



# اقتصاد سنجی کاربردی

---

تألیف:

دکتر تیمور محمدی

(عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبائی)

احمد نریمانی



علم اقتصاد با پیشرفت‌های روزافزون در تکنیک‌ها و فنون تجزیه و تحلیل مواجه است. یکی از شاخه‌های پربار این علم که دربرگیرنده تکنیک‌های کمی مبتنی بر علم آمار و احتمال می‌باشد اقتصادسنجی است. در این مسیر، این پیشرفت‌ها باعث مطرح شدن جزئیات پیچیده در تکنیک‌های اقتصادسنجی شده است به گونه‌ای که خواننده را با مباحث غامض و پیچیده که درک آن‌ها را دچار مشکل می‌کند مواجه می‌سازد. بدین ترتیب گرچه فرد مایل به یادگیری مباحث مطروحه جدید می‌باشد اما فقدان منابع علمی و درسی سهل‌الوصول که مطالب را به زبان هرچه ساده‌تر بیان نماید مانع از نیل به اهداف به طور مطلوب می‌شود. کتاب حاضر با این هدف نگارش شده که ضمن ارائه مطالب و تکنیک‌های مربوطه جدید، آن‌ها را به زبان قابل فهم، عرضه کند. همچنین جهت دادن جنبه کاربردی به مباحث تلاش شده، استفاده از نرم‌افزار را نیز در دستور کار خود قرار دهد تا خواننده بتواند مطالب را بطور تجربی نیز کار کند.

قابل توجه است که استفاده از نرم‌افزار در این کتاب در دو محور مدنظر قرار گرفته است. اول، بکارگیری آن به عنوان یک فرد مبتدی که در آن سطح نیاز به دانش عمیق نرم‌افزاری وجود ندارد و کاربر گام به گام از طریق فهرست یا منوهای پنجره‌ای از سطح بسیار ابتدایی می‌تواند ابزارهای مدنظر را بکار ببرد؛ دوم اینکه از آنجایی که به مرور زمان آشنایی فرد با نرم‌افزار زیاد می‌شود و لذا جهت صرفه‌جویی در زمان و هزینه، فرد نیاز می‌یابد که دست به کدنویسی به وسیله زبان نرم‌افزار نماید. رایج‌رو خاسته‌های جدیدی از سوی کاربر مطرح می‌شود که انتظار است هر کتابی در این زمینه بتواند پاسخگویی مناسب داشته باشد. در این کتاب تلاش شده که نیازهای خواننده در هر دو محور نرم‌افزاری، با عرضه متناسب مباحث تأمین گردد. عمده تمرکز این کتاب به لحاظ نرم‌افزاری، بسته EViews می‌باشد که مطالب با توجه به آخرین نسخه آن به نام شده است.

با توجه به مباحث بالا، روی سخن این کتاب، دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناس ارشد و دکتری رشته اقتصاد و رشته‌های مرتبط همانند مدیریت، حسابداری و مالی می‌باشد. کتاب حاضر همچنین می‌تواند برای پژوهشگران و اساتید گرامی مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان بیان این نکته را ضروری می‌دانیم که گرچه تلاش شده کتاب حاضر بدون عیب و نقص باشد اما قطعاً هر کار پژوهشی فاقد ایراد نمی‌باشد به همین جهت تقاضا داریم خوانندگان عزیز ما را از انتظاف خود محروم نکرده و کلیه ایرادات کتاب اعم از غلط‌های تایپی، نگارشی نیز سایر اشتباهات را به اینجانبان گوشزد نمایند. همچنین باعث امتنان است اگر خوانندگان موارد نقص و کسری مطالب را بیان داشته و با عنایت خود بخش‌هایی را که زائد به نظر می‌رسند یا آنکه باید مفصل‌تر بیان شوند را ابراز داشته و در بهبود کتاب ما را یاری دهند.

