

## مقایسه تحلیلی وضعیت تولید و تجارت پسته در ایران و آمریکا و تأثیر نوسانات نرخ ارز بر صادرات آن

ماشاله سالار پور<sup>۱</sup> - عصمت مجرد<sup>۲\*</sup> - محمود صبحی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۳

### چکیده

در مطالعه حاضر به مقایسه تحلیلی تولید و تجارت پسته در ایران و آمریکا و شناسایی عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای صادرات برای پسته ایران و آمریکا پرداخته شد؛ بدین منظور به مطالعه و تحلیل اثر قیمت پسته و اثر شوک‌های امنیت غذایی با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۱ پرداخته شد. در ادامه به بررسی رابطه بین نرخ ارز و صادرات پسته در اقتصاد ایران و بررسی وجود اثرات غیر خطی در روابط علی بین آن‌ها پرداخته شد. بدین منظور، اعتبار فرضیه وجود رابطه غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات پسته با استفاده از مدل انتقال ملایم<sup>۴</sup> (STAR) بررسی شد. نتایج مدل انتقال ملایم نشان داد که جریان غیر خطی علیت گرنجر از نرخ ارز به صادرات پسته و بالعکس وجود دارد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که وجود رابطه غیر خطی در ارتباط پویای بین نرخ ارز و صادرات پسته را برای تعیین سطح آستانه‌ای از منافع بالقوه توسعه صادرات پسته مورد توجه قرار گیرد. همچنین شناخت کامل بازارهای هدف صادراتی و کسب اطلاعات کامل از جایگاه رقبای بزرگ ایران در تولید و تجارت پسته برای تصمیم‌گیران اقتصادی جهت حفظ سهم بازار در سطح بین‌المللی ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** تولید، تجارت پسته، نرخ ارز، مدل غیر خطی انتقال ملایم، علیت گرنجر  
**طبقه‌بندی JEL:** C4, F4, F43, M21

### مقدمه

استفاده از فناوری‌های پیشرفته و افزایش استانداردهای امنیت مواد غذایی، تمرکز بر تنوع محصول و پیدا کردن راه حل برای بهبود بازاریابی جهت حفظ خود در بازار جهانی پسته ضروری است. در اقتصاد ایران با توجه به اهمیت وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای ارزی حاصل از صدور نفت خام، و نقش صادرات غیرنفتی در کاهش این وابستگی و نیز جایگاه آن در برنامه‌های توسعه اقتصادی کشور، بررسی عوامل تعیین کننده صادرات غیرنفتی و ارائه راهکارهای لازم برای توسعه آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین منظور، کنترل ارز، به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده صادرات غیرنفتی، در جهت رونق صادرات غیرنفتی گامی مهم در مسیر رشد و توسعه اقتصادی کشور تلقی می‌گردد. از طرفی آشفتگی و نوسان در رفتار نرخ واقعی ارز، تأثیر منفی بر دیگر بخش‌های اقتصادی از جمله صادرات دارد. از این‌رو، تحلیل رفتار نرخ واقعی ارز و بررسی عوامل تعیین کننده آن برای تعدیل این شاخص به منظور افزایش درجه رقابت بین‌المللی کشور و در نتیجه رونق صادرات، همواره بخش قابل توجهی از مطالعات اقتصادی را به خود اختصاص داده است (۲).

امروزه صادرکنندگان بزرگ پسته تنها درصدد بهبود وضع داخلی خود در بازار رقابتی نیستند، بلکه انتخاب بهترین بازارها و بهترین

هدف اصلی این مطالعه مقایسه و تحلیل تولید و تجارت پسته در ایران و آمریکا می‌باشد. بدین منظور به شناسایی عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای صادرات برای پسته ایران و ایالات متحده آمریکا پرداخته شد. همچنین بازارهای عمده صادراتی پسته برای ایران و آمریکا مشخص شد. مطالعه اثرات قیمت پسته، نرخ ارز واقعی و اثر شوک‌های امنیت غذایی با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نتیجه، برای حفظ سهم بازار در سطح بین‌المللی، نیاز به شناخت کامل بازارهای هدف صادراتی و کسب اطلاعات کامل از جایگاه رقبای بزرگ ایران در تولید و تجارت پسته می‌باشد. مساله امنیت غذایی در دهه ۱۹۸۰ منجر به رشد بالای پسته صادراتی آمریکا شد و بنابراین نیاز ایران به

۱- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانش آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

\*-نویسنده مسئول: (Email: smmojarad.b@gmail.com)

۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

4- Smooth transition autoregressive

وابسته بود. با این حال، با توجه به انقلاص اسلامی ایران و روابط سیاسی نامساعد بین دو کشور، صادرات پسته از ایران به ایالات متحده آمریکا متوقف شد که منجر به تحریک رشد صنعت پسته آمریکا گردید. در طی سه دهه، صنعت پسته آمریکا به سرعت رشد نمود و در سال ۱۹۸۲، ایالات متحده به عنوان یک رقیب قدرتمند در برابر ایران وارد بازار تجارت جهانی پسته شد. بر طبق اطلاعات وزارت کشاورزی ایالت متحده (USDA)، حدود ۹۸ درصد از پسته ایالات متحده در کالیفرنیا تولید می‌شود. ایالت‌های دیگر تولیدکننده پسته در آمریکا شامل آریزونا، نوادا، نیومکزیکو و تگزاس می‌باشند. پنج کشور بزرگ تولیدکننده پسته در سال ۲۰۱۱، ایران با تولید ۴۷۲۰۹۷ تن (۵۰ درصد تولید جهان)، ایالات متحده آمریکا ۲۰۱۳۹۵ تن (۲۱ درصد)، ترکیه ۱۱۲۰۰۰ تن (۱۲ درصد)، چین ۷۴۰۰۰ تن (۸ درصد) و سوریه ۵۵۶۱۰ تن (۶ درصد) می‌باشند (۱۵). نمودار ۲ سهم تولید پنج کشور فوق را نشان می‌دهد.

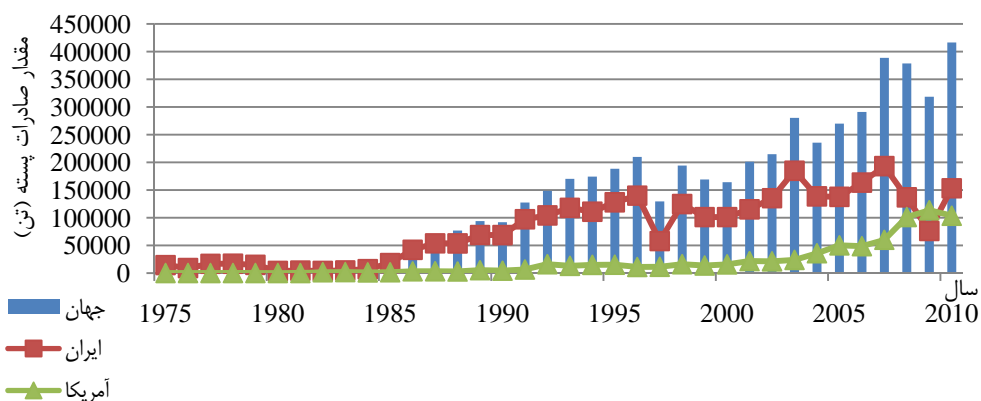
شکل ۲ موقعیت بالای ایران و آمریکا را در تولید پسته جهان نشان می‌دهد. همان‌طور که نشان داده شده است، نرخ رشد تولید پسته در ایران پس از سال ۱۹۹۷ آهسته بوده، در حالی که ایالات متحده نرخ رشد نسبتاً سریع‌تری را تجربه کرده است. شکل ۳ و ۴ نشان دهنده سطح زیر کشت و عملکرد برای دو کشور ایران و آمریکا است. از شکل ۳، می‌توان مشاهده نمود که سطح زیر کشت پسته ایران بسیار بزرگ‌تر از ایالات متحده آمریکا است که به دلیل سابقه طولانی ایران در تولید پسته و آب و هوای مطلوب آن می‌باشد. سطح زیر کشت پسته در ایران در ۲۸ سال گذشته روند رو به افزایش داشته است. با این حال، تقریباً همه پسته ایالات متحده در کالیفرنیا که به صورت تجاری تولید شده، افزایش یافته است. بنابراین تعجب‌آور نیست که خط روند سطح زیر کشت پسته ایالات متحده شیب بیشتری از خط روند سطح زیر کشت پسته ایران در شکل ۳ داشته باشد.

