آزمون های ثبات پارامترها
(ثبات ساختاری)

فرض کنید مدل زیر را برآورد کرده ایم:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + U_t$$

رگرسیون فوق دربرگیرنده این فرض ضمنی است که پارامترها برای تمام قطعات نمونه آماری مورد استفاده، ثابت میباشد. اگر حالتی را در نظر بگیریم که در طول دوره مورد بررسی اتفاق مهمی رخ دهد و باعث تغییر و شکست ساختاری در داده ها گردد(مثلاً جنگ)؛ این باعث می شود که اگر مدل را برای داده های قبل و بعد از نقطه شکست برآورد کنیم، احتمالاً شیب، عرض از مبدأ و یا هر دو تفاوت معناداری پیدا می کنند.

در **OLS** فرض ضمنی بر این است که شیب و عرض از مبدأ مدل برای قبل و بعد از نقطه شکست یکسان هستند که این فرض ضمنی را می توانیم با استفاده از آزمون های ثبات پارامترها مورد بررسی قرار دهیم. آزمون هایی که برای بررسی ثبات پارامترها مورد استفاده قرار می گیرند، عبارتند از: (۱) آزمون (نقطه شکست) چاو (۲) آزمون شکست با قابلیت پیش بینی(آزمون پیش بینی) چاو(۳) آزمون مجموع تجمعی خطاهای بازگشتی **(CUSUM)** (۴) آزمون مجموع مجذور تجمعی خطاهای بازگشتی(**CUSUMQ**).

۱. آزمون چاو

برای انجام این آزمون باید مراحل زیر را انجام دهیم:

- داده های مورد بررسی را به دو زیر دوره تجزیه می کنیم. مبنای تجزیه دوره، سال وقوع رخداد مهم و تأثیر گذار است.
- مدل را در کل دوره و سپس به طور جداگانه در هر کدام از زیر دوره ها برآورد می کنیم(یعنی سه رگرسیون برآورد میگردد) و سپس **RSS** هر سه رگرسیون را استخراج می کنیم.
- در این حالت : رگرسیون مقید = رگرسیون مربوط به کل دوره

رگرسیون نامقید = رگرسیون مربوط به دو زیر گروه

و سپس آزمون را انجام می دهیم:

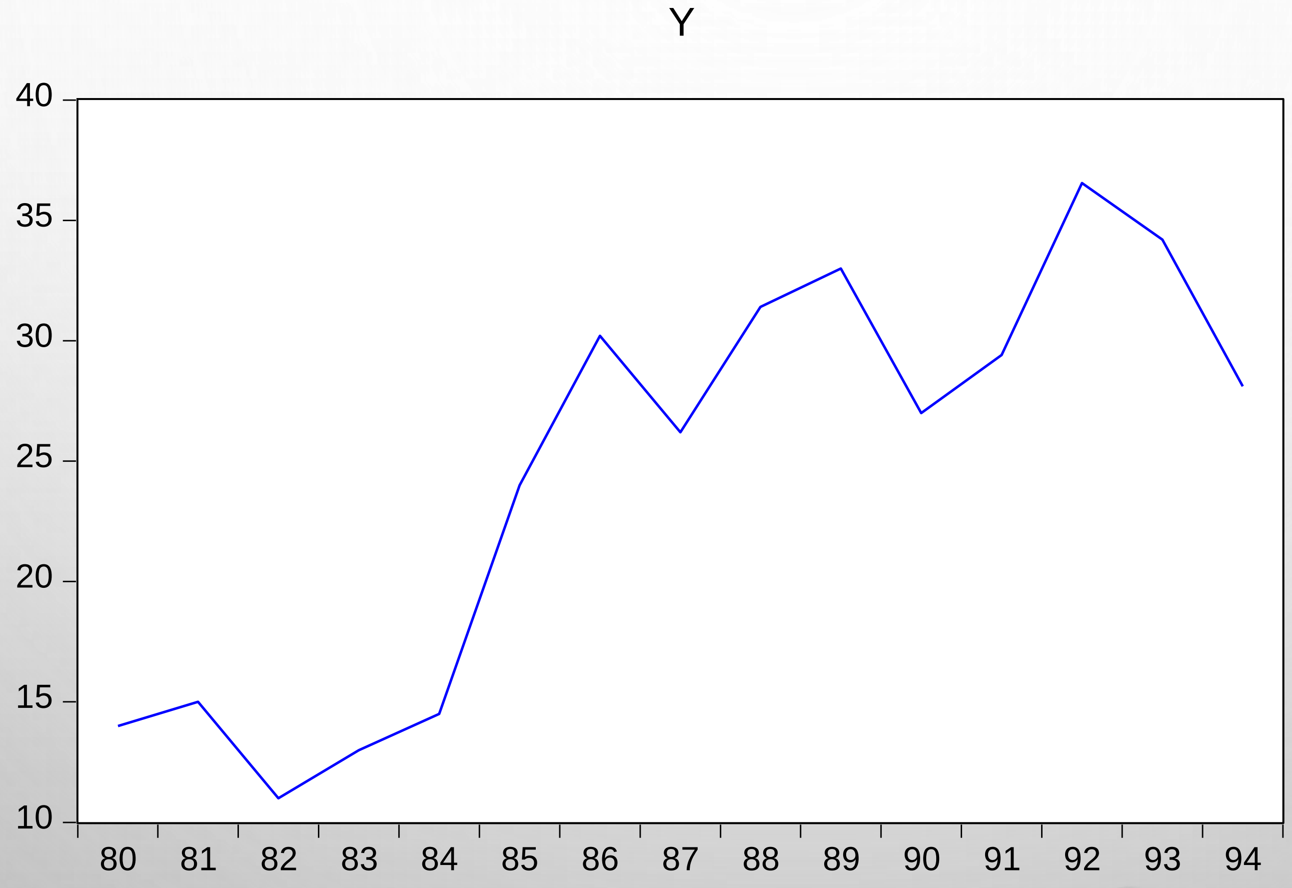
$$F = \frac{RSS-(RSS_1+RSS_2)}{RSS_1+RSS_2} \times \frac{T-2K}{K}$$

فروض عبارتند از: (عدم وجود شکست ساختاری) رگرسیون ها یکسان هستند ↔ ثبات پارامترها: H_0

(وجود شکست ساختاری)عدم ثبات پارامترها : H_1

اگر آماره **F** محاسبه شده از مقدار بحرانی آن بیشتر باشد، فرضیه صفر رد می شود.

حالا می خواهیم این آزمون را در اویوز انجام دهیم. برای این کار ابتدا متغیر وابسته را رسم میکنیم و نقطه(سال) شکست را مشخص میکنیم وبعد متغیر وابسته را روی متغیرهای مستقل رگرس می کنیم و سپس آزمون چاوو را انجام می دهیم، که نتایج آن در زیر آورده شده است.



Chow Breakpoint Test: 1385
Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints
Varying regressors: All equation variables
Equation Sample: 1380 1394

F-statistic	11.86768	Prob. F(2,11)	0.0018
Log likelihood ratio	17.24794	Prob. Chi-Square(2)	0.0002
Wald Statistic	23.73536	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

