چشم‌انداز مدیریت مالی
شماره ۲۱ ـ بهار ۱۳۹۷
ص‌ص ۱۵۵ـ۱۳۳

طراحی مدل پیش‌بینی بازده بلندمدت سهام با شبیه‌سازی ناپارامتریک بازده اوراق بدهی

حسن قالیباف اصل*، رضا تهرانی، محمدرضا رستمی***، علیرضا سیری*****

چکیده

پیش‌بینی نرخ بازده سهام همواره یکی از مباحث مهم بازارهای مالی بوده و یکی از عوامل مهم سرمایه‌گذاری است. هدف اصلی این پژوهش، پیش‌بینی بازده اضافی سهام بر اساس داده‌های مبتنی بر اوراق بدهی و سایر متغیرهای اقتصادی و بازار سرمایه در ایران است. مدل ارائه‌شده بر رابطه غیرخطی میان مجموعه‌ای از متغیرهای کمّی تأکید دارد و مبنای ساختاربندی آن، مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک با به‌کارگیری هموارسازی موضعی و خطی هسته‌ای است، ابتدا متغیرهای تأثیرگذار بر نرخ بازده اوراق بدهی موردبررسی و شناسایی قرار گرفت و پس از شناخت متغیرهای تأثیرگذار در مرحله اول، مدل پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی ساختاربندی شد و مدل‌سازی بر اساس دو روش پیش‌بینی پارامتریک و ناپارامتریک نرخ بازده اوراق بدهی طراحی و ارائه شد. در ادامه به‌منظور تعیین عامل‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام، ساختاربندی مدل به‌صورت خطی پارامتریک و غیرخطی ناپارامتریک و با استفاده از نتایج سه گام مختلف و با رعایت معیار R_v^2 موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان می‌دهد در تمامی سه گام موردبررسی و بر اساس معیار R_v^2، نتایج اجرای مدل‌های مختلف بر اساس رویکرد ناپارامتریک بهتر از رویکرد پارامتریک عمل می‌کند.

کلیدواژه‌ها: هموارسازی موضعی خطی هسته‌ای؛ پیش‌بینی؛ بازده اضافی سهام؛ شبیه‌سازی ناپارامتریک؛ بازده اوراق بدهی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۲۷

* دانشیار، دانشگاه الزهرا.
** استاد، دانشگاه تهران.
*** استادیار، دانشگاه الزهرا.
**** دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).
E-mail: alireza.siyari@gmail.com

۱. مقدمه

پیش‌بینی نرخ بازده حقوق صاحبان سهام و صرف ریسک، سرفصل بسیاری از تحقیقات است. درواقع به‌واسطه پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام می‌توان به نرخ بازده موردانتظار سرمایه‌گذاران دست یافت. این نرخ از دیدگاه دیگر می‌تواند در تعیین نرخ تنزیل جریانات نقدی برای سنجش طرح‌های سرمایه‌گذاری یا ارزش‌گذاری بنگاه‌های اقتصادی مبنای استفاده باشد. تحقیقات اخیر درزمینه پیش‌بینی بازده‌های حقوق صاحبان سهام و صرف ریسک سهام نشان داده است که اثرات متقابل پویایی بین بازدهی سهام و اوراق بدهی مخصوصاً در بازه‌های زمانی بلندمدت وجود دارد. با توجه به وجود همبستگی بین بازده سهام و اوراق بدهی و اینکه پیش‌بینی ریسک و بازده اوراق بدهی به‌مراتب ساده‌تر از پیش‌بینی ریسک و بازده سهام است، می‌توان از پیش‌بینی بازده اوراق بدهی در مدل‌سازی به‌منظور پیش‌بینی بازده اضافی سهام استفاده کرد. سرآغاز تحقیقات در مورد پیش‌بینی بازده سهام با رگرسیون متغیرهای مستقل روی بازده سهام در دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و کاربرد نسبت‌های ارزش‌گذاری، آغازگر این روند تحقیقاتی در پیش‌بینی بازده سهام بودند؛ از سوی دیگر متغیرهای دیگر در ارتباط با نرخ بهره مانند نرخ بازده اوراق بدهی و متغیرهای کلان اقتصادی در این زمینه برای افزایش کارایی مدل پیش‌بینی در سال ۲۰۰۵ توسط راپچ و سال ۲۰۰۸ کامبل و تامپسون در این مدل‌ها لحاظ شدند. از طرف دیگر، یکنواختی در نسبت‌های مالی به‌عنوان متغیر کمکی یا به عبارت ساده‌تر ثابت و بی‌نوسان‌بودن آن در اغلب زمان‌ها، دلیل دیگر بر عدم کارایی مدل‌های تک‌مرحله‌ای پیش‌بینی یا ابتدایی در این دوره بود؛ بنابراین به سبب موارد برشمرده اجرای مدل دومرحله‌ای در تخمین نرخ بازده اضافی سهام به‌واسطه پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی از روش مدل رگرسیون هسته‌ای دستیابی به پیش‌بینی نزدیک به واقعیت را ممکن می‌سازد که این مسئله برای تصمیم‌گیری اقتصادی و سرمایه‌گذاری در افق بلندمدت بسیار کارساز خواهد بود.