تأمین کنندگان در صدر برنامه‌های آن‌ها قرار گرفته است. انتخاب بهترین گزینه‌ها در هر یک از تصمیم‌گیری‌های فوق نیاز به تحلیل عوامل زیادی دارد که در نتیجه، صادرکنندگان را با یک مسئله تصمیم‌گیری با وجود عدم حتمیت در منابع متعدد نظیر فرآیند تقاضا، عرضه، نرخ ارز، نوسانات قیمت و محیط روبرو می‌نماید. مدیریت صادرات پسته، در مواجهه با این عدم حتمیت‌ها، نیاز به پاسخ خاص و استراتژی‌های مناسب دارد. از این‌رو بررسی شناخت جایگاه دو کشور بزرگ تولیدکننده و صادرکننده پسته جهان (ایران و آمریکا) در برآورد تقاضای بازارهای هدف خود برای تحقق منافع بیش‌تر ضروری است.

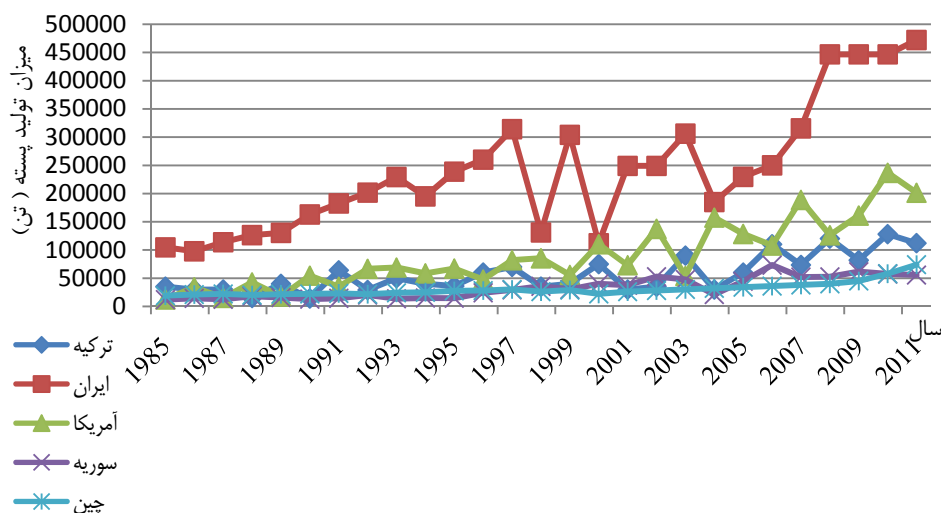
### مقایسه تحلیلی وضعیت تولید و تجارت پسته در ایران و آمریکا

در سپتامبر سال ۱۹۹۷، اتحادیه اروپا، محموله بزرگ پسته ایران را به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده پسته جهان به علت وجود سطح بالای آلودگی آفلاتوکسین رد کرد. بعد از این رویداد، کشورهای اروپایی منبع اصلی واردات پسته خود را از ایران به سمت آمریکا انتقال دادند. این امر منجر به رشد بالای بازار پسته آمریکا شد و تجارت پسته جهان را تحت تأثیر قرار داد. با این حال، شکل ۱ سطح بالای بازار صادراتی پسته ایران را پس از گذشت ۱۵ سال نشان می‌دهد.

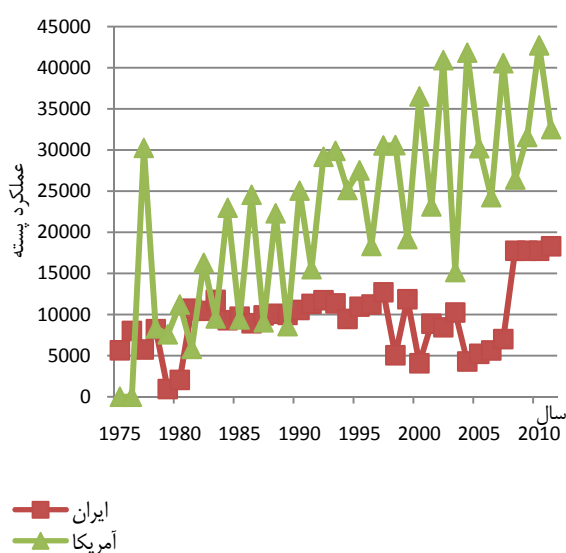
تغییر وضعیت بازار صادرات پسته جهان اهمیت امنیت مواد غذایی را در تجارت بین الملل نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است؛ نرخ رشد صادرات پسته در ایالات متحده آمریکا بسیار سریع افزایش یافته است و این رویداد منجر به رسیدن بازار پسته آمریکا به ایران از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰ شده است. از سال ۱۹۰۶ تا سال ۱۹۷۶، ایالات متحده آمریکا به طور عمده بر واردات پسته به ایران، به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده پسته در جهان،



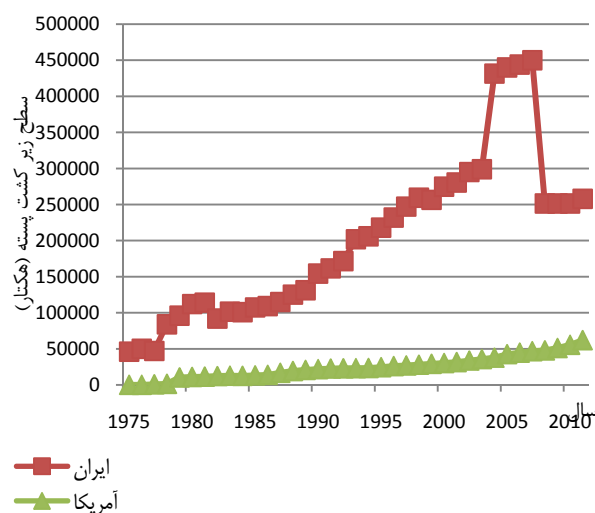
شکل ۱- بازار صادراتی پسته در جهان، ایران و آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۵-۲۰۱۰



شکل ۲- میزان تولید پسته در ایران، آمریکا، سوریه، ترکیه و چین طی سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۸۵



شکل ۴- عملکرد پسته در ایران و آمریکا طی سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۷۵



شکل ۳- سطح زیر کشت پسته در ایران و آمریکا طی سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۷۵

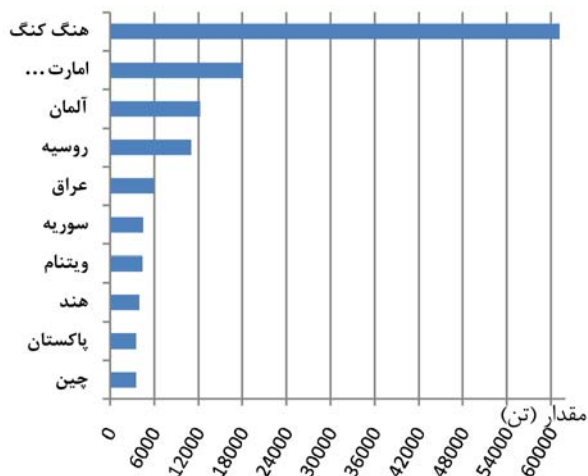
### بازار انحصار دوگانه فروش ایران و آمریکا یا duopoly

