

## بررسی رابطه بین نرخ ارز قیمت طلا و قیمت نفت خام در ایران طی دوره ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶

مهدی خداپرست مشهدی<sup>۱</sup>، اسامه العبودی<sup>۲</sup>، احمد سراداری ترشیزی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

قیمت نفت همواره به عنوان یک شاخص پیشرو برای نوسانات نرخ ارز در اقتصاد جهانی و عامل رشد اقتصاد جهانی در نظر گرفته شده است. حرکات اخیر ارتباطات بین طلا و قیمت نفت باعث افزایش علاقه محققان به آزمودن و بررسی ارتباط بین قیمت نفت شده است و طلا به عنوان تغییرات قیمت خود دارای پیامدهای مهمی برای اقتصاد و بازارهای مالی می باشد. در این مقاله در ابتدا در قسمت اول (univariate) به کمک نرم افزار R مدل تک تک متغیرها برآورد و شکل آنها رسم شده و در قسمت دوم (Multivariate) به کمک نرم افزار Microfit ۴.۱ الگوی VAR برآورد شده و آزمون علیت گرنجری انجام شده و در نهایت به تفسیر نتایج حاصله می پردازد.

**واژه‌های کلیدی:** نرخ ارز، الگوی خود توضیح برداری، علیت گرنجری، یوهانسون جوسلیوس

## ۱-مقدمه

نرخ ارز واقعی، نمایانگر موقعیت اقتصادی کشور در صحنه داخلی و خارجی است و بیانگر سطح رقابت پذیری یک کشور در بازارهای جهانی است. بدیهی است که نوسانات نرخ ارز واقعی میتواند درگام نخست به تکانه های غیر پولی نسبت داده شود. در کشورهای متکی به درآمدهای نفتی یکی از عواملی که میتواند روی نرخ ارز واقعی تاثیر داشته باشد، قیمت های واقعی نفت است قیمت نفت همواره به عنوان یک شاخص پیشرو برای نوسانات نرخ ارز در اقتصاد جهانی در نظر گرفته شده است (آمانو و ون نوردن، ۱۹۹۸) دلیل آن این است که معاملات بین المللی نفت تا حد زیادی با دلار آمریکا انجام می شود. حرکات اخیر ارتباطات بین طلا و قیمت نفت باعث افزایش علاقه محققان به آزمودن و بررسی ارتباط بین قیمت نفت شده است و طلا به عنوان تغییرات قیمت خود دارای پیامدهای مهمی برای اقتصاد و بازارهای مالی می باشد (ربردو ۲۰۱۳)<sup>۲</sup> دلیل آن این است که در یک اقتصاد تورمی سرمایه گذاران را دارایی های خود را از طلا افزایش می دهند به دلیل آن که آن به عنوان پوششی در برابر تورم عمل می کند. ملوین و سلطان (۱۹۹۰)<sup>۳</sup> شواهد نشان می دهد کشورهای صادرکننده نفت، به ویژه طلا را در پرتفوی ذخیره بین المللی خود قرار می دهند تا زمانی که قیمت نفت و درآمد های آن افزایش می یابد، آنها سرمایه گذاری خود را در طلا به منظور حفظ سهم خود در پرتفوی متنوع افزایش می دهند و این افزایش تقاضا برای طلا منجر به افزایش در قیمت آن است که به دنبال خود افزایش قیمت نفت را به همراه دارد. (تیواری و شادودهین ۲۰۱۵)<sup>۴</sup> یک جریان دیگری از ادبیات تحقیق وجود دارد که قیمت طلا و قیمت نفت را از طریق نرخ ارز (دلار) با هم مرتبط می کند هنگامی که ارزش دلار کاسته می شود در مقابل آن سرمایه گذاران در (سبد پورتفوی خود) از طلا به عنوان یک پوشش (هجینگ) استفاده می کنند (کیپ و همکاران ۲۰۰۵ و جوی ۲۰۱۱)<sup>۵</sup> در پویایی قیمت در بازار نفت خام و بازار طلا، آرایه و نظمی از تحقیقات بازبینی شده است و یافته ها حاکی از روابط قوی بین این دو متغیر را نشان می دهد (یه و ژانگ ۲۰۰۷)<sup>۶</sup> همه این مطالعات این استدلال را می کند که طلا و نفت از الگوهای خاصی پیروی که در نهایت نرخ ارز را متاثر میکند. بنابراین، بررسی ارتباط

<sup>۱</sup> (Amano and van Norden, ۱۹۹۸)<sup>۲</sup> (Reboredo, ۲۰۱۳)<sup>۳</sup> Melvin and Sultan (۱۹۹۰)<sup>۴</sup> (Tiwari and Sahadudheen, ۲۰۱۵)<sup>۵</sup> (Capie et al., ۲۰۰۵; Joy, ۲۰۱۱)<sup>۶</sup> (Ye, ۲۰۰۷; Zhang et al., ۲۰۰۷)

بین قیمت طلا، قیمت نفت و نرخ ارز در یک اقتصاد صادر کننده نفت مانند کشور ایران می تواند برای سرمایه گذاران و سیاست گذاران بسیار مفید باشد.

هدف این مقاله بررسی ارتباط همزمان پویای ۳ متغیر Multivariate قیمت نفت، قیمت طلا (سکه بهار آزادی)، و نرخ ارز (دلار) در چارچوب کلی الگوی VAR می پردازد که از نرم افزار microfit استفاده شده است، و علاوه بر آن بررسی رفتار تک متغیرها Univariate و بررسی و پایایی و تعیین نوع رفتاری که تبعیت می کند با استفاده از نرم افزار R می پردازد.