تیمور محمدی

احمد نریمانی

مهرماه ۱۳۹۸

|    |                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------|
| ۱۵ | ۱- مروری بر جبر خطی                                               |
| ۱۵ | ۱-۱ بردارها و ماتریس‌ها                                           |
| ۱۸ | ۱-۱-۱ عملیات جمع و تفریق ماتریس‌ها                                |
| ۱۹ | ۱-۱-۲ ضرب ماتریس‌ها                                               |
| ۲۰ | ۱-۲-۱ ضرب یک عدد اسکالر در بردار یا ماتریس                        |
| ۲۰ | ۱-۲-۲ ضرب دو ماتریس در یکدیگر                                     |
| ۲۱ | ۱-۳ ترکیب خطی بردارها                                             |
| ۲۲ | ۱-۴ ماتریس‌ها، خاص                                                |
| ۲۳ | ۱-۵ ترانها بردارها و ماتریس‌ها                                    |
| ۲۳ | ۱-۶ ضرب داخلی بردارها                                             |
| ۲۴ | ۱-۷ نرم بردارها و ماتریس‌ها                                       |
| ۲۶ | ۱-۸ دترمینان ماتریس                                               |
| ۲۸ | ۱-۹ معکوس ماتریس                                                  |
| ۲۹ | ۱-۱۰ رتبه ماتریس‌ها                                               |
| ۳۰ | ۱-۱۱ اثر ماتریس‌ها                                                |
| ۳۰ | ۱-۱۲ تعیین علامت ماتریس‌ها                                        |
| ۳۱ | ۱-۱۳ مشتق بردارها و ماتریس‌ها                                     |
| ۳۲ | ۲- دستگاه معادلات جبری خطی                                        |
| ۳۲ | ۲-۱ معرفی دستگاه معادلات جبری خطی                                 |
| ۳۴ | ۲-۲ تشخیص سازگاری یا ناسازگاری دستگاه معادلات خطی                 |
| ۳۴ | ۲-۳ تفکیک دستگاه‌های معادلات خطی بر اساس تعداد معادلات و مجهولات  |
| ۳۵ | ۲-۴ حل دستگاه‌های معادلات جبری خطی                                |
| ۳۵ | ۲-۴-۱ حل دستگاه‌های معادلات جبری خطی سازگار مربعی و نامنفرد       |
| ۳۵ | ۲-۴-۲ حل دستگاه معادلات جبری خطی با استفاده از معکوس ماتریس ضرایب |
| ۳۷ | ۲-۴-۳ قاعده کرامر                                                 |
| ۳۷ | ۲-۴-۴ حل دستگاه‌های معادلات جبری خطی بر پایه الگوریتم‌ها          |
| ۴۱ | ۲-۴-۵ حل دستگاه معادلات خطی بر پایه تجزیه ماتریس‌ها               |
| ۴۱ | ۲-۴-۶ تجزیه LU                                                    |
| ۴۳ | ۲-۴-۷ تجزیه PLU                                                   |
| ۴۳ | ۲-۴-۸ تجزیه چولسکی                                                |
| ۴۵ | ۲-۴-۹ روش‌های تکراری برای حل دستگاه‌های معادلات خطی               |

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| ۴۵ | ۱-۵-۱-۴-۲-۱ روش ژاکوبی                                 |
| ۴۷ | ۲-۵-۱-۴-۲-۱ روش گوس-سایدل                              |
| ۴۸ | ۳-۵-۱-۴-۲-۱ روش فوق تخفیف متوالی                       |
| ۴۸ | ۲-۴-۲-۱ حل دستگاه‌های معادلات جبری خطی سازگار غیرمربعی |
| ۴۹ | ۳-۴-۲-۱ حل دستگاه‌های معادلات جبری خطی ناسازگار        |

## ۲ مقدمه‌ای بر اقتصادسنجی

|    |                          |
|----|--------------------------|
| ۵۳ | ۱-۱ کاربردهای اقتصادسنجی |
| ۵۵ | ۲-۲ مدل رگرسیون          |
| ۵۷ | ۳-۲ تخمین مدل رگرسیون    |

