

پروژه شماره ۳ : تحلیل عاملی با داده واقعی

## تحلیل عاملی

در آمار، تحلیل عاملی روشی است برای تحلیل واریانس بین چند متغیر وابسته براساس توصیف آنها برحسب تعداد اندکی متغیر (عامل) نهان. به عبارت دیگر، تحلیل عاملی می‌خواهد داده‌های پیچیده را با توصیف آنها برحسب تعداد کمتری متغیر ساده‌سازی کند. تحلیل عاملی ابتدا در زمینه روان‌سنجی آغاز شد و در علوم اجتماعی، بازاریابی، مدیریت تولید، تحقیق در عملیات و هر زمینه‌ای که نیاز به تحلیل مقادیر وسیعی از داده دارد استفاده می‌شود.

تعریف ریاضی تحلیل عاملی به صورت زیر است:

فرض کنید  $\mathbf{P}$  متغیر تصادفی  $x_1, \dots, x_p$  با میانگین‌های  $\mu_1, \dots, \mu_p$  داده شده‌اند. فرض کنید ثابت‌های مجهول  $l_{ij}$  و  $k$  متغیر مشاهده‌نشده  $F_j$  داده شده‌اند که  $i \in 1, \dots, p$  و  $j \in 1, \dots, k$  و  $\mathbf{K} < \mathbf{P}$  و متغیرهای مشاهده شده براساس رابطه زیر می‌توانند توصیف شوند:

$$x_i - \mu_i = l_{i1}F_1 + \dots + l_{ik}F_k + \varepsilon_i$$

که در آن  $\varepsilon_i$  متغیرهای خطا هستند که از همدیگر مستقل‌اند و واریانس محدود و نه‌لزوماً یکسان دارند. به صورت ماتریسی می‌توان تمام معادله‌های بالا برحسب  $\mathbf{i}$  را به صورت زیر یکجا نوشت:

$$\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu} = \mathbf{LF} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

همچنین فرض‌های زیر را در مورد متغیرها داریم:

۱.  $\mathbf{F}$  و  $\boldsymbol{\varepsilon}$  از همدیگر مستقل‌اند.

۲.  $E[\mathbf{F}] = \mathbf{0}$ .

۳.  $\text{cov}(\mathbf{F}) = \mathbf{I}$  تا مطمئن شویم که عامل‌ها با هم همبسته نیستند.

ما در نظر داریم در این پروژه، تحلیل عاملی را برای چند جفت ارزش مربوط به یورو اجرا کنیم.

داده‌های مورد استفاده در این پروژه با استفاده نرم‌افزار متاتریدر ۴ استخراج شده است که در ادامه در رابطه با داده‌ها توضیح داده میشود.

## جفت ارز (Currency pair) چیست؟

ترکیب و جفت کردن دو ارز (ارز فیات مانند دلار، یورو، ریال و... و ارزهای دیجیتال) به منظور انجام برخی معاملات بر پایه ارزش ارزهای جفت شده روشی مرسوم در معاملات بازارهای مختلف بوده است. هر کدام از این جفت‌ها را یک جفت ارز می‌نامند.

نقش اصلی این جفت‌ها در واقع مقایسه ارزهای با یکدیگر و تعیین نرخ برای تبدیل آن‌ها به یکدیگر است. در واقع در بازارهای مالی مانند فارکس (بازار معاملات ارزهای خارجی) ارز جفت‌ارزها برای انجام معاملات از مبدأ کشورهای مختلف به یکدیگر با ارزهای اختصاصی هر کدام استفاده می‌شود.

ارزهای استفاده شده در این پروژه :

ارزها	نماد جفت ارز
یورو / دلار آمریکا	EURUSD
یورو / دلار استرالیا	EURAUD
یورو / ین ژاپن	EURJPY
یورو / فرانک سوئیس	EURCHF

متغیرهای محاسبه شده برای جفت ارزهای بالا :

### اندیکاتور مومنتوم (Momentum)

اندیکاتور مومنتوم برای شناسایی سرعت حرکت قیمت طراحی شده است. این اندیکاتور ، جزء اندیکاتورهای پیشرو می باشد .نحوه محاسبه مومنتوم به این صورت است که قیمت فعلی پایانی سهم را با قیمت پایانی  $n$  دوره قبل سهم مقایسه می کند. منظور از  $n$  دوره بازه زمانی است که توسط تحلیلگر انتخاب می شود.در اینجا از سه اندیکاتور مومنتوم استفاده کردیم.