## ۲- ادبیات تحقیق: (مبانی نظری و پیشینه)

### مطالعات خارجی

ارتباط بین قیمت نفت و قیمت طلا و نرخ ارز به طور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته است:

نارایان و همکاران (۲۰۱۰)<sup>۷</sup> قیمت طلا و نفت و بازارهای آتی را مورد بررسی قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که طلا پوششی (هج) در مقابل تورم و از بازار نفت و طلا می توان برای پیش بینی یک دیگر از هم استفاده نمود.

ژانگ و وی (۲۰۱۰)<sup>۸</sup> رابطه علیت بین بازار نفت خام و طلا را طی یک دوره هشت ساله بررسی کردند و یک ارتباط بین قیمت نفت خام و نوسانات قیمت طلا مشاهده کردند. سیماکاو<sup>۹</sup> (۲۰۱۱) یک رابطه طولانی مدت بین قیمت نفت و طلا را مشاهده کرد.

علاوه بر این، لی و لین (۲۰۱۲)<sup>۱۰</sup> یک بررسی بین رابطه دینامیکی غیرخطی میان قیمت ین، آینده طلا، نفت خام و شاخص سهام انجام دادند. با توجه به این یافته ها، قیمت طلا با توجه به قیمت نفت خام تعیین می شود. از این رو که به وقتی قیمت نفت خام پایین است، طلا نقش یک تابع مصون سازی را اجرا می کند؛ و زمانی که قیمت نفت بالا است، طلا هم یک تأمینی و پوشش امن برای کشورهای در حال توسعه است.

ساری و همکاران (۲۰۱۰)<sup>۱۱</sup> به بررسی همکاری حرکت و انتقال اطلاعات میان قیمت های لحظه ای از چهار فلز گرانبها، قیمت نفت و نرخ ارز (دلار آمریکا / یورو) اقدام کردند. آنها شواهدی از یک رابطه بلندمدت تعادل ضعیف اما با بازخورد قوی در کوتاه مدت پیدا کردند.

<sup>۷</sup> Narayan et al. (۲۰۱۰)

<sup>۸</sup> Zhang and Wei (۲۰۱۰)

<sup>۹</sup> Šimáková

<sup>۱۰</sup> Lee and Lin (۲۰۱۲)

<sup>۱۱</sup> Sari et al. (۲۰۱۰)

جین و گوش (۲۰۱۳)<sup>۱۲</sup> در بررسی خود یک رابطه بلند مدت و علیت میان قیمت جهانی نفت، قیمت فلزات گرانبها و نرخ ارز را مورد مطالعه قرار دادند. آنها به وجود یک رابطه بلند مدت بین متغیرهای زمانی که نرخ ارز و طلا قیمت متغیر وابسته باقی می ماند پی بردند. آزمون علیت گرنجر آنها نشان داد که نرخ ارز علت قیمت فلزات گرانبها و قیمت نفت در هند است.

مطالعه آلیو<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۹) به نقش قیمت نفت و نوسانات نرخ ارز در نوسانات تولید نیجریه به عنوان صادرکننده نفت پرداخته است. به این منظور، از دادههای فصلی این کشور در بازه زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۶ و روش تخمینی VAR هم انباشته استفاده شده است. نتایج تخمین نشان میدهد که شوکهای مثبت قیمت نفت و افزایش نرخ ارز اثر مثبت بر رشد اقتصادی نیجریه داشته است.

### مطالعات داخلی:

مطالعه دلای و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی ارتباط بلندمدت قیمت نفت و رشد اقتصادی با دادههای فصلی در دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۶۸ در ایران میپردازد. نتایج تحقیق نشان میدهد که در کشور ایران به عنوان صادرکننده نفت، تکانه های نفتی اثر نامتقارن بر رشد اقتصادی برجای میگذارند، به این معنا که، هنگام افزایش قیمت نفت، تولید ناخالص داخلی افزایش چشمگیری نمی یابد.

محمد رضا فرزندگان و گانتر مارکوردت<sup>۱۴</sup> (۲۰۰۹) اثر شوکهای نفتی بر اقتصاد ایران را مورد تجزیه و تحلیل قرار میدهند. آنها ارتباط پویایی بین شوکهای قیمتی نفت و متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه، تورم، واردات و مخارج مصرفی عمومی را با استفاده از مدل VAR برای دوره های زمانی ۱۹۸۹:۱۰ - ۲۰۰۶:۳ تحلیل میکنند. نتایج حاصل از تحقیق نشان میدهد که علاوه بر وجود پدیده بیماری هلندی، به واسطه اضافه ارزش نرخ ارز مؤثر واقعی، بین تغییرات مثبت قیمت نفت و رشد بخش صنعت ارتباط مستقیم وجود دارد. همچنین نتایج نشان میدهند که شوکهای مثبت قیمت نفت سبب افزایش نرخ ارز مؤثر واقعی، کاهش قیمت کالاهای وارداتی و افزایش قیمت کالاهای صادرات میشود. ولی شوکهای منفی قیمت نفت، نرخ ارز مؤثر را کاهش میدهند

### متدولوژی

برای بررسی اثر شوکهای نفتی و نوسانات ارزی و قیمت طلا کشور ایران از روش خود رگرسیون برداری VAR استفاده شده است توسط نرم افزار Microfit. این مدل برای دادههای کشور ایران از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ که به صورت روزانه است، و هر متغیر به صورت تکی توسط نرم افزار R رسم و برآورد می شوند.