## ۳ تخمین مدل رگرسیون خطی

|    |                                                |
|----|------------------------------------------------|
| ۵۹ | ۱-۳ مدل رگرسیون خطی چند متغیره                 |
| ۶۱ | ۲-۳ روش تخمین حداقل مربعات معمولی              |
| ۶۲ | ۱-۲-۳ دلایل استفاده از روش حداقل مربعات معمولی |
| ۶۵ | ۲-۲-۳ فرضیه‌های کلاسیک اقتصادسنجی              |
| ۷۱ | ۳-۲-۳ خصوصیات آمار تخمین OLS                   |
| ۷۱ | ۱-۳-۲-۳ خصوصیات آماری $\mu$                    |
| ۷۳ | ۲-۳-۲-۳ واریانس جزء خطا                        |
| ۷۳ | ۴-۲-۳ خصوصیات مطلوب تخمین‌زن‌های OLS           |
| ۷۶ | ۳-۳ روش تخمین حداکثر راستنمایی                 |
| ۷۹ | ۴-۳ آزمون خوبی برازش مدل                       |
| ۸۰ | ۱-۴-۳ ضریب تعیین                               |
| ۸۲ | ۲-۴-۳ ضریب تعیین تعدیل شده                     |

## ۴ آزمون فرضیه ضرایب مدل رگرسیون

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| ۸۳  | ۱-۴ آزمون فرضیه                                                        |
| ۸۶  | ۲-۴ قواعد تصمیم‌گیری در آزمون فرضیه                                    |
| ۸۷  | ۳-۴ آزمون پارامترها در مدل رگرسیون                                     |
| ۸۷  | ۱-۳-۴ آزمون پارامترها با فرض توزیع نرمال جزء خطا                       |
| ۸۸  | ۱-۱-۳-۴ تابع آزمون $t$                                                 |
| ۹۲  | ۲-۱-۳-۴ تابع آزمون $F$                                                 |
| ۹۹  | ۲-۳-۴ آزمون پارامترها با فرض توزیع غیرنرمال جزء خطا (آزمون‌های مجانبی) |
| ۹۹  | ۱-۲-۳-۴ آزمون نسبت راستنمایی                                           |
| ۱۰۱ | ۲-۲-۳-۴ آزمون والد                                                     |
| ۱۰۳ | ۳-۲-۳-۴ آزمون ضریب لاگرانژ                                             |
| ۱۰۵ | ۴-۲-۳-۴ مقایسه سه آزمون نسبت راستنمایی، والد و ضریب لاگرانژ            |