این تحقیق درپی ترسیم دورنمای بلندمدت در پیش‌بینی است. در گام نخست به‌بررسی تأثیر متغیرهای موردنظر و انتخاب متغیرهای مستقل مطرح‌شده بر اساس روش رگرسیونی پیش‌رونده پرداخته شد و مقدار معیار R_v^2 برای هر یک از حالات محاسبه شد. در بررسی موردنظر جهت انتخاب متغیرهای مؤثر، متغیرها به‌صورت تک‌عاملی تا چندعاملی وارد مدل شده و در این گام از مدل ناپارامتریک هموارسازی خطی هسته‌ای نرمال به‌منظور تخمین مدل استفاده شد. در ادامه و پس از شناسایی و انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر نرخ بازده اوراق بدهی (BY)، نرخ بازده اوراق بدهی را بر اساس متغیرهای انتخاب‌شده پیش‌بینی‌شده است. در مرحله دوم از اجرای مدل موردنظر، پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام (ER) در سه حالت مختلف ارائه شد و در هر حالت به‌منظور تخمین مدل از روش هموارسازی موضعی و خطی هسته‌ای به‌عنوان رویکرد نا

پارامتریک و از مدل خطی به‌عنوان رویکرد پارامتریک استفاده شد. درنهایت در هر یک از سه حالت موردبررسی، بر اساس معیار R_v^2، نتایج موردبررسی قرار گرفت.

نتایج اجرای مدل دومرحله‌ای در سه حالت مختلف و با دو رویکرد پارامتریک و ناپارامتریک به‌منظور پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام نشان می‌دهد در تمامی سه حالت موردبررسی و بر اساس معیار R_v^2، نتایج اجرای مدل‌های مختلف بر اساس رویکرد ناپارامتریک بسیار بهتر از رویکرد پارامتریک عمل می‌کند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تحقیقات در مورد پیش‌بینی بازده سهام با رگرسیون متغیرهای مستقل روی بازده سهام در دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و کاربرد نسبت‌های ارزش‌گذاری، آغازگر این روند تحقیقاتی در پیش‌بینی بازده سهام بودند؛ از سوی دیگر متغیرهای دیگر در ارتباط با نرخ بهره مانند نرخ بازده اوراق بدهی و متغیرهای کلان اقتصادی در این زمینه برای افزایش کارایی مدل پیش‌بینی در سال ۲۰۰۵ توسط راپچ و سال ۲۰۰۸ کامبل و تامپسون در این مدل‌ها لحاظ شدند.

تحقیقات اخیر درزمینه پیش‌بینی بازده‌های حقوق صاحبان سهام و صرف ریسک سهام نشان داده است که اثرات متقابل پویایی بین بازدهی سهام و اوراق بدهی مخصوصاً در بازه‌های زمانی بلندمدت وجود دارد. با توجه به وجود همبستگی بین بازده سهام و اوراق بدهی و اینکه پیش‌بینی ریسک و بازده اوراق بدهی به‌مراتب ساده‌تر از پیش‌بینی ریسک و بازده سهام است، می‌توان از پیش‌بینی بازده اوراق بدهی در مدل‌سازی به‌منظور پیش‌بینی بازده اضافی سهام استفاده کرد.