<sup>۱۲</sup> Jain and Ghosh (۲۰۱۳)

<sup>۱۳</sup> Aliyu, Reno. S. O, (۲۰۰۹)

<sup>۱۴</sup> Markwardt, Gunther

نکته: داده ها به صورت روزانه و تعداد ۲۶۸ مشاهده هست (علت کم بودن داده ها با وجود اینکه ۳ سال و روزانه هست ان هست که از قیمت نفت اوپک استفاده شده هست و تعداد روزهای های مشترک طول هفته حدود ۲ روز می باشد)

### آزمون استاندارد علیت گرنجر :

گرنجر (۱۹۶۹) با استفاده از این واقعیت که آینده نمی تواند علت حال یا گذشته باشد، بیان می کند که چنانچه مقادیر جاری (Y) با استفاده از مقادیر گذشته (X) با دقت بیشتری نسبت به حالتی که از آن مقادیر استفاده نمی شود، پیش بینی شود، در این صورت (X) را علت گرنجری (Y) می گویند.

$$Y_t = \sum_{i=1}^k \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{t-i} + u_t$$

در مدل بالا:

اگر رابطه زیر برقرار باشد:

$$\beta_i = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

آنگاه X علیت گرنجری Y نیست.

### ۱- خلاصه ای از متغیر ها

date	oil	dollar	gold
۱۳۹۳/۱۲/۱۹ : ۱	Min. : ۲۳,۵۸	۳۳,۹۴۰ : ۷	۱۱,۲۰۰,۰۰۰ : ۶
۱۳۹۳/۱۲/۲۰ : ۱	1st Qu.: ۴۱,۸۳	۳۳,۸۴۰ : ۶	۹,۰۹۰,۰۰۰ : ۶
۱۳۹۳/۱۲/۲۳ : ۱	Median: ۴۵,۵۱	۳۳,۸۵۰ : ۶	۱۰,۲۹۰,۰۰۰ : ۴
۱۳۹۳/۱۲/۲۶ : ۱	Mean : ۴۶,۲۴	۳۳,۹۳۰ : ۵	۱۰,۸۳۰,۰۰۰ : ۴
۱۳۹۳/۱۲/۲۷ : ۱	3rd Qu.: ۵۳,۰۹	۳۳,۳۶۰ : ۴	۱۱,۱۴۰,۰۰۰ : ۴
۱۳۹۳/۱۲/۲۸ : ۱	Max. : ۶۳,۹۸	۳۳,۸۹۰ : ۴	۱۱,۷۶۰,۰۰۰ : ۴

۲۴۰: (Other) ۲۳۶: (Other) ۲۶۲: (Other)

## ۲- بررسی پایایی

توسط نرم افزار Microfit انجام شده و نتیجه اینکه تمام ۳ متغیر ها (۱) I هستند (انباشته از مرتبه یک) یعنی ناپایا و باتفاضل گیری پایا می شوند.

Gold		Ex		oil		
با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	
-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	مقدار بحرانی آماره DF در سطح ۵ درصد

اما دیفرنس متغیر ها پایاست

dGold		dEx		dOil		
با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا و بدون روند	
-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	-۳,۴۲۸۸	-۲,۸۷۳۰	مقدار بحرانی آماره DF در سطح ۵ درصد
-۱۷,۴۹۳۰		-۱۵,۰۵۶۲		-۱۳,۲۴۵۹		آماره با توجه به بهترین وقفه توسط SBC

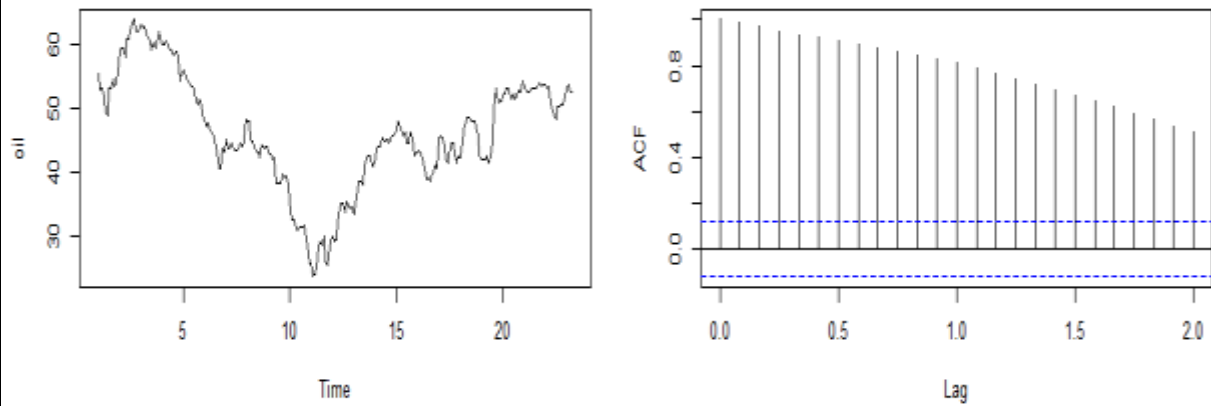
در نتیجه متغیر ها انباشته از درجه یک هستند.