۴-۴ مطالعات کاربردی ..... ۱۰۶

## ۵ تخمین و تفسیر نتایج یک مدل رگرسیونی در EVIEWS ..... ۱۰۹

۱-۵ آشنایی با نرم افزار EVIEWS ..... ۱۰۹

۱-۱-۵ آغاز کار با EViews ..... ۱۰۹

۱-۱-۱-۵ ایجاد پرونده جدید ..... ۱۱۱

۲-۱-۱-۵ ساختار پرونده کاری ..... ۱۱۱

۳-۱-۱-۵ مشخصات پرونده کاری ..... ۱۱۳

۲-۱-۵ وارد کردن داده های آماری ..... ۱۱۶

۳-۱-۵ سایر تنظیمات پرونده کاری ..... ۱۲۱

۴-۱-۵ شام های آماری ..... ۱۲۳

۴-۱-۵ اما های توصیفی ..... ۱۲۳

۵-۱-۵ انجام محاسبات آماری با استفاده از توابع ..... ۱۲۵

۶-۱-۵ رسم نمودار ..... ۱۲۵

۲-۵ تخمین و تفسیر مدل رگرسیونی خطی ..... ۱۲۷

## ۶ تصریح صحیح مدل ..... ۱۳۵

۱-۶ حذف متغیرهای مهم ..... ۱۳۶

۱-۱-۶ ماهیت حذف متغیر مهم ..... ۱۳۶

۲-۱-۶ عواقب حذف متغیر مهم ..... ۱۳۷

۳-۱-۶ آزمون های کشف حذف متغیر مهم ..... ۱۴۰

۴-۱-۶ درمان حذف متغیر مهم ..... ۱۴۲

۲-۶ وجود یک متغیر نامرتبط ..... ۱۴۲

۱-۲-۶ ماهیت وجود یک متغیر نامرتبط در مدل ..... ۱۴۲

۲-۲-۶ عواقب وجود یک متغیر نامرتبط در مدل ..... ۱۴۲

۳-۲-۶ روش های کشف وجود متغیرهای نامرتبط ..... ۱۴۵

۴-۲-۶ راه های درمان وجود متغیرهای نامرتبط ..... ۱۴۶

۳-۶ شکل تبعی مدل رگرسیونی ..... ۱۴۶

۱-۳-۶ ماهیت شکل تبعی مدل رگرسیونی ..... ۱۴۷

۲-۳-۶ عواقب شکل تبعی نادرست ..... ۱۵۵

۳-۳-۶ روش های کشف شکل تبعی غلط ..... ۱۵۵

۴-۳-۶ راه درمان استفاده از فرم تبعی نادرست ..... ۱۵۷

۴-۶ خطای تصریح در نظر نگرفتن جمله ثابت ..... ۱۵۷

## ۷ خودهمبستگی ..... ۱۵۹

- ۱-۷ ماهیت خودهمبستگی ..... ۱۵۹
- ۲-۷ عواقب همبستگی سریالی ..... ۱۶۴
- ۳-۷ روش‌های کشف خودهمبستگی ..... ۱۶۸
- ۱-۳-۷ روش‌های ترسیمی ..... ۱۶۸
- ۲-۳-۷ آزمون دورین- وائسن ..... ۱۶۹
- ۳-۳-۷ آزمون خودهمبستگی سریالی LM ..... ۱۷۱
- ۴-۳-۷ توابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی ..... ۱۷۳
- ۵-۳-۷ آماره Q ..... ۱۷۸
- ۴-۷ اقدامات د. مانی جهت رفع خودهمبستگی ..... ۱۷۹
- ۱-۱-۷ روش OLS با لحاظ خودهمبستگی ..... ۱۷۹
- ۲-۴-۷ روش گلدفرد ..... ۱۸۰

## ۸ واریانس ناهمسانی ..... ۱۸۳

- ۱-۸ ماهیت واریانس ناهمسانی ..... ۱۸۳
- ۲-۸ عواقب واریانس ناهمسانی ..... ۱۸۵
- ۳-۸ آزمون‌های کشف واریانس ناهمسانی ..... ۱۸۶
- ۱-۳-۸ آزمون وایت ..... ۱۸۷
- ۲-۳-۸ آزمون گلجسر ..... ۱۸۹
- ۳-۳-۸ آزمون بریوش- پاگان- گادفری ..... ۱۹۰
- ۴-۳-۸ آزمون هاروی ..... ۱۹۰
- ۴-۸ روش‌های درمان واریانس ناهمسانی ..... ۱۹۱
- ۱-۴-۸ بازتعریف متغیرها ..... ۱۹۱
- ۲-۴-۸ تخمین OLS با لحاظ واریانس ناهمسانی ..... ۱۹۱
- ۳-۴-۸ روش حداقل مربعات تعمیم یافته ..... ۱۹۴

## ۹ همخطی ..... ۱۹۷

- ۱-۹ ماهیت مسئله همخطی ..... ۱۹۷
- ۲-۹ عواقب همخطی ..... ۲۰۰
- ۳-۹ تشخیص همخطی ..... ۲۰۲
- ۱-۳-۹ بررسی آماره‌های  $t$  و  $F$  ..... ۲۰۲
- ۲-۳-۹ ضرایب همبستگی ساده ..... ۲۰۲
- ۳-۳-۹ عامل تورم واریانس ..... ۲۰۴
- ۴-۹ درمان همخطی ..... ۲۰۵