ضرورت انجام این تحقیق ایجاد ارتباط چندگانه غیرخطی میان نرخ بازده اضافی سهام و اوراق بدهی است. داده‌های آماری به‌کاربرده‌شده در این مدل‌ها به‌واسطه بلندمدت‌بودن بازه زمانی، محدود است. بر این اساس اریب‌بودن داده‌های پیش‌بینی‌شده اهمیت خاصی دارد. بایکر و همکاران (۲۰۱۲) و گایلن و همکاران (۲۰۱۳) و سایر تحقیقات تأکید بر استفاده از داده‌ها با بازه زمانی بلندمدت داشتند که مؤید بهینه‌تربودن نتایج آن نسبت به بازه زمانی کوتاه‌مدت است. از سوی دیگر، یکنواختی در نسبت‌های مالی به‌عنوان متغیر کمکی یا به عبارت ساده‌تر ثابت و بی‌نوسان‌بودن آن در اغلب زمان‌ها، دلیل دیگر بر عدم کارایی مدل‌های تک‌مرحله‌ای پیش‌بینی یا ابتدایی در این دوره بود؛ بنابراین به سبب موارد برشمرده اجرای مدل دومرحله‌ای در تخمین نرخ بازده اضافی سهام به‌واسطه پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی از روش مدل رگرسیون هسته‌ای دستیابی به پیش‌بینی نزدیک به واقعیت را ممکن می‌سازد که این مسئله برای تصمیم‌گیری اقتصادی و سرمایه‌گذاری در افق بلندمدت بسیار کارساز خواهد بود.

در ادامه این بخش بررسی پیشینه تحقیق درزمینه پیش‌بینی صرف ریسک سهام و همچنین استفاده از بازده اوراق بدهی در پیش‌بینی بازده اضافی سهام موردبررسی قرار خواهد گرفت.

در حوزه پیش‌بینی نرخ بازده انواع اوراق بهادار در بازار پول و سرمایه تحقیقات زیادی صورت گرفته است که در بیشتر موارد به بحث و تبادل‌نظر میان محققان تبدیل شده است.

در ایران در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی درباره روابط بین متغیرهای مالی و بازده سهام صورت گرفته است که اهم آنها به شرح زیر است:

در سال (۱۳۸۷) تحقیقی توسط ایوانی با عنوان «بررسی رابطه بین بازده سهام عادی و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران» انجام شد. نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین بازده سهام و این نسبت وجود ندارد و فرضیه تحقیق رد شد.

در تحقیقی ودیعی و حسینی در سال ۱۳۹۱ به‌بررسی رابطه معیارهای ارزیابی عملکرد و بازده غیرعادی سهام با استفاده از نسبت‌های اهرمی، نقدینگی، ارزشیابی، سودآوری و فعالیت پرداختند و به این نتیجه رسیدند رابطه معناداری بین این نسبت‌ها و بازده سهام وجود دارد.

همچنین در تحقیقی دیگر مقدم و همکاران (۱۳۹۳) به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های بازار شامل نسبت قیمت بازار به سود هر سهم، قیمت بازار به ارزش دفتری، قیمت بازار به قیمت فروش و سود هر سهم در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت و به این نتیجه رسید بین تمام نسبت‌های یادشده با بازده سهام پیش‌بینی‌شده رابطه معنی‌داری وجود دارد.

در ادامه به‌بررسی پژوهش‌های خارجی در حوزه پیش‌بینی بازده سهام پرداخته‌شد:

کیم و استامباغ (۱۹۸۶) پیش‌بینی بازده سهام و اوراق را بررسی کردند. آنها این‌طور بیان کردند که متغیرهای مالی که سهام و اوراق را قیمت‌گذاری می‌کنند می‌توانند بازده سهام عادی شرکت‌ها با اندازه متفاوت را پیش‌بینی کنند.

بوسارت و هیلین (۱۹۹۹) مدل‌هایی جهت پیش‌بینی بازده اضافی سهم بر مبنای داده‌های بین‌المللی پیاده کردند تا بهترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده (همانند نسبت قیمت به درآمد، سود سهام، نرخ بهره کوتاه‌مدت) بازده اضافی سهم را تعیین کنند. درمجموع به این نتیجه رسیدند که بازده اضافی سهم می‌تواند پیش‌بینی شود و همچنین به این شواهد رسیدندکه توانایی پیش‌بینی خارج از نمونه در حد صفر است.

ولف (۲۰۰۱) مسئله اینکه بازده سهام را می‌توان با سود سهام پیش‌بینی کرد را با روش آماری جدیدی بررسی کرد. او نتیجه گرفت که شواهد قانع‌کننده‌ای برای پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از سود سهام وجود ندارد.