## ۳- رسم نمودارها

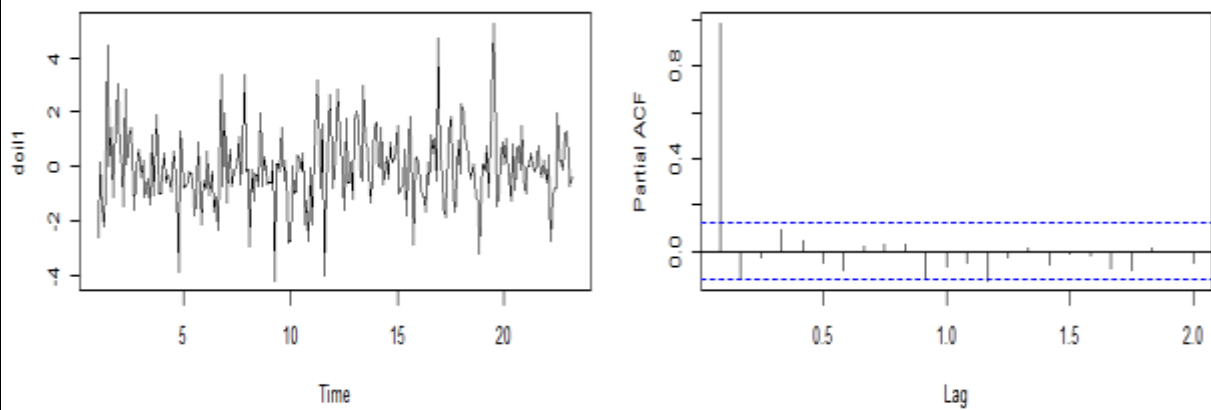
در نمودار های زیر شکل متغیر ها ، دیفرنس مرتبه اول ، نمودار AC و PAC آنها رسم شده است.

## متغیر قیمت نفت

Series oil

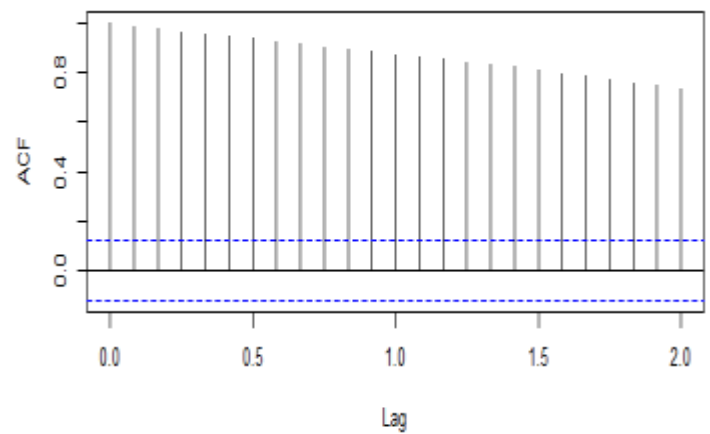
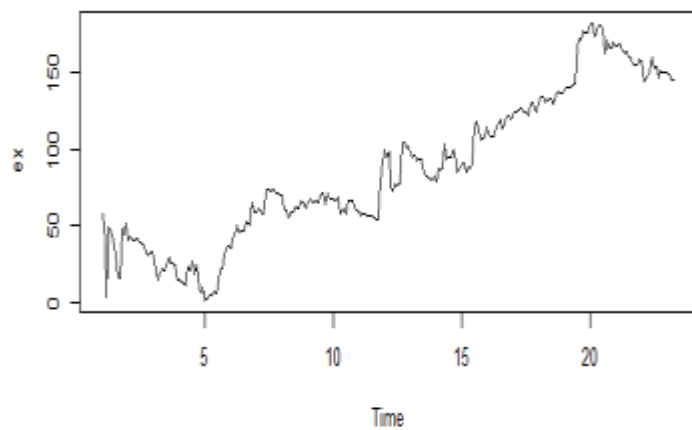


Series oil

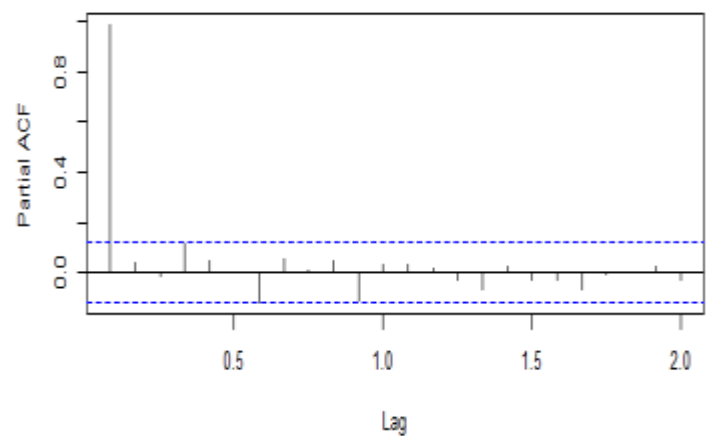
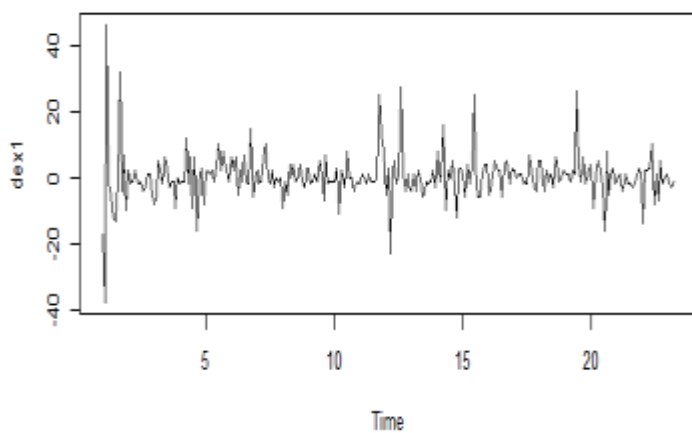