در اینجا ما متغیر **mean.Momentum** را میانگین اندیکاتور مومنتوم در بازه ۲۰۱۷.۱۰.۰۵ تا ۲۰۲۱.۱۱.۲۴ (۱۰۷۳ روز کاری) تعریف میکنیم.

## اندیکاتور RSI

اندیکاتور **RSI** که مخفف **Relative Strength Index** می باشد با روابط پیچیده ریاضی محاسبه می گردد که ذکر این روابط از حوصله این بحث خارج می باشد. در تنظیمات **RSI** نیز عموماً از تنظیم ۱۴ روزه استفاده می شود. این اندیکاتور همانند مکدی (**MACD**) در زمره اسیلاتورها طبقه بندی می شود چراکه همواره بین دو سطح ۰ و ۱۰۰ در حال نوسان می باشد.

در اینجا ما متغیر **mean.RSI** را میانگین اندیکاتور مومنتوم در بازه ۲۰۱۷.۱۰.۰۵ تا ۲۰۲۱.۱۱.۲۴ (۱۰۷۳ روز کاری) تعریف میکنیم.

## اندیکاتور MACD

اندیکاتور **MACD** مخفف عبارت **Moving Average Convergence Divergence** است. این عبارت به معنی همگرایی (**Convergence**) و واگرایی (**Divergence**) میانگین متحرک است. این اندیکاتور ابداع آقای جرال دبی ایل است. از این اندیکاتور در تحلیل تکنیکال برای به دست آوردن قدرت، جهت و شتاب در یک روند استفاده می شود. این اندیکاتور در اغلب موارد با استفاده از قیمت پایانی محاسبه می شود. بر خلاف اندیکاتورهای دیگر اندیکاتور **MACD** فرمول سختی برای محاسبه خود ندارد.

در اینجا ما متغیر **mean.MACD** را میانگین اندیکاتور مومنتوم در بازه ۲۰۱۷.۱۰.۰۵ تا ۲۰۲۱.۱۱.۲۴ (۱۰۷۳ روز کاری) تعریف میکنیم.

## اندیکاتور CCI

اندیکاتور **CCI** یا همان «شاخص کانال کالا» (**Commodity Channel Indicator**) «به وسیله «دانلد لمبرت (Donlad) در حدود ۴۰ سال پیش به وجود آمده است. لمبرت یک معامله گر کالا بود و از این اندیکاتور برای تحلیل مبادلات کالایی استفاده می کرد. این شاخص یک اندیکاتور نوسان یا همان اسیلاتور (**Oscillator**) است. اسیلاتور یک ابزار تحلیل تکنیکال است که بین دو کران بالا و پایین محدوده ای را مشخص می کند و پس از آن، یک اندیکاتور روند می سازد که بین این دو حد نوسان می کند.

این شاخص همچنین بر پایه «شتاب» یا تکانه (**Momentum**) روند است؛ به این معنی که به شدت قدرت روند اخیر قیمت توجه می کند. اندیکاتورهای تکانه به ما شتاب روند را نشان می دهند. تکانه نرخ سرعت گیری قیمت یا حجم یک دارایی را به ما می گوید و در واقع، سرعت تغییر قیمت است. وقتی یک معامله گر بر اساس شتاب روند خرید و فروش می کند، بر پایه افزایش سرعت تغییر قیمت تصمیم می گیرد.

در اینجا ما متغیر **mean.CCI** را میانگین اندیکاتور مومنتوم در بازه ۲۰۱۷.۱۰.۰۵ تا ۲۰۲۱.۱۱.۲۴ (۱۰۷۳ روز کاری) تعریف میکنیم.