انحصار دوگانه فروش نوعی از بازار است که در آن تنها دو فروشنده انحصاری به بازار چیرگی دارند. شکل ۱ نشان می‌دهد که ایالات متحده آمریکا و ایران یک بازار انحصار دوگانه فروش را برای صادرات پسته در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ تشکیل می‌دهند. همان‌طور که مشاهده می‌شود در دهه ۱۹۸۰، صادرات پسته جهان تحت سلطه ایران بوده در حالی که رشد صادرات پسته در ایالات متحده آمریکا به آرامی افزایش می‌یافت. با این حال، وضعیت بازار پسته در دهه ۱۹۹۰ تغییر چشم‌گیری نمود زمانی که نرخ رشد صادرات پسته در ایالات متحده شروع به پیشی گرفتن از ایران نمود

هر چند که ایران از مزیت سطح زیر کشت بالا برخوردار است. با توجه به نمودار ۴، ایران با نرخ عملکرد نزولی در طول زمان مواجه است در حالی که عملکرد پسته در ایالات متحده آمریکا افزایش یافته است. این بدان معنی است که آمریکا از سطح زیر کشت موجود خود استفاده بسیار بهتری با دستیابی به فناوری‌های پیشرفته و نیروی کار با تجربه داشته است. بنابراین، دور از انتظار نیست که مشاهده نمود که چرا در شکل ۲، نرخ رشد تولید پسته در ایالات متحده آمریکا به ویژه در سال‌های اخیر بیش‌تر از ایران است. علاوه بر این، داده‌ها نشان می‌دهد که متوسط عملکرد پسته در ایران در سال ۲۰۰۱ به دلیل خشکسالی و خیم کاهش یافت.

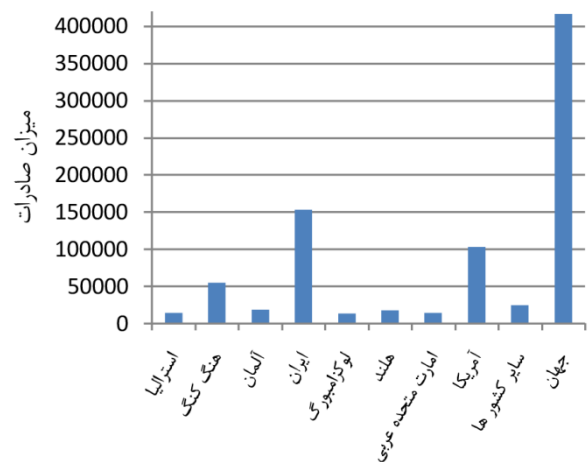
شکل ۶، تغییر در سهم بازار صادراتی و تولید پسته را در سه دهه اخیر نشان می‌دهد. آمریکا به طور موفقیت آمیزی وارد بازار جهانی پسته شد. سهم تولید ایران از ۵۳/۷۴ درصد در دهه ۱۹۸۰ به ۴۴/۶۱ درصد بعد از سال ۲۰۰۰ کاهش یافت. هم‌چنین سهم صادرات ایران از ۶۴/۳۴ درصد در دهه ۱۹۸۰ به ۵۴/۵ درصد بعد از سال ۲۰۰۰ رسید. در مقابل، سهم تولید آمریکا از ۱۱/۰۴ درصد در دهه ۱۹۸۰ به ۲۳/۵۳ درصد بعد از سال ۲۰۰۰ رشد نمود. هم‌چنین سهم صادرات آمریکا از ۶/۸۳ درصد در دهه ۱۹۸۰ به ۱۴/۹۱ درصد بعد از سال ۲۰۰۰ رسید. این تغییرات تا سال ۱۹۹۷ زمانی که شوک امنیت غذایی سهم بازار صادراتی ایران را به نفع آمریکا کاهش داد؛ آشکار نبود. هم‌چنین شکل ۶، افزایش صادرات پسته آمریکا را به کشورهای اروپایی نشان می‌دهد و نقش بازارهای هدف اروپایی را در افزایش صادرات پسته آمریکا در طول زمان بیان می‌کند. نرخ رشد صادرات ایران تا سال ۲۰۰۳ کاهش یافته است و در چند دهه اخیر نیز این شکاف صادراتی به طور چشمگیری مشاهده می‌گردد و به نظر می‌رسد این شکاف صادرات با بهبود بازاریابی و ذخیره پسته برای جبران کاهش عرضه در سال‌های کمبود، و جبران نوسانات قیمت کاهش یابد.

ده بازار هدف عمده برای پسته صادراتی ایران و آمریکا در شکل ۷ و ۸ برحسب مقدار ذکر شده است. کشورهای هنگ کنگ، امارت متحده عربی، آلمان، روسیه، عراق، سوریه، ویتنام، هند، پاکستان و چین سهم بزرگی را در پسته صادراتی ایران دارند. مشاهده می‌شود که کشورهای اروپایی از جمله بلژیک، هلند، آلمان و فرانسه سهم بزرگی را در پسته صادراتی آمریکا دارند.

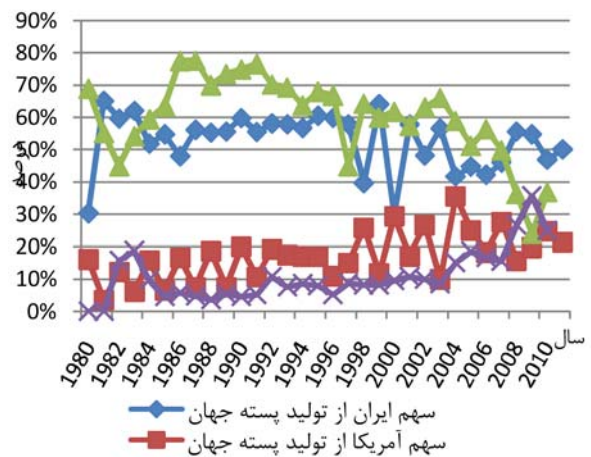


شکل ۷- ده بازار هدف پسته صادراتی ایران در سال ۲۰۱۰

به خصوص در سال ۱۹۹۸، یک سال پس از کشف آلودگی آفلاتوکسین در محموله پسته ایران، بسیاری از کشورهای عضو اتحادیه اروپا مبدا اصلی واردات پسته خود را از ایران به ایالات متحده آمریکا انتقال دادند. این انتقال، دلیل اصلی برای تغییر در سهم بازار آمریکا و ایران در تجارت پسته است. شکل ۵، سهم بازار صادرات پسته جهان را در سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد که در آن ایران و آمریکا نقش تعیین کننده‌ای را با ۳۷ درصد و ۲۵ درصد از کل صادرات جهان بازی می‌کنند. در ادامه به ترتیب، هنگ کنگ ۱۳ درصد، آلمان ۴ درصد، هلند با ۴ درصد، استرالیا با ۴ درصد، لوکزامبورگ ۳ درصد و امارت متحده عربی ۳ درصد از کل صادرات پسته جهان را بر عهده دارند (۱۵).

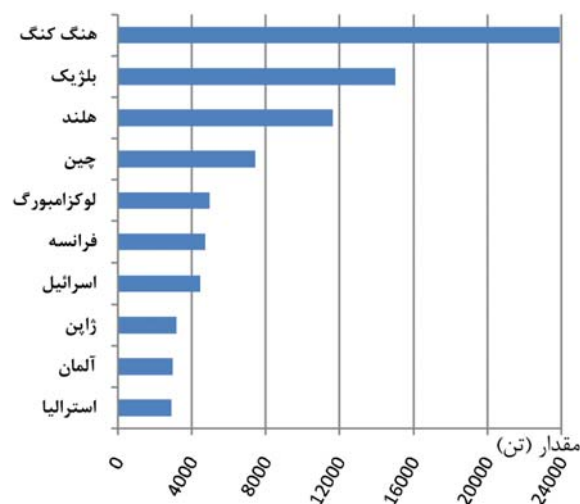


شکل ۵- کشورهای بزرگ صادرکننده پسته جهان در سال ۲۰۱۰



شکل ۶- سهم ایران و آمریکا از تولید پسته جهان طی سال‌های

۱۹۸۰-۲۰۱۰



شکل ۸- ده بازار هدف صادراتی پسته آمریکا در سال ۲۰۱۰

### رابطه نوسانات نرخ ارز بر صادرات پسته ایران

بر اساس تئوری‌های اقتصادی برخی از متغیرهای کلان اقتصادی (از قبیل بیکاری و نرخ ارز) دارای رفتار غیر خطی هستند و از آن جهت ممکن است تصریح نادرست یک الگوی خطی منجر به حصول نتایج نادرست و گمراه کننده شود. نوسانات نرخ ارز منجر به افزایش نا اطمینانی و ریسک فعالیت‌های تجاری و کاهش حجم تجارت می‌گردد. نوسانات نرخ ارز معلول مشکلات ساختاری اقتصاد، تورم، کمبود مواد اولیه صنعتی، کاهش عرضه ارز در نتیجه نقصان صادرات است. اهمیت نرخ ارز به عنوان ابزار محرک در رشد تجارت و سیاست‌های تجاری مبنای بحث و جدل در میان اقتصاددانان در چند دهه اخیر بوده است (۲).