# نرخ ارز

Series ex

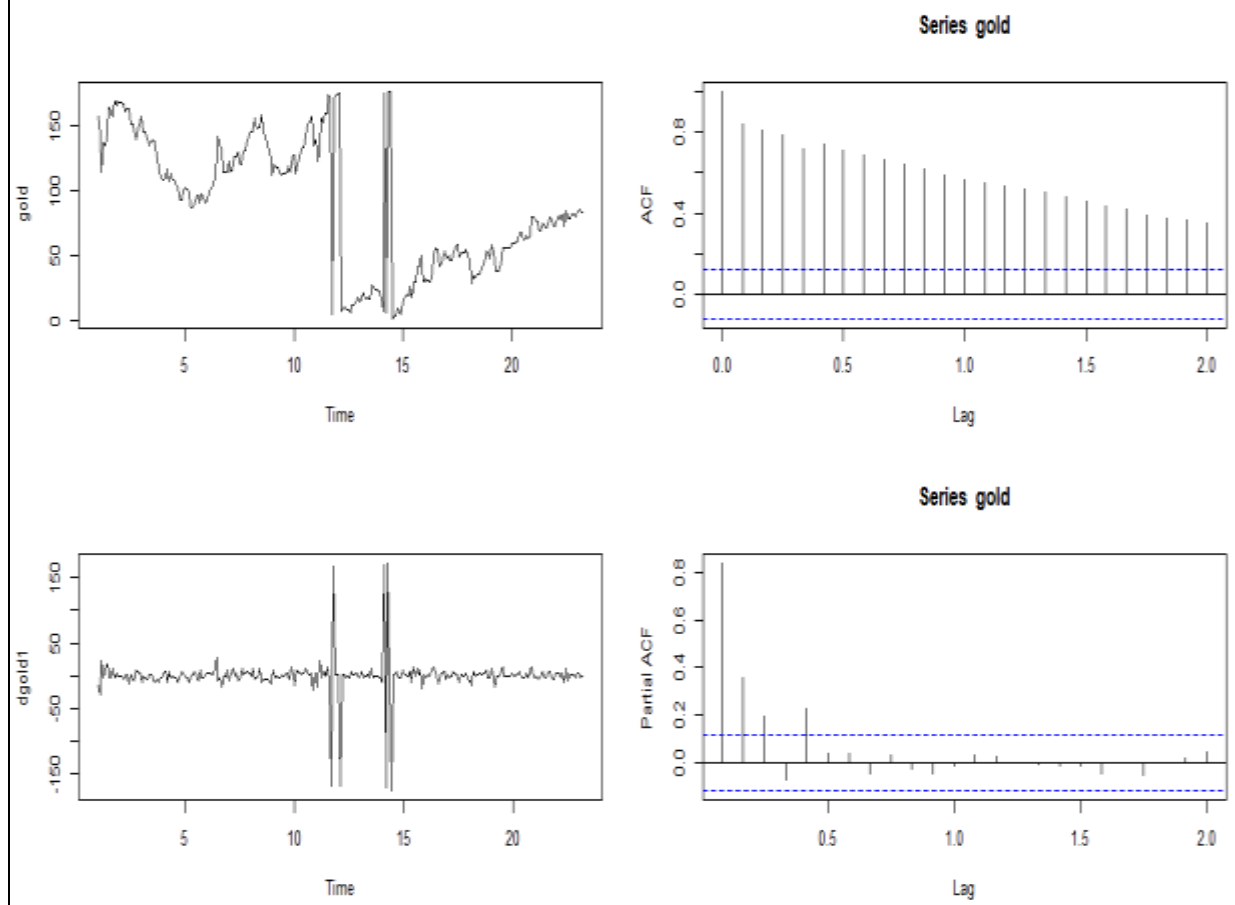


Series ex





## قیمت طلا



۱- برازش مدل براساس روش  $\overline{fitting}$  باکس و جنکینز

oil	<p>Coefficients:</p> <p>ar1 intercept</p> <p>۰,۱۸۵۲ -۰,۰۱۳۸</p> <p>s.e. ۰,۰۶۰۴ ۰,۱۰۰۰</p> <p>sigma<sup>۲</sup> estimated as ۱,۷۷۷: loglikelihood = -۴۵۵,۶۱, aic = ۹۱۷,۲۲</p>	<p>Arima(۱,۱,۰)</p> <p>مدل AR(۱) و انباشته از مرتبه یک</p>
ex	<p>Coefficients:</p> <p>ar1 ar2 ar3 ma1 ma2 ma3 ma4 ma5</p> <p>-۰,۵۵۵۳ -۰,۴۳۲۷ -۰,۷۰۱۹ ۰,۴۵۵۵ ۰,۳۱۲۰ ۰,۵۳۰۴ -۰,۲۴۱۳ -۰,۱۴۱۴</p> <p>s.e. ۰,۱۴۶۱ ۰,۱۳۰۵ ۰,۱۰۷۶ ۰,۱۵۰۷ ۰,۱۲۸۵ ۰,۱۱۵۴ ۰,۰۸۱۹ ۰,۰۹۲۹</p> <p>ma6</p> <p>۰,۱۳۲۵</p> <p>s.e. ۰,۰۷۷۹</p> <p>sigma<sup>۲</sup> estimated as ۴۶,۰۶: loglikelihood = -۸۹۰,۷, aic = ۱۸۰۱,۴</p>	<p>Arima(۳,۱,۶)</p> <p>مدل انباشته از مرتبه یک</p>

gold	<p>Coefficients:</p> <p>ar1 ar2 ar3 ar4 ma1 intercept</p> <p>۰٫۲۳۷۵- ۰٫۳۵۱۵- ۰٫۲۶۲۲- ۰٫۰۱۱۵- ۰٫۰۸۸۶- ۰٫۱۵۵۳-</p> <p>s.e. ۰٫۲۱۸۱ ۰٫۱۲۳۹ ۰٫۰۷۹۵ ۰٫۰۵۹۸ ۰٫۲۲۶۷ ۰٫۶۳۷۵</p> <p>sigma<sup>۲</sup> estimated as ۵۸۷٫۷: log likelihood = -۱۲۳۰٫۳۸, aic = ۲۴۷۴٫۷۷</p>	<p>Arima(۳،۱،۱)</p> <p>مدل انباشته از مرتبه یک</p>

در جدول بالا هر متغیر به طور جداگانه و مستقل از سایر متغیر ها از طریق روش ARIMA برازش شده است.