## اجرای تحلیل مولفه اصلی

اکنون که داده‌های خود را تعریف کردیم به تحلیل عاملی در نرم‌افزار SPSS می‌پردازیم:

ابتدا داده‌های خود را در SPSS وارد می‌کنیم

	Currency.pair	mean.RSI	mean.CCI	mean.Momentum	mean.MACD
1	EURUSD	49.15	-5.94	99.97	-.00021
2	EURJPY	50.18	-2.40	99.98	-.00459
3	EURCHF	47.71	-13.57	99.93	-.00054
4	EURAUD	50.59	-1.13	100.04	.00046

سپس تحلیل عاملی را اجرا می‌کنیم و به خروجی‌های زیر می‌رسیم :

## Factor Analysis

### Correlation Matrix<sup>a</sup>

#### Correlation Matrix<sup>a</sup>

		mean.RSI	mean.CCI	mean.Momentu m	mean.MACD
Correlation	mean.RSI	1.000	.993	.905	-.231
	mean.CCI	.993	1.000	.879	-.237
	mean.Momentum	.905	.879	1.000	.181
	mean.MACD	-.231	-.237	.181	1.000

a. This matrix is not positive definite.

با نگاه کردن به ماتریس فوق می‌توان در رابطه با تعداد عامل ها نظر داد به این صورت که می‌بینیم **CCI** , **Momentum** دارای همبستگی قوی با **RSI** هستند پس می‌توان این سه متغیر را یک عامل در نظر گرفت .

متغیر **MACD** که دارای همبستگی ضعیفی با بقیه متغیرها است پس خودش را تنها یک عامل در نظر می‌گیریم.

## Total Variance Explained

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	2.868	71.707	71.707	2.868	71.707	71.707	2.849	71.215	71.215
2	1.101	27.518	99.225	1.101	27.518	99.225	1.120	28.010	99.225
3	.031	.775	100.000						
4	-6.160E-17	-1.540E-15	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

در ستون اول مقادیر ویژه مربوط به هر متغیر را میبینیم.

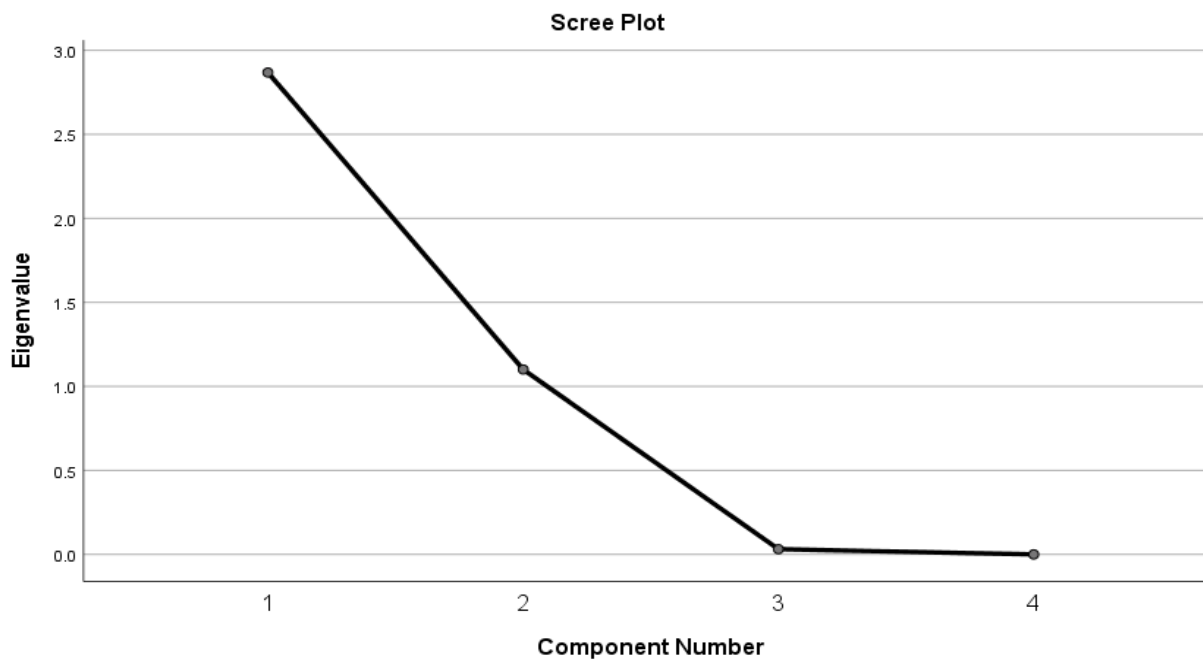
چون تعداد مقادیر ویژه بزرگتر از یک ما برابر با دو است پس اینجا نیز میتوانیم نتیجه بگیریم ما دو عامل داریم.