حال با توجه به اهمیت موضوع، سوال اصلی در مطالعه حاضر این است که آیا نوسانات نرخ ارز در تحریک صادرات پسته دارای رفتار غیر خطی است یا خیر؟ و بلعکس. بدین منظور با استفاده از مدل انتقال ملایم<sup>۱</sup> (STAR)، فرض وجود رابطه غیر خطی از نرخ ارز به صادرات پسته و همچنین از صادرات پسته به نرخ ارز برای اقتصاد ایران بررسی شد.

برخی از تلاش‌هایی را که تاکنون در این زمینه صورت گرفته می‌توان در مطالعه تریس ویرتا و همکاران (۱۳) یافت که به منظور پیش بینی متغیرهای کلان اقتصادی مدل‌های خطی، اتورگرسیو انتقال ملایم و شبکه عصبی را برای کشورهای G7 بررسی و مقایسه نمودند. نتایج نشان می‌دهد که مدل غیر خطی انتقال ملایم پیش بینی‌های دقیقتری را نسبت به مدل اتورگرسیو خطی نشان می‌دهد. چن و ژانگ (۷) با استفاده از مدل انتقال ملایم به بررسی رابطه

غیر خطی بین نرخ ارز و درآمدهای مالی در چین پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که یک رابطه علیت گرنجر دو طرفه، بین نرخ ارز و درآمد مالی وجود دارد و نرخ ارز اثرات غیر خطی قابل توجهی را بر درآمد مالی می‌گذارد. شینتانی و همکاران (۱۰) در مطالعه خود به بررسی رابطه بین نرخ ارز و تورم با تخمین مدل اتورگرسیو انتقال ملایم پرداختند. نتیجه برآورد نشان می‌دهد که کاهش در نرخ ارز در طی دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ به کاهش تورم وابسته است. داوین (۸) به بررسی رابطه بین قیمت انرژی و نرخ ارز واقعی کشورهای صادر کننده کالا پرداخت. بدین منظور ۱۰ کشور صادر کننده انرژی و ۲۳ کشور صادر کننده کالا در طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نتایج مدل اتورگرسیو انتقال ملایم مشخص شد که نرخ ارز موثر هر دو گروه صادرکنندگان انرژی و کالا به قیمت نفت واکنش نشان می‌دهند.

مولایی و دهقانی (۴) با رویکرد غیرخطی به بررسی تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر سهم بازار در صنایع ایران با استفاده از مدل خود رگرسیو انتقال ملایم لاجستیک پرداختند. نتایج این مطالعه ارتباط مستقیم و غیرخطی بین هزینه‌های تحقیق و توسعه و سهم بازار را در بخش صنعت ایران تایید می‌نماید. زارع و توحیدی (۱) به بررسی رابطه میان نرخ ارز و قیمت صادراتی پسته ایران پرداختند. در این مقاله با استفاده از داده‌های تابلویی مربوط به ۲۳ بازار مقصد در طول دوره ۸۹-۱۳۷۱، از مدل رگرسیونی اثرات ثابت جهت آزمون این رابطه استفاده شد. نتایج برآورد مدل با ضریب نرخ ارز مشترک برای کل بازارهای مقصد نشان داد که صادرکنندگان ایرانی بخشی از تغییرات نرخ ارز را جذب می‌کنند و بنابراین رابطه انتقالی نرخ ارز ناقص می‌باشد. کوچک زاده و جلالی اسفندآبادی (۳) به بررسی تاثیر نااطمینانی نرخ ارز بر صادرات غیر نفتی ایران پرداختند. برای برآورد رابطه بین نااطمینانی نرخ ارز و صادرات غیرنفتی برای دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۵۹، مدل‌های اقتصادسنجی تصحیح خطای برداری و رهیافت خود رگرسیون برداری به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که نااطمینانی نرخ ارز در کوتاه مدت و بلندمدت اثر منفی و معنی داری بر صادرات غیرنفتی دارد. بنابراین گسترش عدم اطمینان نرخ ارز با ایجاد بستر نامناسب برای صادرات موجب خروج صادرکنندگان از بخش‌های صادراتی و کاهش صادرات غیر نفتی می‌شود. مهر آرا و سرخوش (۵) با استفاده از الگوی سری زمانی غیر خطی (STAR) به تبیین آثار غیر خطی متغیرهای کلان اقتصادی بر رشد اقتصادی با تاکید بر نرخ ارز در اقتصاد ایران پرداختند. نتایج بدست آمده زمینه‌ی فرضیه اصلی مطالعه مبنی بر عدم تقارن تکانه‌های مثبت و منفی نرخ ارز دلالت بر آن دارد که تکانه‌های منفی اثرات به مراتب بیشتری بر کاهش رشد اقتصادی نسبت به تکانه‌های مثبت دارد.

1- smooth transition autoregressive

مواد و روش‌ها

مدل‌سازی غیر خطی

یک روش استاندارد برای تحلیل روابط علی در داده‌های سری زمانی استفاده از نظریه‌ی علیت گرنجر است. اگر متغیر  $x$  بتواند قدرت پیش بینی متغیر  $y$  را افزایش دهد؛ در اینصورت متغیر  $x$  علت گرنجری متغیر  $y$  خواهد بود. همچنین اگر مقادیر گذشته متغیر  $y$  بتواند قدرت پیش بینی  $x$  را بهبود دهد؛ در اینصورت متغیر  $y$  علت گرنجری متغیر  $x$  خواهد بود. نظریه‌ی علیت گرنجر بین سری‌های زمانی  $y$  و  $x$  را می‌توان توسط تخمین مدل خطی زیر آزمون نمود:

$$y_t = \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{t-j} + e_t \quad (1)$$

$$x_t = \sum_{j=1}^p \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j y_{t-j} + v_t \quad (2)$$

به طوری که،  $e_t$  و  $v_t$  جزء اخلال سفید و متغیرهای  $y_t$  و  $x_t$  سری‌های زمانی ایستا می‌باشند. اگر فرض صفر مبنی بر عدم علیت  $(H_0 : \sum_{j=1}^p \delta_j = 0)$  در مقابل فرض آلترناتیو  $(H_1 : \sum_{j=1}^p \delta_j \neq 0)$  رد شود؛ علیت یک طرفه از  $y_t$  به  $x_t$  وجود دارد. زمانی که فرض صفر برای هر دو معادله‌ی  $x_t$  و  $y_t$  رد شود؛ رابطه‌ی علیت دو طرفه بین دو سری وجود دارد. یک روش مستقیم آزمون علیت گرنجر استفاده از آماره‌ی استاندارد  $F$  برای آزمون فرض صفر می‌باشد. اشکال اصلی آماره‌ی  $F$  در آزمون علیت این است که در این آزمون، فرضیه صفر مدلی خطی با پارامترهای تغییرناپذیر در طول زمان فرض شده است. با این حال، نادیده گرفتن پویایی‌های غیر خطی بین دو سری ایستای  $x_t$  و  $y_t$  می‌تواند نتایج نادرست و گمراه کننده‌ی را منجر شود و در نتیجه باعث خطای پیش بینی گردد. به عبارت دیگر، زمانی که روابط علی بین متغیرها در طول زمان تغییر می‌کند؛ مدل خطی ابزار مناسبی در تحلیل‌های اقتصادسنجی نمی‌باشد. شوک‌های بزرگ اقتصادی مانند شوک‌های قیمت نفت می‌تواند این موضوع را توجیه کند. بدین منظور برای مدل‌سازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل اتو رگرسیو انتقال ملایم (STAR) استفاده شد (۱۱ و ۱۲):

$$y_t = \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j^* x_{t-j} F(\theta_j, \mu_j; x_{t-d}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$x_t = \sum_{j=1}^p \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j^* y_{t-j} F(\lambda_j, c_j; y_{t-d}) + \vartheta_t \quad (4)$$