۴- برازش مدل VAR :

۵- مرتبه بهینه الگو

وقفه= k آزمون H.

Order	LL	AIC	SBC	LR test	Adjusted LR test
۶	-۵۴۹۱٫۵	-۵۵۵۱٫۵	-۵۶۵۸٫۴	CHSQ ( ۱۸) = ۲۵٫۲۷۸۷ [ .۱۱۷]	۲۲٫۷۵۰۹ [ .۲۰۰]
					وقفه بهینه = ۶
					بر اساس آماره Adjusted LR test

۶- نتایج برآورد الگوی VAR در سه حالت بررسی که در هر بار متغیر وابسته فرق می کند

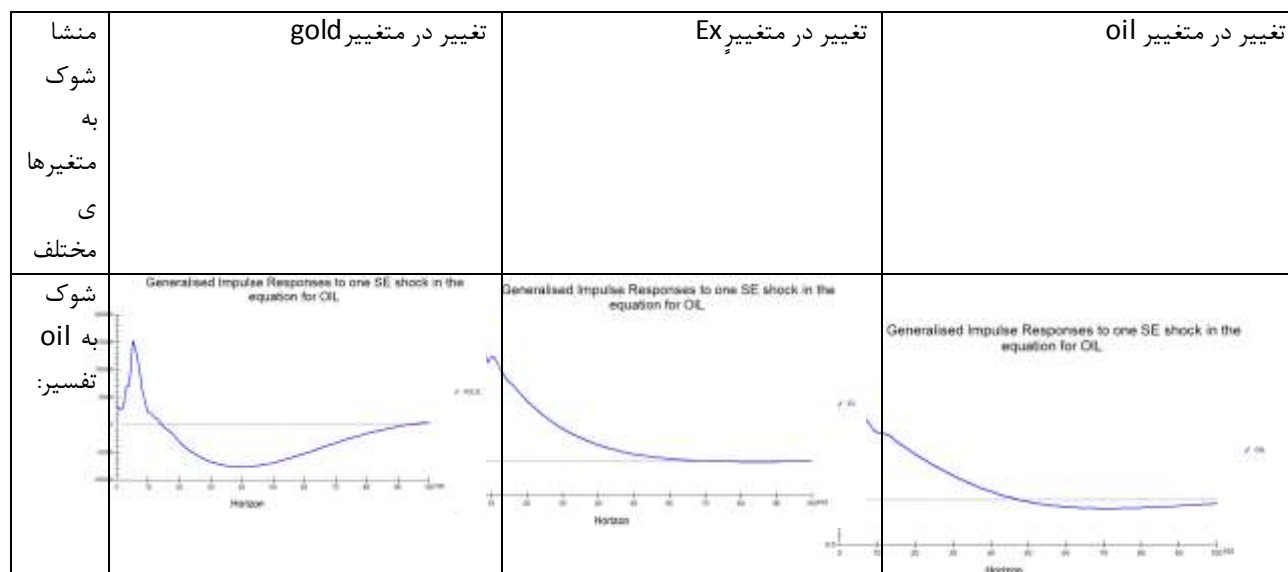
متغیر وابسته					ضرایبی که در برآورد معنا دار نشدند
Oil	R-Squared .۹۸۱۱۵		R-Bar-Squared .۹۸۲۵۳		OIL (-۱)
	S.E. of Regression ۷۱۶٫۱۲۴۱ [ .۰۰۰]	۱٫۲۵۲۳	F-stat. ۴۶٫۱۰۴۸	F ( ۱۹, ۲۴۲)	EX (-۱)
	Mean of Dependent Variable ۹٫۱۲۱۸		S.D. of Dependent Variable		EX (-۴)
	Residual Sum of Squares ۴۲۰٫۳۰۰۷	۳۷۹٫۵۰۵۷	Equation Log-likelihood	-	EX (-۵)
	Akaike Info. Criterion ۴۷۵٫۹۸۴۱	-۴۴۰٫۳۰۰۷	Schwarz Bayesian Criterion	-	EX (-۶)
	DW-statistic -۵۵۳۶٫۱	۱٫۹۹۲۳	System Log-likelihood		CONSTANT
Ex	R-Squared .۹۸۷۶۱		R-Bar-Squared		TREND
					EX (-۱)