اولسن و موسمن (۲۰۰۳) طی تحقیقی پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های مالی را بررسی کردند. در این تحقیق از مدل شبکه‌های عصبی و روش حداقل مربعات معمولی برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده کردند. نتایج نشان داد روش شبکه‌های عصبی نسبت به سایر روش‌های پیش‌بینی نتایج قابل‌قبول‌تری ارائه داده است و خطای پیش‌بینی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است.

انگ و بیکارت (۲۰۰۶) در پژوهش خود به‌بررسی قدرت پیش‌بینی بازده سود تقسیمی برای پیش‌بینی بازده اضافی سهام، جریان نقدی و نرخ بهره پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد بازده سود تقسیمی فقط در افق زمانی کوتاه‌مدت و با نرخ‌های کوتاه‌مدت، قدرت پیش‌بینی بالایی برای بازده اضافی سهام دارد و در افق زمانی بلندمدت قدرت پیش‌بینی ندارد.

گویال و ولچ (۲۰۰۸) در تحقیق خود نتوانستند قدرت پیش‌بینی مدل‌های ناپارامتریک را در پیش‌بینی بازده اضافی سهام نسبت به میانگین تاریخی ثابت کنند.

کمپل و تامسون (۲۰۰۸) در مطالعه خود برخلاف تحقیق گویال و ولچ (۲۰۰۸) که نتوانستند قدرت پیش‌بینی مدل‌های ناپارامتریک را در پیش‌بینی بازده اضافی سهام نسبت به میانگین تاریخی ثابت کنند، اظهار داشتند که بسیاری از مدل‌های رگرسیونی می‌توانند بهتر از میانگین تاریخی بازدهی عمل کنند.

در تحقیق دیگری راپاچ و همکاران (۲۰۰۵) به‌بررسی پیش‌بینی‌پذیری بازده اضافی سهام با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی در دوازده کشور صنعتی پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، متغیر نرخ بهره بیش‌ترین قدرت پیش‌بینی بازده اضافی در کشورهای موردبررسی را دارد.
الیوت و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود یک مدل جدید برمبنای ترکیب پیش‌بینی‌های خطی بر اساس رگرسیون‌های زیرمجموعه[۱] به‌منظور پیش‌بینی بازده اضافی سهام پیشنهاد کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ترکیب‌های رگرسیون‌های زیرمجموعه می‌تواند منجر به‌دقت بالاتر پیش‌بینی‌ها نسبت به روش‌های مرسوم و پیش‌بینی بر اساس وزن‌های برابر باشد.

اسنس (۲۰۰۳) به‌بررسی ارتباطات بین بازار سهام و بازار بدهی با استفاده از مدل‌های فید و تحلیل رفتاری سرمایه‌گذاران در این بازارها پرداخت. وی معتقد است ارتباط بین بازار بدهی و بازار سهام پیچیده‌تر از آن است که با مدل فید توضیح داده شود.

ایلمانن (۲۰۰۳) در مقاله خود به‌بررسی همبستگی بازده سهام و اوراق ایالت متحده آمریکا طی سال‌های ۱۹۲۹ تا ۲۰۰۱ پرداخت. شواهد نشان داده است طی این سال‌ها بازده سهام و اوراق همبستگی مثبتی داشتند؛ اما در سه دوره ۱۹۳۲–۱۹۲۹ و ۱۹۶۵–۱۹۵۶ و ۲۰۰۲–۱۹۹۸

---

۱. Subset Regressions

همبستگی آن‌ها منفی بوده است. او در تحقیق خود به‌بررسی دلایل همبستگی مثبت و منفی پرداخت.

بائو و کوی (۲۰۱۴) در مقاله خود از نسبت پوشش ریسک برای بررسی ارتباط بازده اوراق قرضه شرکتی و سهام استفاده کردند تا به‌طور تجربی به آزمون هم‌حرکتی بین آن دو بپردازند. نتیجه کلی پژوهش آنها این بوده است که تفاوت زیادی بین هم‌حرکتی اوراق و سهام وجود دارد. گایدلین و تیمرمن (۲۰۰۶) در مطالعه خود با استفاده از مدل‌های رگرسیون ناپارامتری به‌بررسی مدل‌های اقتصادی برای بررسی توزیع مشترک بازده‌های سهام و اوراق بدهی در شرایط وجود تغییر رژیم پویا[۱] پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد مدل‌های ساده دو یا سه حالته پویایی بین بازدهی سهام و اوراق بدهی را به‌خوبی نشان می‌دهد.