|                                                                                       |                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۲۰۵.....                                                                              | ۹-۴-۱ هیچ کاری انجام ندهید!                                                 |
| ۲۰۶.....                                                                              | ۹-۴-۲ حذف متغیر ایجادکننده همخطی                                            |
| ۲۰۶.....                                                                              | ۹-۴-۳ افزایش حجم نمونه                                                      |
| <b>۱۰ میانگین غیرصفر و توزیع غیرنرمال جزء خطا، وابستگی متغیرهای توضیحی به جزء خطا</b> |                                                                             |
| ۲۰۹.....                                                                              | ۱۰-۱ میانگین غیرصفر جزء خطا                                                 |
| ۲۱۱.....                                                                              | ۱۰-۲ عدم استقلال متغیرهای توضیحی از جزء خطای مدل رگرسیونی                   |
| ۲۱۲.....                                                                              | ۱۰-۳ توزیع غیرنرمال جزء خطا                                                 |
| <b>۱۱ متغیرهای مجازی</b>                                                              |                                                                             |
| ۲۱۵.....                                                                              | ۱۱-۱ متغیرهای مجازی                                                         |
| ۲۱۶.....                                                                              | ۱۱-۱-۱ تأثیر متغیرهای توضیحی بر ضرایب مدل رگرسیونی                          |
| ۲۱۶.....                                                                              | ۱۱-۱-۱-۱ متغیرهای مجازی تغییر در جمله ثابت                                  |
| ۲۱۸.....                                                                              | ۱۱-۱-۱-۲ متغیرهای مجازی و تأثیر همزمان بر ضرایب متغیرهای توضیحی و جمله ثابت |
| ۲۱۹.....                                                                              | ۱۱-۱-۲ کاربرد متغیرهای مجازی معیاری                                         |
| ۲۱۹.....                                                                              | ۱۱-۲-۱ متغیرهای مجازی دیلاتاسی                                              |
| ۲۲۱.....                                                                              | ۱۱-۲-۱-۱ مقایسه دو رگرسیون                                                  |
| ۲۲۱.....                                                                              | ۱۱-۲-۱-۲ آزمون فرضیه ثبات پارامترها استفاده از آزمون شکست چاو               |
| ۲۲۳.....                                                                              | ۱۱-۲-۲-۱ آزمون فرضیه ثبات پارامترها در متغیرهای مجازی                       |
| ۲۲۵.....                                                                              | ۱۱-۲ متغیر وابسته مجازی                                                     |
| ۲۲۵.....                                                                              | ۱۱-۲-۱ مدل احتمال خطی                                                       |
| ۲۲۹.....                                                                              | ۱۱-۲-۲ مدل رگرسیون لجستیک                                                   |
| <b>۱۲ مدل‌های باوقفه توزیعی و خودرگرسیونی</b>                                         |                                                                             |
| ۲۳۷.....                                                                              | ۱۲-۱ مدل‌های باوقفه توزیعی                                                  |
| ۲۳۸.....                                                                              | ۱۲-۱-۱ ماهیت مدل‌های باوقفه توزیعی                                          |
| ۲۳۹.....                                                                              | ۱۲-۱-۲ تخمین مدل‌های باوقفه توزیعی                                          |
| ۲۳۹.....                                                                              | ۱۲-۱-۲-۱ وارد کردن پی‌درپی وقفه‌های متغیر توضیحی                            |
| ۲۴۰.....                                                                              | ۱۲-۲-۱-۲ روش کوپک                                                           |
| ۲۴۲.....                                                                              | ۱۲-۲-۲-۱ مدل انتظارات تطبیقی                                                |
| ۲۴۳.....                                                                              | ۱۲-۲-۲-۲ مدل تعدیل موجودی سرمایه                                            |
| ۲۴۴.....                                                                              | ۱۲-۲ مدل‌های خودرگرسیونی                                                    |
| ۲۴۵.....                                                                              | ۱۲-۲-۱ تخمین مدل‌های خودرگرسیونی: روش متغیرهای ابزاری                       |
| ۲۴۶.....                                                                              | ۱۲-۲-۲ آزمون h دوربین                                                       |