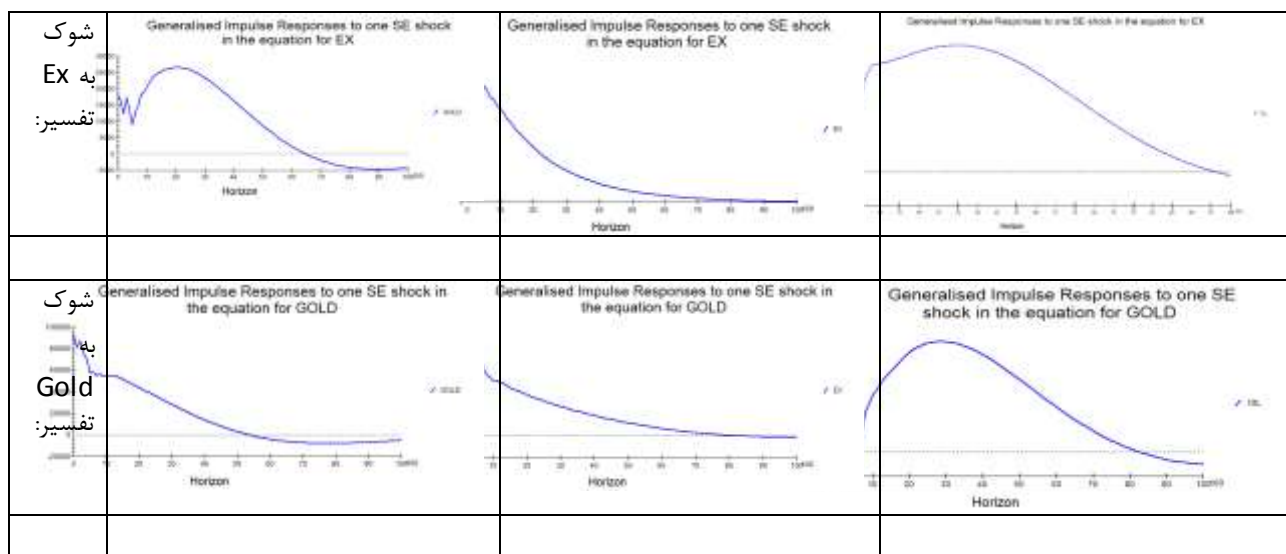
	<p>.۹۸۶۶۳</p> <p>S.E. of Regression ۲۱۱,۰۳۴۵ F-stat. F ( ۱۹, ۲۴۲)</p> <p>۱۰۱۵,۰[.....]</p> <p>Mean of Dependent Variable ۳۴۸۹۱,۸ S.D. of Dependent Variable</p> <p>۱۸۲۵,۴</p> <p>Residual Sum of Squares ۱,۰۸E+۰۷ Equation Log-likelihood</p> <p>-۱۷۶۳,۶</p> <p>Akaike Info. Criterion -۱۷۸۳,۶ Schwarz Bayesian Criterion</p> <p>-۱۸۱۹,۳</p> <p>DW-statistic ۲,۰۳۱۹ System Log-likelihood</p> <p>-۵۵۳۶,۱</p>	EX (-۶) CONSTANT
Gold	<p>R-Squared .۹۹۱۹۱ R-Bar-Squared</p> <p>.۹۹۱۲۸</p> <p>S.E. of Regression ۹۳۰۷۸,۱ F-stat. F ( ۱۹, ۲۴۲)</p> <p>۱۵۶۱,۹[.....]</p> <p>Mean of Dependent Variable ۱,۰۱E+۰۷ S.D. of Dependent Variable</p> <p>۹۹۶۵۴۵,۳</p> <p>Residual Sum of Squares ۲,۱۰E+۱۲ Equation Log-likelihood</p> <p>-۳۳۵۹,۰</p> <p>Akaike Info. Criterion -۳۳۷۹,۰ Schwarz Bayesian Criterion</p> <p>-۳۴۱۴,۶</p> <p>DW-statistic ۱,۹۵۷۲ System Log-likelihood</p> <p>-۵۵۳۶,۱</p>	OIL (-۶) GOLD (-۱) GOLD (-۲) GOLD (-۳)

### تفسیر نتایج:

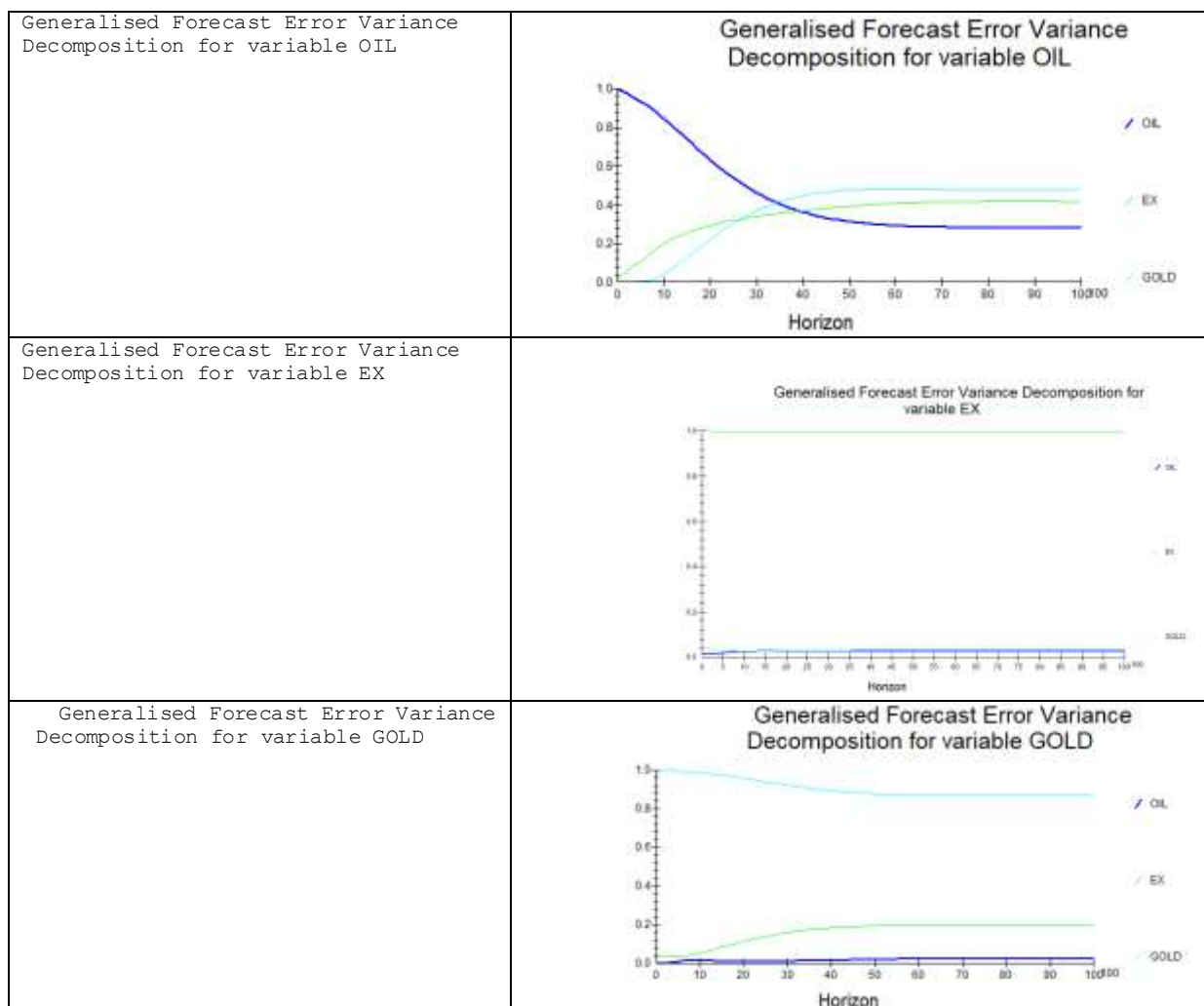
مدل VAR از طریق توابع واکنش به ضربه و تجزیه واریانس تفسیر می شوند.