مک‌میلان (۲۰۰۷) در مطالعه خود با استفاده از مدل‌های غیرخطی ناپارامتریک به تخمین بازده اضافی حقوق صاحبان سهام پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدل انتقال هموار لجستیک[۲] برای چهار بازار سهام موردبررسی مدل مناسبی است؛ همچنین بر اساس پیش‌بینی‌های خارج از نمونه نیز این مدل عملکرد بهتری در پیش‌بینی نسبت به مدل خودرگرسیو انتقال هموار لجستیک[۳]نشان می‌دهد.

شولز و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود با استفاده از تکنیک‌های ناپارامتریک و نیمه‌پارامتریک[۴] و به‌کارگیری آزمون‌های خود راه‌انداز ساده به پیش‌بینی‌های بهتری در مورد صرف ریسک سهام دست یافتند. آنها با استفاده از معیار R^2 تأییدشده[۵] به ارزیابی مدل خود در حالت خارج از نمونه[۶] پرداختند و مشاهده کردند با استفاده از داده‌های بورس آمریکا نتایج آنها ۳۵ درصد بهتر از مطالعات قبلی بوده است.

اسلانیدیس و کریستیانسن (۲۰۱۲) در تحقیق خود به‌بررسی تغییر زمان در همبستگی بین سهام و اوراق بدهی با استفاده از داده‌های با فرکانس بالا[۷] پرداختند. آنها به‌منظور بررسی این همبستگی از مدل رگرسیون غیرخطی انتقال هموار (STR) استفاده کردند. آنها با تحلیل داده‌ها در حالت خارج از نمونه و داخل نمونه دریافتند که رژیم‌ها در مدل به‌طور سیستماتیکی به حرکت‌ها در متغیرهای مالی و انتقالات متغیرهای کلان اقتصادی بستگی دارد.

---

۱. Dynamic Regime Changes
۲. Logistic Smooth-Transition Model
۳. Logistic Smooth-Transition Autoregressive Model
٤. Semiparametric
٥. Validated R^2
٦. Out-Of Sample
۷. High Frequency Data

شولز و همکاران (۲۰۱۶) به‌منظور پیش‌بینی صرف ریسک سهام، با رویکردی بلندمدت و واقعی به‌بررسی ارتباطات غیرخطی بین مجموعه‌ای از متغیرهای کمکی[۱] پرداختند. آنها برای تخمین مدل ناپارامتریک خود از رگرسیون هسته خطی موضعی استاندارد استفاده کردند و همچنین از معیار R^2 برای انتخاب بهترین مدل و پهنای باند[۲] استفاده کردند. نتایج آزمون خودگردان‌ساز[۳] در تحقیق آنها، درستی پیش‌بینی بازده موردانتظار سالانه شاخص S&P۵۰۰ را تأیید کرد.

لی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود با اعمال یک سری محدودیت‌های مثبت در میانگین تاریخی محلی[۴] (LHA) در چارچوب رگرسیون هسته ناپارامتریک، به پیش‌بینی و تخمین صرف ریسک سهام پرداختند. آنها همچنین مدل تک شاخص نیمه‌پارامتریک را به‌منظور استفاده از چندین پیش‌بینی‌کننده توسعه دادند. آنها با اجرای مدل خود در تخمین صرف ریسک سهام در بورس آمریکا مشاهده کردند، به‌کارگیری LHA و اعمال محدودیت‌های مثبت به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای پیش‌بینی را در حالت خارج از نمونه بهبود می‌دهد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام است. این مدل بر رابطه غیرخطی میان مجموعه‌ای از متغیرهای کمی تأکید دارد و مبنای ساختاربندی آن، مدل‌های پارامتریک و ناپارامتریک با به‌کارگیری هموارسازی موضعی و خطی هسته‌ای است؛ بنابراین در گام نخست باید متغیرهای تأثیرگذار بر نرخ بازده اوراق بدهی را شناخت. پس از شناخت متغیرهای تأثیرگذار در مرحله اول، مدل پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی ساختاربندی می‌شود. این مدل‌سازی بر اساس دو روش پیش‌بینی پارامتریک و ناپارامتریک نرخ بازده اوراق بدهی طراحی‌شده است. در ادامه، ساختاربندی مدل خطی پارامتریک و غیرخطی ناپارامتریک پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام در دو حالت انجام خواهد شد.