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| ۲۴۸..... | ۳-۱۲ آزمون علیت.....                                       |
| ۲۵۱..... | ۱۳ داده‌های پرت و مدل‌های رگرسیون باثبات.....              |
| ۲۵۲..... | ۱-۱۳ داده‌های پرت.....                                     |
| ۲۵۲..... | ۱-۱-۱۳ خاصیت اهرمی.....                                    |
| ۲۵۵..... | ۲-۱-۱۳ خاصیت ناهمخوانی.....                                |
| ۲۵۷..... | ۳-۱-۱۳ خاصیت موثر بودن.....                                |
| ۲۵۸..... | ۲-۱۳ رگرسیون باثبات.....                                   |
| ۲۵۸..... | ۱-۲-۱۳ روش حداقل قدرمطلق انحرافات.....                     |
| ۲۵۹..... | ۲-۲-۱۳ روش تخمین M.....                                    |
| ۲۶۰..... | ۱۳-۲-۱ الگوریتم محاسباتی روش تخمین M.....                  |
| ۲۶۰..... | ۱۱-۲-۱ توابع هدف کلاس تخمین‌زن‌های M.....                  |
| ۲۶۳..... | ۱۴ سری‌های زمانی و مسئله مانایی.....                       |
| ۲۶۴..... | ۱-۱۴ شرایط مانایی سری‌ها: مانایی.....                      |
| ۲۶۵..... | ۲-۱۴ انواع فرآیندهای سری زمانی.....                        |
| ۲۶۵..... | ۱-۲-۱۴ کمیت تصادفی، حلالا، خالص.....                       |
| ۲۶۶..... | ۲-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح.....                                |
| ۲۶۶..... | ۱-۲-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح مرتبه اول با $ \phi_1  < 1$ ..... |
| ۲۶۸..... | ۲-۲-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح مرتبه اول با $ \phi_1  < 1$ ..... |
| ۲۷۰..... | ۳-۲-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح مرتبه اول با رانش.....            |
| ۲۷۱..... | ۴-۲-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح مرتبه دوم و بالاتر.....           |
| ۲۷۲..... | ۳-۲-۱۴ فرآیند میانگین متحرک.....                           |
| ۲۷۷..... | ۴-۲-۱۴ فرآیند خودتوضیح میانگین متحرک.....                  |
| ۲۷۷..... | ۳-۱۴ انواع نامانایی.....                                   |
| ۲۷۷..... | ۱-۳-۱۴ روند قطعی زمانی.....                                |
| ۲۷۸..... | ۲-۳-۱۴ روند تصادفی.....                                    |
| ۲۸۰..... | ۴-۱۴ اهمیت بررسی مانایی.....                               |
| ۲۸۰..... | ۱-۴-۱۴ رگرسیون جعلی.....                                   |
| ۲۸۰..... | ۲-۴-۱۴ انباشته شدن اثر شوک‌ها در طی زمان.....              |
| ۲۸۰..... | ۳-۴-۱۴ تخمین نادرست ضرایب.....                             |
| ۲۸۱..... | ۵-۱۴ آزمون‌های مانایی.....                                 |
| ۲۸۱..... | ۱-۵-۱۴ روش‌های مبتنی بر توابع خودهمبستگی.....              |
| ۲۸۵..... | ۲-۵-۱۴ آزمون‌های ریشه واحد.....                            |
| ۲۸۵..... | ۱-۲-۵-۱۴ آزمون دیکی-فولر.....                              |

|          |                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| ۲۸۹..... | ۱۴-۵-۲-آزمون دیکي- فولر گسترش یافته                                      |
| ۲۹۲..... | ۱۴-۵-۲-۱ توان آزمون دیکي- فولر                                           |
| ۲۹۲..... | ۱۴-۵-۲-۲ تعیین اجزاء معین                                                |
| ۲۹۹..... | ۱۴-۵-۳-آزمون ریشه واحد فیلیپس- پرون                                      |
| ۳۰۰..... | ۱۴-۵-۴-آزمون ریشه واحد و شکست ساختاری                                    |
| ۳۰۲..... | ۱۴-۵-۴-۱ مدل AO                                                          |
| ۳۰۵..... | ۱۴-۵-۴-۲ مدل IO                                                          |
| ۳۰۷..... | پیوست شماره ۱۴-۱: مقادیر بحرانی آماره های $\Phi_1$ ، $\Phi_2$ و $\Phi_3$ |