به طوری که،  $F(\theta_j, \mu_j; x_{t-d})$  و  $F(\lambda_j, c_j; y_{t-d})$  توابع انتقال در معادلات فوق هستند. در توابع انتقال،  $d$  پارامتر تاخیر،  $\theta_j (\theta_j > 0)$  و  $\lambda_j (\lambda_j > 0)$  پارامترهای یکنواختی جهت تعیین

سرعت انتقال از یک رژیم به دیگر رژیم می‌باشد. به منظور کاهش پیچیدگی مدل STAR فرض می‌شود که  $\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_j$ ،  $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_j$ ،  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_j$  و  $c_1 = c_2 = \dots = c_j$  باشد. این فرض هیچگونه تغییری در رفتار غیر خطی دو سری زمانی ایجاد نمی‌کند.

دو نوع تابع انتقال برای تخمین مدل وجود دارد. اول این که، تابع توزیع تجمعی لجستیک برای تابع انتقال در نظر گرفت. به طوری که اثرات نامتقارن انحرافات مثبت و منفی تعیین شود. در این صورت، مدل STAR لجستیک حالت تعمیم یافته‌ای از مدل اتورگرسیو استاندارد است که در آن تابع انتقال به صورت لجستیک می‌باشد (۹):

$$F(\lambda, c; y_{t-d}) = \frac{1}{1 + \exp\{-\lambda(y_{t-d} - c)\}} \quad (5)$$

$$F(\theta, \mu; x_{t-d}) = \frac{1}{1 + \exp\{-\theta(x_{t-d} - \mu)\}} \quad (6)$$

محدودیت  $\theta > 0$  و  $\lambda > 0$  نشان می‌دهد که توابع انتقال حول  $x_{t-d}$  و  $y_{t-d}$  در حال افزایش است. در حالت حدی اگر  $\theta$  و  $\lambda$  به سمت صفر یا بی نهایت میل کند؛ مدل LSTAR تبدیل به یک مدل خطی می‌شود. دوم اینکه، می‌توان تابع انتقال را به صورت تابع نمایی بیان نمود که برای تعیین اثرات نامتقارن تمامی انحرافات کوچک و بزرگ مناسب می‌باشد. در این حالت، تابع انتقال مدل ESTAR<sup>۱</sup> به صورت نمایی است (۹):

$$F(\theta, \mu; x_{t-d}) = 1 - \exp\{-\theta(x_{t-d} - \mu)^2\} \quad (7)$$

$$F(\lambda, c; y_{t-d}) = 1 - \exp\{-\lambda(y_{t-d} - c)^2\} \quad (8)$$

توابع انتقال نمایی بین مقادیر صفر و یک محدود شده‌اند  $[0, 1] \rightarrow F$ . ضرایب مدل ESTAR حول نقطه‌ی  $x_{t-d} = \mu$  (و یا  $y_{t-d} = c$ ) متقارن هستند. اگر  $x_{t-d}$  به سمت  $\mu$  میل کند؛ تابع انتقال به سمت صفر میل خواهد کرد و مدل ESTAR تبدیل به یک مدل خطی می‌شود که در آن رفتار  $x_{t-j}$  بر اساس ضریب  $\beta_j$  تغییر خواهد کرد. اگر  $x_{t-d}$  از  $\mu$  دور شود؛ تابع انتقال به سمت یک میل خواهد کرد و مدل ESTAR تبدیل به یک مدل خطی می‌شود که در آن رفتار  $x_{t-j}$  بر اساس ضریب  $\beta_j^* + \beta_j$  تغییر خواهد کرد. هر دو نوع مدل STAR برای آزمون علیت خطی و غیر خطی بین متغیرهای  $x_t$  و  $y_t$  استفاده شدند. در مورد علیت غیر خطی از  $x_t$  به  $y_t$ ، زمانی که صفر مبنی بر عدم علیت  $(H_0 : \sum_{j=1}^p \beta_j + \sum_{j=1}^p \beta_j^* = 0)$  در مقابل فرض آلترناتیو

1- Logistic smooth transition autoregressive  
2- Exponential smooth transition autoregressive

حاصلضرب رگرسورهای معین در توان‌های مختلف  $x_{t-d}$  (در  $y_{t-d}$  معادله ۲) بدست می‌آید. بنابراین با استفاده از رگرسیون کمکی<sup>۱</sup> زیر می‌توان آزمون وجود الگوی STAR را بررسی نمود:

$$e_t = \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_{1j}^* x_{t-j} x_{t-d} + \sum_{j=1}^p \beta_{2j}^* x_{t-j} x_{t-d}^2 \quad (15)$$

$$+ \sum_{j=1}^p \beta_{3j}^* x_{t-j} x_{t-d}^3 + w_j Z'_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$v_t = \sum_{j=1}^p \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{1j}^* y_{t-j} y_{t-d} + \sum_{j=1}^p \delta_{2j}^* y_{t-j} y_{t-d}^2 \quad (16)$$

$$+ \sum_{j=1}^p \delta_{3j}^* y_{t-j} y_{t-d}^3 + q_j Z'_{t-j} + \vartheta_t$$

معادله کمکی مدل ESTAR زیر مجموعه‌ای از معادله کمکی LSTAR محسوب می‌شود. اگر مدل ESTAR مناسب تشخیص داده شود؛ می‌توان تمامی جملات که دارای توان سوم  $x_{t-d}^3$  و  $y_{t-d}^3$  می‌باشند از معادلات فوق حذف نمود. فرض صفر مبنی بر خطی بودن مدل در معادلات فوق به صورت زیر است:

$$H_0 = \beta_{1j}^* = \beta_{2j}^* = \beta_{3j}^* = 0 \quad j = 1, 2, \dots, P \quad (17)$$

$$H_0 = \delta_{1j}^* = \delta_{2j}^* = \delta_{3j}^* = 0 \quad j = 1, 2, \dots, P$$

بنابراین مراحل انجام آزمون تشخیص وجود الگوی STAR به صورت زیر می‌باشد: مرحله ۱- تخمین بخش خطی مدل (مدل خطی در معادلات ۱ و ۲) به منظور تعیین وقفه‌ی P و حصول به دنباله‌ی پسماندها  $e(t)$ . مرحله ۲- آزمون خطی و یا غیر خطی بودن مدل: با تخمین معادلات کمکی (معادلات ۱۵ و ۱۶) و بررسی معناداری آن از طریق آزمون  $LM = T(RSSR - USSR) / RSSR$  با مقدار بحرانی  $\chi^2$  و درجه آزادی 3p. مقدار  $RSSR$  و  $USSR$  به ترتیب مجموع مجذور مربع پسماندها در حالت مقید و غیر مقید و T تعداد مشاهدات می‌باشد. اگر مقدار محاسبه شده LM بیشتر از مقدار بحرانی  $\chi^2$  جدول باشد؛ فرض صفر خطی بودن را رد نموده و فرض رقیب وجود مدل انتقال ملایم پذیرفته می‌شود. به منظور تشخیص مقدار مناسب پارامتر تاخیر، معادلات ۱۵ و ۱۶ با استفاده از کلیه‌ی مقادیر معقول d بررسی می‌شود. آن مقدار از d که بهترین برازش را به همراه داشته باشد؛ بهترین برآورد از d خواهد بود. مرحله ۳- انتخاب بین مدل‌های LSTAR و ESTAR: در صورت پذیرفته شدن مدل غیر خطی، با استفاده از آزمون LM، فرض زیر (۱۸، ۱۹ و ۲۰) آزمون می‌شود. اگر فرض ۱۸ پذیرفته شود و فرض ۱۹ رد شود؛ مدل دارای الگوی ESTAR خواهد بود. اگر فرض ۱۸ و ۱۹ پذیرفته شود و فرض ۲۰ رد شود؛ مدل دارای الگوی LSTAR خواهد بود.

