی با عوامل دوم و سوم همبستگی دارد، بنابراین به گروه‌های **Tech** و **Long Distance** متصل می‌گردد (b).



	Factor		
	1	2	3
Long distance last month	6.153E-02	-.121	.654
Toll free last month	.726	1.764E-02	.191
Equipment last month	6.745E-02	.831	4.909E-02
Calling card last month	.348	-1.15E-02	.431
Wireless last month	.530	.637	.146
Multiple lines	-2.54E-02	.384	.438
Voice mail	.455	.539	5.412E-02
Paging service	.468	.566	4.414E-02
Internet	-4.87E-02	.722	-4.49E-02
Caller ID	.787	5.561E-02	7.820E-03
Call waiting	.779	3.309E-02	5.379E-02
Call forwarding	.768	6.175E-02	4.850E-02
3-way calling	.743	4.985E-02	7.821E-02
Electronic billing	-.107	.686	-7.99E-02

از نتایج این جدول آن است که مثلاً، مشتری‌هایی که با سرویس‌های ویژه مشترک می‌شوند، برای پذیرش پیشنهادات خاص مثلاً سرویس‌های **Wireless** نسبت به **Internet** آماده‌تر هستند. شکل زیر یک نمایش تصویری از ماتریس عامل چرخشی است. اگر روابط در ماتریس پیچیده باشند، این نمودار ممکن است برای تفسیر آسان‌تر باشد.



ادامه فصل ۲۵ را در مرجع کاربردی **SPSS 20** (42) دنبال نمایید.



Telegram.me/iepnu
 کانال تخصصی مهندسی صنایع دانشگاه پیام نور