## ۱۵ هم‌انباشتگی و مسئله تخمین مدل رگرسیونی..... ۳۰۹

|          |                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ۳۱۰..... | ۱۵-۱ مفهوم انباشتگی در مقابل هم‌انباشتگی                                         |
| ۳۱۱..... | ۱۵-۲ تخمین: دله رگرسیونی با توجه به وضعیت انباشتگی متغیرها و مسئله هم‌انباشتگی   |
| ۳۱۲..... | ۱۵-۳ آزمون‌های هم‌انباشتگی و تخمین مدل                                           |
| ۳۱۲..... | ۱۵-۳-۱ آزمون هم‌انباشتگی انگل- گرینجر، برآورد الگوی بلندمدت و مدل تصحیح خطا      |
| ۳۱۴..... | ۱۵-۳-۲ آزمون هم‌انباشتگی مبتنی بر مدل ARDL، برآورد الگوی بلندمدت و مدل تصحیح خطا |
| ۳۱۵..... | ۱۵-۳-۳ آزمون هم‌انباشتگی رانیه، برآورد الگوی بلندمدت و مدل تصحیح خطا             |
| ۳۱۶..... | ۱۵-۴ مطالعات کاربردی                                                             |

## ۱۶ سری‌های زمانی خطی..... ۳۱۷

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| ۳۱۸..... | ۱۶-۱ بررسی پیش‌بینی‌پذیری سری‌های زمانی               |
| ۳۱۸..... | ۱۶-۱-۱ آزمون نسبت واریانس                             |
| ۳۱۸..... | ۱۶-۱-۱-۱ آزمون نسبت واریانس لو و مکینلای              |
| ۳۱۹..... | ۱۶-۱-۱-۲ آزمون نسبت واریانس توأم                      |
| ۳۲۰..... | ۱۶-۱-۱-۳ آزمون‌های نسبت واریانس مبتنی بر رتبه و علامت |
| ۳۲۲..... | ۱۶-۱-۲ آزمون BDS                                      |
| ۳۲۶..... | ۱۶-۲ مدل‌سازی خطی سری‌های زمانی                       |
| ۳۲۶..... | ۱۶-۲-۱ تشخیص مدل                                      |
| ۳۲۷..... | ۱۶-۲-۲ تخمین مدل                                      |
| ۳۳۰..... | ۱۶-۲-۳ بازبینی و آسیب‌شناسی مدل                       |
| ۳۳۰..... | ۱۶-۲-۳-۱ اصل صرفه‌جویی                                |
| ۳۳۱..... | ۱۶-۲-۳-۲ مانایی و معکوس‌پذیری                         |
| ۳۳۱..... | ۱۶-۲-۳-۳ خوبی برازش مدل                               |
| ۳۳۲..... | ۱۶-۳ سری‌های زمانی و مواجهه با داده‌های پرت           |
| ۳۳۴..... | ۱۶-۴ سری‌های زمانی با حافظه بلندمدت                   |
| ۳۳۶..... | ۱۶-۵ سری‌های زمانی فصلی                               |

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| ۳۳۷..... | ۱۶-۵-۱ عناصر یک سری زمانی فصلی   |
| ۳۳۸..... | ۱۶-۵-۲ تشخیص فصلی بودن سری زمانی |
| ۳۳۸..... | ۱۶-۵-۳ تعدیل فصلی سری های زمانی  |
| ۳۳۸..... | ۱۶-۵-۳-۱ روش میانگین متحرک       |
| ۳۴۲..... | ۱۶-۵-۳-۲ مدل SARIMA              |

## ۱۷ سری های زمانی مبتنی بر واریانس ناهمسانی شرطی

|          |                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------|
| ۳۴۵..... | ۱۷-۱ واریانس شرطی                                       |
| ۳۴۷..... | ۱۷-۲ مدل واریانس ناهمسان شرطی خودتوضیح                  |
| ۳۵۰..... | ۱۷-۳ آزمون ARCH                                         |
| ۳۵۰..... | ۱۷-۴ تخمین مدل های مبتنی بر واریانس ناهمسانی شرطی       |
| ۳۵۱..... | ۱۷-۵ خطای غیرنرمال                                      |
| ۳۵۲..... | ۱۷-۶ مدل واریانس ناهمسان سازی شرطی خودتوضیح تعمیم یافته |
| ۳۵۳..... | ۱۷-۷ مدل واریانس ناهمسان سازی شرطی آستانه ای            |
| ۳۵۴..... | ۱۷-۸ مدل واریانس ناهمسان سازی شرطی نمایی                |
| ۳۵۵..... | ۱۷-۹ مدل واریانس ناهمسان سازی شرطی توانی                |
| ۳۵۹..... | ۱۷-۱۰ مطالعات کاربردی                                   |