( $H_1 : \sum_{j=1}^p \beta_j + \sum_{j=1}^p \beta_j^* \neq 0$ ) رد شود؛ رابطه‌ی علیت غیر خطی از  $x_t$  به  $y_t$  وجود خواهد داشت. همچنین فروض صفر و آلترناتیو برای علیت خطی و غیر خطی از  $y_t$  به  $x_t$ ، به صورت زیر بیان می‌شود:

$$H_0 : \sum_{j=1}^p \delta_j = 0 \quad \text{و} \quad H_1 : \sum_{j=1}^p \delta_j \neq 0 \quad (9)$$

$$H_0 : \sum_{j=1}^p \delta_j + \sum_{j=1}^p \delta_j^* = 0 \quad \text{و} \quad H_1 : \sum_{j=1}^p \delta_j + \sum_{j=1}^p \delta_j^* \neq 0 \quad (10)$$

بنابراین آماره‌ی استاندارد F برای آزمون فرض صفر در حالت علیت خطی و غیر خطی به کار می‌رود. به راحتی می‌توان تحلیل دو متغیره سری‌های زمانی را به صورت چند متغیره تعمیم داد:

$$y_t = \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j^* x_{t-j} F(\theta_j, \mu_j; x_{t-d}) \quad (11)$$

$$+ w_j Z'_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$x_t = \sum_{j=1}^p \gamma_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j^* y_{t-j} F(\lambda_j, c_j; y_{t-d}) \quad (12)$$

$$+ q_j Z'_{t-j} + \vartheta_t$$

به طوریکه برداری از  $Z_t = [Z_{t1}, Z_{t2}, \dots, Z_{tN}]$

### آزمون غیر خطی بودن

پیش از آنکه به بررسی کلی مدل STAR پرداخته شود؛ لازم است غیر خطی بودن الگوی داده‌ها آزمون شود. برای تشخیص مدل‌های انتقال ملایم تریس ویرتا (۱۱) چارچوبی را طراحی نموده که غالباً می‌توان از آن جهت تشخیص رفتارهای غیر خطی بهره جست. بعلاوه از این روش می‌توان جهت تعیین اینکه کدامیک از مدل‌های LSTAR و یا ESTAR بهتر روی داده‌ها برازش می‌شود؛ استفاده نمود. این آزمون مبتنی بر یک بسط سری تیلور از مدل عمومی STAR می‌باشد. در مدل LSTAR و ESTAR می‌توان تابع انتقال را به صورت زیر بیان نمود:

$$F(\theta, \mu; x_{t-d}) = \frac{1}{1 + \exp\{-\theta(x_{t-d} - \mu)\}} \equiv \frac{1}{1 + \exp(-h_{t-d})} \quad (13)$$

$$F(\theta, \mu; x_{t-d}) = 1 - \exp\{-\theta(x_{t-d} - \mu)^2\} \equiv 1 - \exp(-h_{t-d}^2) \quad (14)$$

بطوریکه در مدل LSTAR،  $h_{t-d} = \theta(x_{t-d} - \mu)$  و در

مدل ESTAR،  $h_{t-d} = \theta^2(x_{t-d} - \mu)$  می‌باشد. حال برای تابع انتقال با فرض اینکه  $h_{t-d} = 0$  باشد؛ تقریب درجه سوم سری تیلور ایجاد می‌شود. این کار معادل تشکیل بسط سری تیلور با فرض  $\theta = 0$  ( $\lambda = 0$ ) می‌باشد. با محاسبه‌ی مشتقات جزئی  $\partial F / \partial h_{t-d}$  و مرتبه‌ی دوم و سوم آن، بسط تیلور بصورت

چنین حالتی برآورد مدل خطی منجر به حصول نتایج نادرست می-گردد. بنابراین، آزمون خطی و یا غیر خطی بودن مدل بررسی شد. نتایج آزمون وجود مدل غیر خطی در جدول ۲ ارائه شده است. برای معادله صادرات پسته (RLX)، فرض خطی بودن رد شد. بنابراین، با توجه به رفتار غیر خطی بایستی از مدل‌های غیر خطی استفاده نمود. همچنین در معادله نرخ ارز (XLR)، فرض خطی بودن رد شد در حالی که بر طبق نتایج جدول ۱، فرض وجود علیت خطی از صادرات پسته به نرخ ارز رد نمی‌شود. بنابراین برای مدلسازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل‌های اتو رگرسیون انتقال ملایم استفاده شد. برای تشخیص مقدار مناسب پارامتر تاخیر، معادلات ۱۵ و ۱۶ با استفاده از کلیه‌ی مقادیر معقول d بررسی شد. آن مقدار از d که بهترین برازش را به همراه داشت؛ بهترین برآورد از d می‌باشد که مقدار آن در ستون آخر جدول ۲ مشخص شد. به منظور انتخاب بین مدل‌های LSTAR و ESTAR از آزمون LM استفاده شد. با استفاده از آزمون LM، فروض زیر ( $H_0^1, H_0^2, H_0^3$ ) آزمون می‌شود. با توجه به اینکه در معادله نرخ ارز، فرض  $H_0^1$  پذیرفته شده و فرض  $H_0^2$  و  $H_0^3$  رد می‌شود؛ مدل دارای الگوی ESTAR خواهد بود و با توجه به اینکه در معادله صادرات، فرض  $H_0^1$  و  $H_0^2$  پذیرفته شده و فرض  $H_0^3$  رد می‌شود؛ مدل دارای الگوی LSTAR خواهد بود. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است برای معادله نرخ ارز، مدل ESTAR با پارامتر تاخیر ۱ مناسب است. به همین ترتیب برای معادله صادرات پسته مدل LSTAR با پارامتر تاخیر ۳ مناسب می-باشد. پس از شناسایی وجود رابطه غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات پسته می‌توان مدل‌های غیر خطی رابطه ۱۱ و ۱۲ را به کار برد.

جدول ۱- آزمون علیت خطی بین نرخ ارز (R) و صادرات پسته (X)

RLX( $R \rightarrow X$ )	XLR( $X \rightarrow R$ )
۱/۰۳(۰/۱۸)	۲/۶۵(۰/۱۱) <sup>*</sup>

منبع: یافته‌های مطالعه

از آن‌جا که پارامترهای مدل غیر خطی بصورت حاصلضرب می-باشند؛ نمی‌توان از روش OLS آن‌ها را برآورد نمود. بنابراین از روش حداقل مربعات غیر خطی برای حصول به برآوردهای درستی از پارامترها استفاده شد. بر طبق روش حداقل مربعات غیر خطی نمی-توان پارامترهای  $\theta$  و  $\mu$  (یا  $\lambda$  و  $c$ ) را به طور همزمان برآورد نمود. به منظور برآورد این مدل‌ها، برای تعیین پارامتر  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) از روش جستجوی شبکه‌ای استفاده شد.