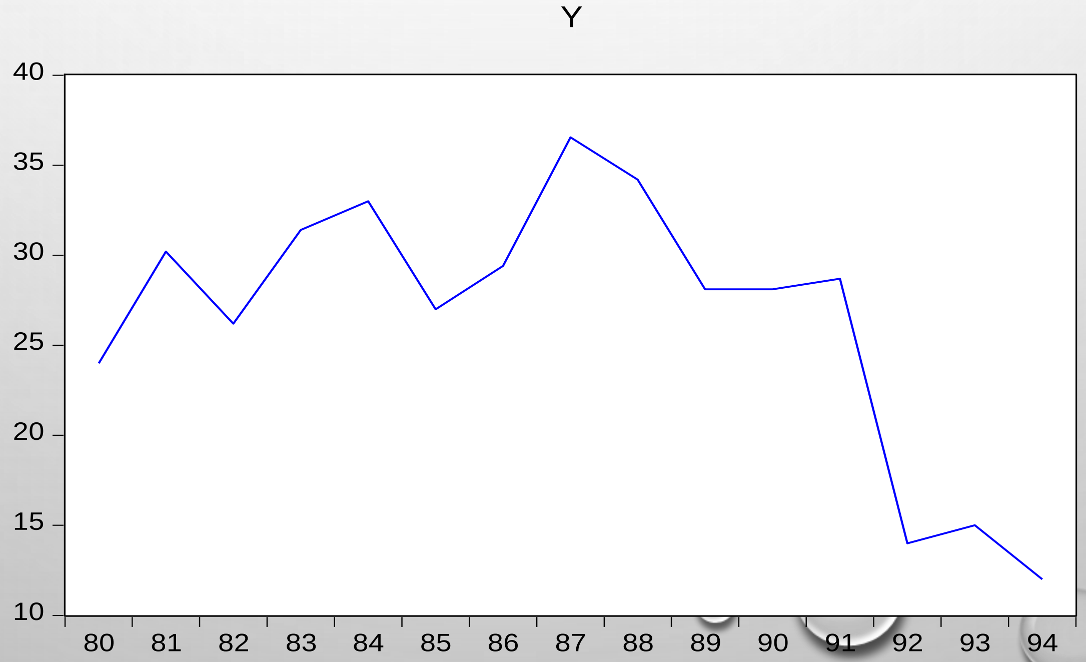
با توجه به **F** محاسباتی و همچنین**Prob** مشخص است که فرض صفر مبنی بر عدم وجود شکست ساختاری رد می شود.

آزمون شکست با قابلیت پیش بینی
آزمون چاو محدودیت ها و مشکلاتی دارد از جمله اینکه، برای انجام رگرسیون در هر زیر دوره، داشتن داده های کافی ضروری است، پس اگر تعدادمشاهدات در دسترس کم باشد، این آزمون قابل اعتماد نیست. همچنین اگر نقطه شکست در داده های ابتدایی یا انتهایی نمونه رخ داده باشد، باز هم آزمون مذکور معتبر نیست چرا که به یکی از دوره ها داده های کمی تعلق گرفته، بنابراین محاسبه آماره آزمون امکان پذیر نمی باشد.
بنابراین در چنین شرایطی از آزمون شکست با قابلیت پیش بینی(آزمون چاو مبتنی بر پیش بینی) استفاده می کنیم.
این آزمون، برآورد مدل را برای کل سری داده ها و برای یکی از زیردوره ها که داده های بیشتری دارد مورد توجه قرار می دهد. یعنی با برآورد رگرسیون در زیردوره بزرگتر و به کارگیری ضرایب شیب برآورد شده، اقدام به پیش بینی سایر مقادیر**y** می نماید.سپس مقادیر پیش بینی شده**y** را به صورت ضمنی با مقادیر واقعی مقایسه می کند.
فرضیه صفر آزمون شکست با قابلیت پیش بینی این است که خطای پیش بینی برای تمام مشاهدات پیش بینی شده صفر است.
برای محاسبه آماره آزمون مراحل زیر را انجام می دهیم:
- رگرسیون را برای کل دوره برآورد می کنیم و**RSS** را محاسبه می کنیم(رگرسیون مقید).