در ستون دوم، ما میزان سهمی که هر عامل در بیان واریانس کل دارد را مشاهده میکنیم.

عامل اول ما ۷۱٪ درصد از واریانس کل و عامل دوم ۲۷٪ واریانس کل را نمایش میدهد.

پس دو عامل اول ۹۹.۲٪ از واریانس کل را نمایش میدهند که این خیلی عدد خوبی است، پس اینجا هم نتیجه میگیریم دو عامل برای ما کافی است.

نمودار Scree :



واضح است که شیب نمودار از ۳ به بعد خیلی کم شده است یعنی دو عامل برای ما کافی است پس بر اساس نمودار نیز به نتایجی مشابه با نتایج قبل میرسیم.

#### Rotated Component Matrix<sup>a</sup>

	Component	
	1	2
mean.RSI	.984	
mean.CCI	.974	
mean.Momentum	.964	
mean.MACD		.997

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

در جدول بالا سهم هر متغیر در عامل ها بعد از دوران Varimax را داریم.

عامل اول شامل متغیر **RSI , CCI , Momentum** است که تقریباً میتوان گفت سهم برابری در عامل دارند

عامل دوم ما فقط شامل متغیر **MACD** است.

پس میتوان گفت مولفه دوم **MACD** را محاسبه میکند و مولفه اول قدرت روند را محاسبه میکند.

اگر بخواهیم در این رابطه بیشتر توضیح دهیم باید بگوییم که عامل اول ما رابطه بسیار قوی با متغیرهای قدرت روند ما یعنی **RSI , CCI , Momentum** دارد پس عمده کار عامل اول محاسبه قدرت روند است .

در خروجی ها ما یک جدول داریم به صورت زیر، که این جدول ضریب هر متغیر را برای محاسبه هر عامل داریم :

### Component Score Coefficient Matrix

	Component	
	1	2
mean.RSI	.339	-.104
mean.CCI	.334	-.116
mean.Momentum	.356	.272
mean.MACD	.040	.897

Extraction Method: Principal Component  
Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser  
Normalization.

Component Scores.

پس طبق جدول بالا داریم :

$$Component1 = 0.33 * RSI + 0.33 * CCI + 0.35 * Momentum + 0.04 * MACD$$

$$Component2 = -0.104 * RSI - 0.11 * CCI + 0.27 * Momentum + 0.89 * MACD$$



حال اگر برای هر جفت ارز متغیرها را جایگذاری کنیم به خروجی زیر میرسیم (جدول زرد رنگ) :

	Currency.pair	mean.RSI	mean.CCI	mean.Momentum	mean.MACD	FAC1_1	FAC2_1
1	EURUSD	49.15	-5.94	99.97	-0.00021	-0.13924	0.36169
2	EURJPY	50.18	-2.40	99.98	-0.00459	0.34564	-1.45459
3	EURCHF	47.71	-13.57	99.93	-0.00054	-1.29481	0.26703
4	EURAUD	50.59	-1.13	100.04	0.00046	1.08840	0.82587

طبق جدول بالا در عامل اول جفت ارز EURAUD دارای امتیاز بالایی است یعنی قدرت روند قوی تری نسبت به بقیه جفت ارزها دارد.

همچنین از دید MACD نیز لول بالایی است.

نتیجه

از تحلیل عامل که در بالا اجرا کردیم نتایج جالبی استخراج میشود. مثلا میتوان عامل اول را به عنوان یک شاخص قدرت روند در نظر گرفت و از آن برای تحلیل های شخصی و معاملات استفاده کرد.

همچنین میتوانیم بگوییم جفت ارز EURAUD در روندهای قوی تری نسبت به EURCHF در چند سال اخیر بوده است .