مقدار پارامتر  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) در بازه‌ی [0.01, 50] با افزایش در فواصل ۰/۰۱ جستجو شد. مقدار  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) در بازه‌ای با حداقل مجموع مجذور پسماندها انتخاب خواهد شد. برای تعیین مقدار  $\mu$  (یا  $c$ )، مقادیر  $|x(t-d)|$  و  $|y(t-d)|$  مرتب نموده و ۱۵ درصد از

$$H_0^1 = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^1 = \delta_{3j}^* = 0 \quad (۱۸)$$

$$H_0^2 = \beta_{2j}^* = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^2 = \delta_{2j}^* = \delta_{3j}^* = 0 \quad (۱۹)$$

$$H_0^3 = \beta_{1j}^* = \beta_{2j}^* = \beta_{3j}^* = 0, \quad H_0^3 = \delta_{1j}^* = \delta_{2j}^* = \delta_{3j}^* = 0 \quad (۲۰)$$

## روش جستجوی شبکه‌ای برای برآورد مدل‌های غیر خطی

یکی از روش‌های ساده و قابل اعتماد برای یافتن ریشه‌های معادلات غیر خطی روش جستجو شبکه‌ای<sup>۱</sup> می‌باشد. در این روش محاسبه‌ی پارامترهای معادله بر روی شبکه‌ای از مقادیر و جستجوی نقطه بهینه موضعی بر روی خانه‌های شبکه می‌باشد. برای تعیین مقدار پارامتر  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) در تابع انتقال مدل‌های غیر خطی ۱۱ و ۱۲، یک بازه از مقادیر  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) مشخص می‌شود که این بازه می‌تواند به مجموعه‌ای از بازه‌ها تقسیم گردد (۶).

$$\theta \in [a, b] \text{ و } \{[a, \theta_1], [\theta_1, \theta_2], \dots, [\theta_m, b]\}$$

بعد از برآورد معادلات غیر خطی ۱۱ و ۱۲ به روش حداقل مربعات غیر خطی در هر بازه، مقدار  $\theta$  (یا  $\lambda$ ) در بازه‌ای با حداقل مجموع مجذور پسماندها انتخاب خواهد شد. فرآیند تقسیم بازه اصلی به زیر بازه‌های کوچکتر آنقدر تکرار می‌شود تا مقدار بهینه‌ی موضعی بدست آید.

**داده‌ها:** اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه از قبیل نرخ ارز واقعی، ارزش واقعی صادرات پسته ایران بر حسب میلیون دلار، برای کشور ایران در دوره زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۲ از پایگاه اینترنتی بانک مرکزی ایران، بانک جهانی، مرکز آمار ایران و سایر منابع اطلاعاتی گرفته شده است.

## نتایج و بحث

ابتدا مدل خطی برای تعیین وقفه بهینه‌ی p برآورد گردید. وقفه‌ی بهینه برای هر یک از متغیرها متفاوت می‌باشد. با این حال، با استفاده از معیار شوارتر بیزین (SBC) حداکثر طول وقفه ۲ انتخاب شد. جدول ۱ نتایج آزمون علیت خطی بین نرخ ارز و صادرات پسته را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم علیت گرنجری از صادرات پسته به نرخ ارز رد می‌شود و رابطه‌ی خطی از صادرات به نرخ ارز وجود دارد. نتایج آزمون فرضیه‌ی رابطه‌ی علی از نرخ ارز به صادرات پسته نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم علیت خطی از نرخ ارز به صادرات پسته پذیرفته شد و بنابراین رابطه-ی علی از نرخ ارز به صادرات پسته وجود ندارد. بنابراین احتمال وجود رفتارهای غیر خطی در رابطه بین نرخ ارز و صادرات پسته است. در



بالاترین و پایین ترین مشاهدات حذف شد (۶).

جدول ۲- آزمون وجود الگوی غیر خطی STAR و تشخیص نوع مدل غیر خطی

پارامتر تاخیر d	نوع مدل	$H_0^3$	$H_0^2$	$H_0^1$
معادله نرخ ارز (XLR)				
۱	ESTAR	۴/۰(۰/۰۵۱)**	۰/۵۳(۰/۰۰۹)***	۰/۲۱(۰/۷۶)
معادله صادرات پسته (RLX)				
۳	LSTAR	۷/۷۵(۰/۰۳۳)**	۹/۸(۰/۶۹)	۵/۱۸(۰/۴۴)

منبع: یافته‌های مطالعه، توجه: مقادیر داخل پرانتز سطح معنی داری (p-value) را نشان می‌دهد که معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ با نمادهای (\*)، (\*\*)، و (\*\*\*) مشخص شدند.

از صادرات پسته به نرخ ارز وجود دارد؛ اما در مدل غیر خطی این رابطه‌ی علی قوی‌تر به نظر می‌رسد. برای معادله صادرات (RLX) نتایج نشان می‌دهد که نرخ ارز تاثیر قابل توجهی بر صادرات پسته دارد و علیت غیر خطی از نرخ ارز به صادرات پسته وجود دارد. بنابراین زمانی نرخ ارز محرک رشد صادرات پسته است که نرخ ارز بیش از آستانه‌ی ۱۶۴۷۱ ریال باشد. در مقایسه با نتایج جدول ۱ مشاهده شد رابطه‌ی علیت خطی از رشد نرخ ارز به صادرات پسته وجود ندارد. در حالی که علیت غیر خطی RLX وجود دارد. همچنین قابل ذکر است که انتقال از یک رژیم به دیگر، در مدل RLX نسبت به مدل XLR سریعتر است.

در نهایت نتایج مقایسه‌ی علیت گرنجر خطی و غیر خطی (جدول ۵) با استفاده از معیار شوارتز بیزین نشان داد که این مقدار در مدل خطی نسبت به مدل غیر خطی بالا است و بنابراین معیار شوارتز بیزین موید آن است که تخمین مدل LSTAR و ESTAR نسبت به مدل خطی در توصیف رفتار غیر خطی بین صادرات و نرخ ارز ارجحیت دارد.

جدول ۳ خلاصه‌ای از نتایج آزمون علیت غیر خطی گرنجر را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که علیت غیر خطی از صادرات پسته به نرخ ارز در کشور وجود دارد. همانگونه که در جدول ۱ مشاهده شد، علیت خطی از صادرات پسته به نرخ ارز در رژیم اول وجود دارد. بنابراین با تغییر رژیم (تغییر وضعیت خطی به وضعیت غیرخطی) رابطه‌ی علیت از صادرات پسته به نرخ ارز افزایش مضاعفی داشته است. به عبارت دیگر، بر مبنای سطح معنی‌داری، اثر صادرات پسته بر نرخ ارز پس از عبور از سطح آستانه بیشتر است. جدول ۴ نتایج تخمین مدل‌های غیر خطی ESTAR و LSTAR را نشان می‌دهد. برای معادله نرخ ارز (XLR) نتایج نشان می‌دهد که انتقال به رژیم جدید زمانی صورت می‌گیرد که صادرات پسته بیش از آستانه‌ی ۹۴۱ میلیون دلار برای اقتصاد ایران است. با این حال سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر کم است و مقدار ضریب  $\theta$  حدود ۰/۰۶۳ است. به عبارت دیگر، هنگامی که اقتصاد از مقدار آستانه عبور می‌کند؛ برای یک مدت زمان طولانی در آن وضعیت (رژیم) باقی می‌ماند. در مقایسه با نتایج جدول ۱ هر چند مدل خطی نشان می‌دهد که علیت

جدول ۳- آزمون علیت غیر خطی بین نرخ ارز (R) و صادرات غیر نفتی (X)

XLR( $X \rightarrow R$ )	RLX( $R \rightarrow X$ )
۲/۲۱(۰/۱۱)*	۱/۷۹(۰/۰۳۲)**

منبع: یافته‌های مطالعه

جدول ۴- تخمین مدل‌های غیر خطی ESTAR و LSTAR

معادله صادرات پسته	پارامترها	معادله نرخ ارز	پارامترها
۱/۲(۰/۰۰)	ضریب $R_{t-1}$	۱/۰۰۹(۰/۰۰۹)	ضریب $X_{t-1}$
۰/۷۳(۰/۱۱۲)	ضریب $R_{t-2}$		ضریب $X_{t-2}$
۲/۶(۰/۰۰۶)	ضریب $R_{t-1}F(\lambda, c; R_{t-3})$	۳/۳۸(۰/۱۳)	ضریب $X_{t-1}F(\theta, \mu; X_{t-1})$
۱/۷۶(۰/۰۱۶)	ضریب $R_{t-2}F(\lambda, c; R_{t-3})$	۰/۵۶(۰/۰۴۳)	ضریب $X_{t-2}F(\theta, \mu; X_{t-1})$
۰/۱۹	$\hat{\lambda}$	۰/۰۶۳	$\hat{\theta}$
۱۶۴۷۱	$\hat{c}$	۹۴۱	$\hat{\mu}$

منبع: یافته‌های مطالعه

جدول ۵- مقایسه مدل خطی و غیر خطی بر مبنای معیار شوارتز بیزین

معادله صادرات پسته (RLX)		معادله نرخ ارز (XLR)	
مدل غیر خطی	مدل خطی	مدل غیر خطی	مدل خطی
۴۰/۱۵	۴۵/۳۲	۱۲/۱۱	۲۶/۹

منبع: یافته‌های مطالعه

آلودگی آفاتوکسین، پیشنهاد می‌گردد برنامه زمانبندی شده مشخصی از سوی تصمیم گیران جهت دستیابی به این استانداردها ارائه و اجرا شود.