- رگرسیون دوم را برای زیردوره بزرگتر اجرا می کنیم و**RSS** را استخراج می کنیم(رگرسیون نامقید).
بنابراین آماره آزمون به صورت زیر ارایه می شود:

$$F = \frac{RSS - RSS_1}{RSS_1} \times \frac{T_1 - k}{T_2}$$

اکنون با استفاده از آزمون چاو مبتنی بر پیش بینی، اقدام به بررسی ثبات پارامترها می نماییم.(در این جا سعی میکنیم داده ها را طوری انتخاب کنیم که نقطه شکست در حوالی انتهای نمونه واقع شود).
ابتدا متغیر وابسته را رسم می کنیم و نقطه شکست تقریبی را تعیین میکنیم:



Chow Forecast Test
Equation: UNTITLED
Specification: Y X1 C
Test predictions for observations from 1392 to 1394

	Value	df	Probability
F-statistic	5.528994	(3, 10)	0.0169
Likelihood ratio	14.66755	3	0.0021

Unrestricted Test Equation:
Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 01/24/16 Time: 00:00
Sample: 1380 1391
Included observations: 12

Variable	Coefficien...	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1	2.388261	0.296041	8.067344	0.0000
C	19.44211	1.335435	14.55863	0.0000

R-squared	0.866812	Mean dependent var	29.73750
Adjusted R-squared	0.853494	S.D. dependent var	3.560205
S.E. of regression	1.362709	Akaike info criterion	3.607839
Sum squared resid	18.56977	Schwarz criterion	3.688656
Log likelihood	-19.64703	Hannan-Quinn criter.	3.577917
F-statistic	65.08205	Durbin-Watson stat	1.478262
Prob(F-statistic)	0.000011		

نتیجه گیری در این حالت نیز همانند همان آزمون چاو معمولی است.

آزمون های شکست بر اساس پسماندهای بازگشتی(عطفی)

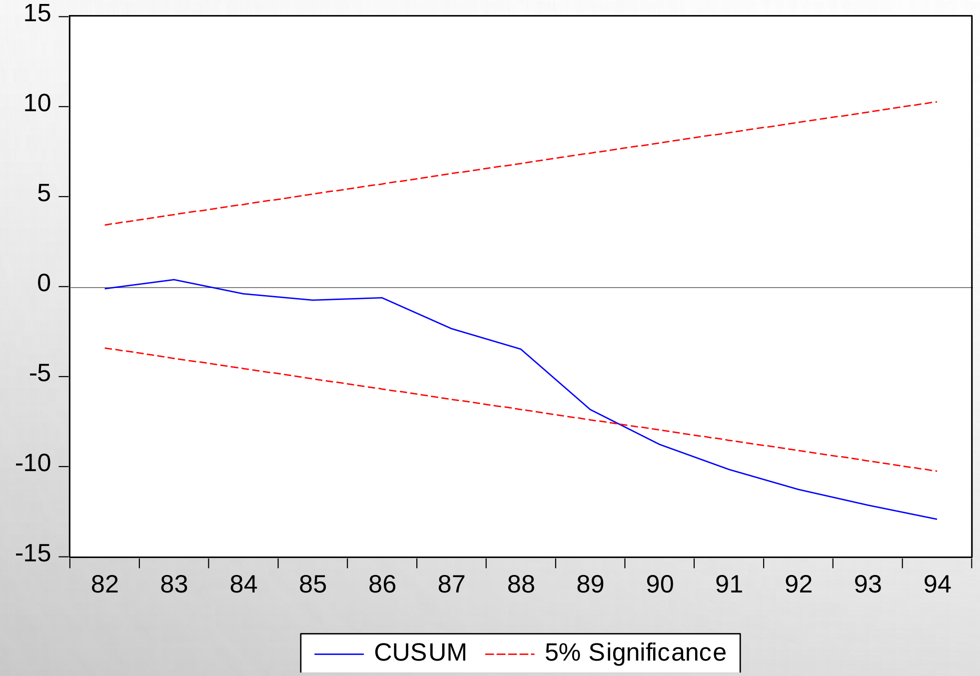
زمانی که از نقطه دقیق شکست اطلاع نداریم، یک آزمون جایگزین برای **OLR**، اجرای رگرسیون های عطفی است.این روش گاهی اوقات روش حداقل مربعات بازگشتی **(RLS)** نامیده می شود. این رویکرد تنها برای سری زمانی یا داده های مقطعی که به روش های معقول مرتب شده باشند کاربرد دارد. در برآورد بازگشتی، با یک زیر نمونه از داده ها شروع می کنیم و رگرسیون مورد نظر را در آن زیر نمونه برآورد می نماییم، سپس پی در پی یک مشاهده به زیر نمونه قبلی می افزاییم و مجدداً رگرسیون را برآورد می کنیم و این کار تا زمانی که آخرین مشاهده لحاظ گردد ادامه می یابد.