پایان این تحقیق باید منتج به مدلی شود که مهم‌ترین عامل‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی بهتر نرخ بازده اضافی را با رعایت معیار R_v^2 ساختاربندی نماید. این دسته از عامل‌ها مبتنی بر داده‌های حاصل از پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی از مرحله اول و کاربرد این داده‌های تولیدشده مبتنی بر هر عامل در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام است.

داده‌های به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق به‌منظور پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام، به دو حوزه بازار پول و سرمایه تقسیم‌بندی می‌شود. در حوزه بازار پول، داده‌های مربوط به نرخ تورم

---

۱. Covariates
۲. Bandwitch
۳. Simple Bootstrap
۴. Local Historical Average

نقطه‌به‌نقطه، نرخ رشد نقدینگی و نرخ بهره بین‌بانکی از مرجع رسمی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و در حوزه بازار سرمایه، داده‌های مربوط به بازده وزنی اوراق بدهی، بازده سالانه اسناد خزانه اسلامی (به‌عنوان نرخ بهره کوتاه‌مدت)، میانگین وزنی بازده‌ای سالانه صندوق‌ها (به‌عنوان نرخ بهره بلندمدت)، بازده شاخص قیمت (وزنی- ارزشی) (به‌عنوان بازدهی سهام)، بازده اضافی سهام (به‌صورت بازده شاخص کل منهای نرخ بهره کوتاه‌مدت) از تارنمای رسمی سازمان بورس و اوراق بهادار، تارنمای شرکت بورس و اوراق بهادار تهران و تارنمای شرکت فرابورس ایران گردآوری شده است. در این تحقیق از داده‌های ماهانه در بازه زمانی ۱۳۹۴/۰۱/۳۱ تا ۱۳۹۶/۰۳/۳۱ به‌منظور پیاده‌سازی مدل استفاده شده‌است.

این پژوهش بر اساس یافته‌های پژوهش نیلسون و اسپرلیچ (۲۰۰۳) که پیشرفت قابل‌توجهی در پیش‌بینی بازده اضافی سهام با استفاده از تکنیک‌های هموارسازی غیرخطی ایجاد کرد، بر بررسی ارتباطات غیرخطی بین مجموعه‌ای از متغیرهای وابسته[۱] و بازده اوراق بدهی همان سال تمرکز کرده است. در این پژوهش به‌منظور تخمین مدل ناپارامتریک از روش هموارسازی هسته‌ای خطی موضعی[۲] و برای تعیین آستانه‌ها و همچنین اندازه‌گیری کیفیت پیش‌بینی‌ها، از روش اعتبارسنجی متقارن[۳] استفاده شده است. درواقع، برای اعتبارسنجی و مقایسه مدل‌ها از نسخه عمومی‌شده R اعتباری استفاده شده است که نخستین بار توسط نیلسون و اسپرلیچ (۲۰۰۳) مطرح شد. با استفاده از این روش می‌توان به مقایسه مستقیم مدل پیشنهادشده با میانگین‌های تاریخی پرداخت.

مشکل آشکار این است که بازده جاری اوراق[۴] نامعلوم است، برای رفع این مشکل در نخستین مرحله به پیش‌بینی آن با به‌کارگیری مدل‌های تماماً ناپارامتریک و استفاده از روش هموارسازی موضعی و خطی هسته‌ای پرداخته می‌شود.

حال این سؤال مطرح می‌شود که چرا لازم است پیش‌بینی‌ها در یک فرآیند دو مرحله‌ای انجام شود. مشکل این است که این‌چنین مدلی از مشکل پیچیدگی و ابعاد در چندین جهت رنج می‌برد: تعداد بعد متغیرهای کمی، مسئله بیش برازش‌های[۵] ممکن و همچنین مسئله تفسیرپذیری[۶] در مدل‌های ناپارامتریک این مسئله رایج بوده و ساختار مدل به‌گونه‌ای است که به روشی مناسب مشکلات مطرح‌شده را برطرف خواهد کرد. علاوه‌براین، پارک و همکاران (۱۹۹۷)

---

۱. Covariates
۲. Local-Linear Kernel Smoother
۳. Cross Validation
٤. Current Bond Yield
٥. Over-Fitting
٦. Interpretability

نشان دادند که تبدیلات مناسب در فرآیند پیش‌بینی می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در پیش‌بینی نا پارامتریک ایجاد کند.
در این پژوهش بازده مازاد سهام به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$S_t = \log\{(P_t + D_t)/P_{t-1}\} - r_{t-1}$$ رابطه (۱)

که در آن D_t نشان‌دهنده بازده نقدی در طی سال t، P_t قیمت سهام در پایان سال t و r_t نشان‌دهنده نرخ بهره کوتاه‌مدت است که $r_t = \log(1 + R_t/100)$ با استفاده از تنزیل نرخ R_t به‌دست می‌آید.