علاوه بر این، اعتبار فرضیه وجود رابطه‌ی غیر خطی از نرخ ارز به صادرات پسته (RLX) و همچنین از صادرات پسته به نرخ ارز (XLR) با استفاده از مدل انتقال ملایم (STAR) بررسی شد. نتایج مطالعه، وجود رابطه‌ی غیر خطی بین نرخ ارز و صادرات پسته را تایید نمود. نتایج آزمون نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن مدل رد شد. بنابراین برای مدل‌سازی رفتار غیر خطی متغیرها، از مدل‌های اتورگرسیو انتقال ملایم LSTAR و ESTAR استفاده شد. همچنین بر طبق مدل انتقال ملایم، سطح آستانه‌ای که در آن منافع بالقوه‌ای از توسعه صادرات پسته وجود دارد؛ تعیین شد. با توجه نتایج بدست آمده در رابطه با تاثیر نوسانات نرخ ارز بر صادرات پسته امید می‌رود که با در نظر گرفتن روابط غیر خطی نرخ ارز و صادرات پسته تا اندازه‌ای سهم ایران در بازار جهانی پسته حفظ گردد. اما اگر این امر توأم با کاهش محدودیت‌های تجاری بویژه تحریم‌های اقتصادی باشد؛ ممکن است نتایج بهتری حاصل گردد. بنابراین توصیه می‌شود که تصمیم‌گیران اقتصادی وجود رابطه‌ی غیر خطی در ارتباط پویای بین نرخ ارز و صادرات پسته را برای تعیین سطح آستانه‌ای از منافع بالقوه توسعه صادرات پسته در برنامه‌ریزی‌های آینده مورد توجه قرار دهند.

همچنین پیشنهاد می‌گردد که در تجارت پسته، از نوسانات نرخ ارز که منجر به عدم حتمیت در برنامه‌ریزی صادرات پسته می‌شود؛ جلوگیری گردد چرا که عدم حتمیت نرخ ارز موجب می‌گردد موقعیت ایران در بازار جهانی پسته تضعیف گردد.

نتایج علیت غیر خطی می‌تواند در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های اقتصادی مورد توجه مدیران قرار گیرد. تخمین سایر متغیرهای توضیحی در معادله‌ی نرخ ارز و معادله صادرات پسته به علت حجم بالای جداول گزارش نشده است. همچنین با توجه به اینکه مقدار پارامترهای  $\theta$  و  $\mu$  (یا  $\lambda$  و  $c$ ) از روش جستجوی شبکه‌ای بدست آمد سطح معنی‌داری برای آن‌ها گزارش نشده است.

### نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه، مقایسه و تحلیل تولید و تجارت پسته در ایران و آمریکا و بررسی اثرات غیر خطی نوسانات نرخ ارز بر صادرات پسته است. بدین منظور به شناسایی بازار صادراتی پسته ایران و ایالات متحده آمریکا پرداخته شد. همچنین بازارهای عمده صادراتی پسته برای ایران و آمریکا مشخص شد. مطالعه اثرات قیمت پسته، نرخ ارز واقعی و اثر شوک‌های امنیت غذایی با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بررسی‌های مقدماتی نشان داد که سهم ایران از بازار جهانی پسته به لحاظ مقدار از حدود ۶۱ درصد در سال ۱۹۸۵ به حدود ۳۷ درصد در سال ۲۰۱۲ رسیده است. کاهش سهم نسبی ایران در بازار جهانی پسته احتمال ایجاد رکود در بازارهای هدف خارجی را به دنبال خواهد داشت. این مطالعه درصدد داشت با بررسی وضعیت ایران و آمریکا در بازار جهانی پسته، دلایل عمده افت و خیزهای صادرات پسته در ایران را بیان کند. همچنین با توجه نتایج مطالعه مشاهده شد که سهم ایران از بازار جهانی پسته به علت وجود آلودگی آفاتوکسین در بازارهای هدف اروپایی به شدت کاهش یافته است. بنابراین بر طبق استانداردهای اعمال شده در بازارهای عمده هدف، بویژه در مورد

### منابع

- ۱- زارع مهرجردی م، و توحیدی ا. ۱۳۹۲. رابطه انتقالی نرخ ارز در بازارهای صادراتی پسته ایران: رویکرد داده‌های تابلویی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۵(۲): ۱۶۵-۱۸۵.
- ۲- سازمان توسعه تجارت ایران. ۱۳۸۶. خلاصه مدیریتی سند راهبردی توسعه صادرات غیر نفتی جمهوری اسلامی ایران. دفتر برنامه ریزی تجاری.
- ۳- کوچک زاده ا، و جلایی اسفندآبادی س.ع. ۱۳۹۲. تاثیر نااطمینانی نرخ ارز بر صادرات غیرنفتی ایران. تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۵(۳): ۱۲۱-۱۳۵.
- ۴- مولایی م، و دهقانی ع. ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر سهم بازار در بخش صنعت ایران (رویکرد غیر خطی LSTAR).

پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی ۱(۴):۵۵-۷۳.

- ۵- مهر آرا م.، و سرخوش ا. ۱۳۸۹. آثار غیر خطی متغیرهای کلان اقتصادی بر رشد اقتصادی با تأکید بر نرخ ارز (مورد ایران). مجله تحقیقات اقتصادی ۹۳: ۲۰۱-۲۲۸.
- 6- Caner M., and Hansen B.E. 2001. Threshold auto regressions with a unit root. *Econometrica*, 69: 1555-1597.
- 7- Chen J., and Zhang Y. 2012. A Study of the Nonlinear Relation between Exchange Rate and Fiscal Revenue in China. *Procedia Engineering*, 29: 2672-2676.
- 8- Dauvin M. 2014. Energy prices and the real exchange rate of commodity-exporting countries. *International Economics*, 137: 52-72.
- 9- Granger C.W.J., and Terasvirta T. 1993. *Modeling Non-Linear Economic Relationships*. Oxford University Press, Oxford.
- 10- Shintani M., Terada-Hagiwara A., and Yabu T. 2013. Exchange rate pass-through and inflation: A nonlinear time series analysis. *Journal of International Money and Finance*, 32: 512-527.
- 11- Terasvirta T. 1994. Specification, estimation and evaluation of smooth transition autoregressive models. *Journal of the American Statistical Association*, 89: 208-218.
- 12- Terasvirta T. 1998. Modeling economic relationships with smooth transition regressions. In: Ullah, A., David, E. (Eds.), *Handbook of Applied Economic Statistics*. Marcel Dekker, NY, 507-552.
- 13- Terasvirta T., Dijk D., and Medeiros M.C. 2005. Linear models, smooth transition auto regressions and neural networks for forecasting macroeconomic time series: A re-examination. *International Journal of Forecasting*, 21: 755- 774.
- 14- [www.FAO.org/corp/statistics/](http://www.FAO.org/corp/statistics/)
- 15- [www.ers.usda.gov/Briefing/FruitAndTreeNuts/](http://www.ers.usda.gov/Briefing/FruitAndTreeNuts/)
- 16- [www.acpistachios.org/statistics.shtml](http://www.acpistachios.org/statistics.shtml)