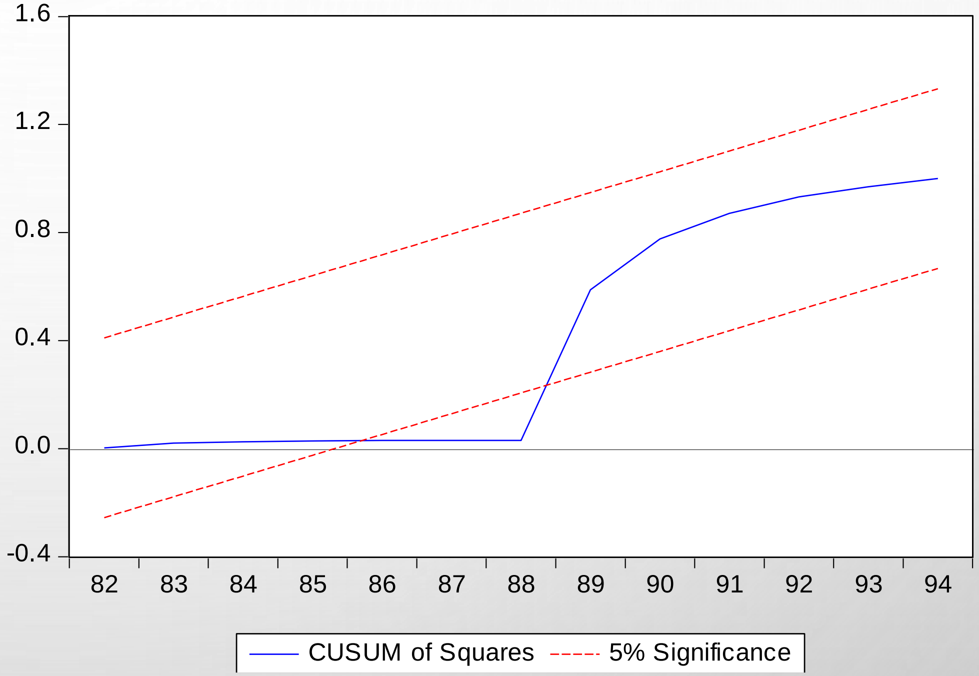
انتظار می رود که در نزدیکی نقطه شروع رگرسیون بازگشتی، پارامترهای برآوردی به صورت ناپایدارتری ظاهر شوند و به تدریج از ناپایداری پارامترها کاسته شود؛ در غیر این صورت عدم ثبات پارامترها وبه عبارتی شکست ساختاری رود داده است.

مشخص است که **RLS** به خودی خود یک آزمون آماری برای بررسی ثبات پارامترها نیست.

آماره **CUSUM**بر اساس نسخه نرمال شده مجموع انباشته پسماندها ایجاد می شود. تحت فرضیه صفر مبنی بر ثبات کامل پارامترها، آماره**CUSUM** برابر صفر است.

باقیمانده های زیادی در مجموعه فوق لحاظ می شوند. مجموعه ای از نوارهای ۲– و۲+ انحراف معیار در حوالی صفر رسم می شوند و هر آماره ای که خارج از نوار قرار گیرد، نشانه ای از بی ثباتی پارامترهاست.





همانطور که می بینیم در هر دو نمودار ، نقاطی وجود دارد که از نوارهای مربوطه خارج گردیده اند، این موضوع شواهدی مبنی بر عدم ثبات پارامترها(وجود شکست) ارایه می دهد.