## ۱۸ سری های زمانی غیر خطی

|          |                                           |
|----------|-------------------------------------------|
| ۳۶۱..... | ۱۸-۱ آزمون های غیر خطی بودن               |
| ۳۶۱..... | ۱۸-۱-۱ آزمون مکلید-لی                     |
| ۳۶۲..... | ۱۸-۱-۲ آزمون ARCH                         |
| ۳۶۲..... | ۱۸-۱-۳ آزمون تصریح خطاهای رگرسیون         |
| ۳۶۳..... | ۱۸-۲ مدل های سری زمانی غیر خطی            |
| ۳۶۳..... | ۱۸-۲-۱ مدل های ARMA غیر خطی               |
| ۳۶۳..... | ۱۸-۲-۲ مدل خودتوضیح تعمیم یافته           |
| ۳۶۴..... | ۱۸-۲-۳ مدل خطی دوگانه                     |
| ۳۶۵..... | ۱۸-۳ مدل های تغییر جهت                    |
| ۳۶۵..... | ۱۸-۳-۱ مدل خودتوضیح آستانه ای             |
| ۳۶۶..... | ۱۸-۳-۲ نقطه آستانه نامشخص                 |
| ۳۶۷..... | ۱۸-۳-۲-۱ مدل TAR مراتب بالاتر             |
| ۳۶۷..... | ۱۸-۳-۳ مدل های چند رژیم                   |
| ۳۶۸..... | ۱۸-۳-۴ پارامتر تأخیر                      |
| ۳۶۸..... | ۱۸-۳-۲-۲ مدل های خودتوضیح انتقال ملایم    |
| ۳۶۹..... | ۱۸-۳-۲-۱ مدل خودتوضیح انتقال ملایم لجستیک |
| ۳۶۹..... | ۱۸-۳-۲-۲ مدل خودتوضیح انتقال ملایم نمایی  |

|          |                                              |
|----------|----------------------------------------------|
| ۳۷۱..... | ۱۹ مفهوم پیش‌بینی و ارزیابی آن               |
| ۳۷۲..... | ۱-۱۹ عناصر پیش‌بینی                          |
| ۳۷۲..... | ۱-۱-۱۹ زمان                                  |
| ۳۷۲..... | ۱-۱-۱۹ دقت                                   |
| ۳۷۳..... | ۱-۱-۱۹ در دسترس بوده اطلاعات                 |
| ۳۷۳..... | ۲-۱۹ روش‌های پیش‌بینی                        |
| ۳۷۳..... | ۱-۲-۱۹ روش‌های کیفی                          |
| ۳۷۳..... | ۲-۲-۱۹ روش‌های کمی                           |
| ۳۷۴..... | ۳-۱۹ فاز آموزش مدل و فاز پیش‌بینی داده‌ها    |
| ۳۷۸..... | ۴-۱۹ ارزیابی و مقایسه پیش‌بینی مدل‌ها        |
| ۳۷۸..... | ۱-۴-۱۹ معیارهای ارزیابی خطای پیش‌بینی مدل‌ها |
| ۳۷۸..... | ۱-۱-۴-۱۹ معیار میانگین قدر مطلق خطا          |
| ۳۷۸..... | ۲-۱-۴-۱۹ معیار میانگین در صد خطا             |
| ۳۷۹..... | ۳-۱-۴-۱۹ ضریب تفسیری                         |
| ۳۷۹..... | ۴-۱-۴-۱۹ معیار میانگین جذور خطا              |
| ۳۷۹..... | ۲-۴-۱۹ مقایسه پیش‌بینی مدل‌ها                |
| ۳۸۰..... | ۱-۲-۴-۱۹ آماره F                             |
| ۳۸۱..... | ۲-۲-۴-۱۹ آزمون گرنجر- نیولند                 |
| ۳۸۱..... | ۳-۲-۴-۱۹ آزمون دیولند- ماریانو               |
| ۳۸۵..... | منابع                                        |