۷-رسم توابع واکنش به ضربه





## ۸- تجزیه واریانس



## ۹-آزمون علیت گرنجری

The above statistic is for testing the null hypothesis that the coefficients of the lagged values of:		
OIL	EX	Maximized value of log-likelihood = -۵۵۳۶,۱ LR test of block non-causality, CHSQ (۱۲) = ۱۱,۹۸۴۵ [ . ۴۴۷]
OIL	GOLD	Maximized value of log-likelihood = -۵۵۳۹,۰ LR test of block non-causality, CHSQ (۱۲) = ۵,۹۴۵۱ [ . ۹۱۹]
EX	GOLD	Maximized value of log-likelihood = -۵۵۵۸,۷ LR test of block non-causality, CHSQ (۱۲) = ۴۵,۲۱۳۳ [ . ۰۰۰]

### تفسیر کلی نتایج و نمودارها:

فرض صفر آزمون علیت گرنجری نبود رابطه علیت بین دو متغیر می باشد با توجه به نتایج بالا مقادیر حاصله در ناحیه بحرانی قرار دارند .

### تفسیر نتایج VAR :

اگر تغییری در هریک از متغیر ها رخ دهد بعد گذشت زمان به یک حالت پایا میرسند و در تجزیه واریانس در نمودار آنها مشاهده می شود ابتدا سهم بیشتر مختص متغیر نفت و با گذشت زمان سهم دو متغیر طلا و نرخ ارز افزایش تا به یک مقدار تعادلی مساوی بین همه متغیر ها برسد .

نتیجه کلی اینکه متغیر نفت دارای بیشترین سهم در تجزیه واریانس و شوک تغییراتی مقدار آن می باشد.

### منابع مأخذ:

Ajmi, A.N., El Montasser, G., Nguyen, D.K., ۲۰۱۳. Testing the relationships between energy consumption and income in G<sup>v</sup> countries with nonlinear causality tests. Econ. Model. ۳۵, ۱۲۶-۱۳۳.

Amano, R.A., Van Norden, S., ۱۹۹۸. Oil prices and the rise and fall of the US real exchange rate. J. Int. Money Finance ۱۷ (۲), ۲۹۹-۳۱۶. Bildirici, M.E., Turkmen, C., ۲۰۱۵. Nonlinear causality between oil and precious metals. Resour. Policy ۴۶, ۲۰۲-۲۱۱

Chang, Hsiao F., Huang, L.C., Chin, M.C., ۲۰۱۳. Interactive relationships between crude oil prices, gold prices, and the NT-US dollar exchange rate—A Taiwan study. *Energy Policy* ۶۳, ۴۴۱–۴۴۸.

Cologni, A., Manera, M., ۲۰۰۸. Oil prices, inflation and interest rates in a structural cointegrated VAR model for the G-۷ countries. *Energy Econ.* ۳۰ (۳), ۸۵۶–۸۸۸.

Dickey, D.A., Fuller, W.A., ۱۹۷۹. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *J. Am. Stat. Assoc.* ۷۴ (۳۶۶a), ۴۲۷–۴۳۱.

Diks, C., Panchenko, V., ۲۰۰۵. A note on the Hiemstra—Jones test for Granger noncausality. *Stud. Nonlinear Dyn. Econom.* ۹, ۲. Dooley, M.P., Isard, P., Taylor, M.P., ۱۹۹۵. Exchange rates, country-specific shocks, and gold. *Appl. Financial Econ.* ۵ (۳), ۱۲۱–۱۲۹.

Engle, R., ۲۰۰۹. Anticipating Correlations: A New Paradigm for Risk Management. Princeton University Press, Princeton. Fernandez, V., ۲۰۱۴. Linear and non-linear causality between price indices and commodity prices. *Resour. Policy* ۴۱, ۴۰–۵۱.

Granger, C.W., ۱۹۶۹. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econom.: J. Econom. Soc.*, ۴۲۴–۴۳۸