در این پژوهش، بر پیش‌بینی‌ها در افق زمانی یک‌ماهه تمرکز شده است؛ البته برای دوره‌های زمانی طولانی‌تر می‌توان به‌سادگی با درنظرگرفتن بازده مازاد سهام زمان t برای T سال بعد به‌صورت $Y_t = \sum_{i=0}^{T-1} S_{t+i}$ در نظر گرفت.

با توجه به مطالب مطرح‌شده، از بازده اوراق در ماه‌های یکسان در قالب رگرسیون تکی و چندگانه با به‌کارگیری متغیرهای کمی با طول وقفه‌های متفاوت در مدل استفاده شده‌است.

$$Y_t = g\left(\hat{b}_t, v_{t-1}\right) + \varepsilon_t$$ رابطه (۲)

که در آن g یک تابع نامعلوم، $\hat{b}_t$ بازده اوراق تولیدشده و v_{t-1} بردار متغیرهای مستقل اضافی[1] و ε_t عبارت خطاست. باید توجه داشت که $\hat{b}_t$ خود می‌تواند یک رگرسیون چندبعدی باشد که شامل عناصری از گذشته و مقادیری برای وابستگی بلندمدت باشد.

$\hat{b}_t$ به‌صورت بازده اوراق تولیدشده درنظر گرفته شده‌است؛ همچنین در راستای مطالعه الینگ (۲۰۱۴) هیچ فرضی روی بازده دارایی‌ها وجود ندارد. همان‌طور که اشاره شد مشکلی که اتفاق می‌افتد این است که بازده جاری اوراق بدهی نامعلوم است؛ بنابراین باید آنها را در مرحله قبل پیش‌بینی کرد. بدین منظور بازده اوراق با مدل تماماً نا پارامتریک زیر به‌دست می‌آید.

$$b_t = p(w_{t-1}) + \zeta_t$$ رابطه (۳)

که در آن p تابع نامشخص، w_{t-1} بردار متغیرهای توضیحی مانند نرخ بهره، نرخ بازده کوتاه‌مدت و یا بازده‌های اوراق و ζ_t بیانگر خطاست.

---

۱. Further Regressors

استفاده از مدل خودرگرسیو مرتبه اول برای مدل فوق مناسب به نظر می‌رسد، لازم به ذکر است هر دو مدل (۲) و (۳) با مدل هموارسازی هسته‌ای خطی موضعی با استفاده از اعتبارسنجی متقابل تخمین زده خواهند شد.

برای انتخاب آستانه مناسب عموماً دو روش وجود دارد. در روش اول می‌توان برای هر مدل به‌صورت جداگانه عمل کرد و سپس به تعیین بهترین آنها بر اساس معیار R_v^2 برای تعیین مدل اوراق بدهی پرداخت و سپس، از آن در مرحله دوم استفاده کرد. روش دیگر انتخاب آستانه مناسب در دو مرحله مطابق با بهترین R_v^2 برای پیش‌بینی بازده سهام می‌باشد.

گام‌های اجرای مدل. در گام اول متغیرهای تأثیرگذار بر روی نرخ بازده اوراق بدهی از بین متغیرهای زیر تعیین می‌شود:

ـ نرخ تورم
ـ نرخ بهره بین‌بانکی
ـ نرخ رشد نقدینگی
ـ نرخ بازده کوتاه‌مدت
ـ نرخ بازده بلندمدت
ـ نرخ بازده شاخص بورس و فرابورس
ـ نرخ بازده قیمت سهام
ـ نرخ بازده نقدی سهام

در گام بعدی و پس از تعیین متغیرهای تأثیرگذار از میان متغیرهای فوق، نرخ بازده اوراق بدهی به‌واسطه معادله (۲) پیش‌بینی می‌شود. این پیش‌بینی به دو صورت خطی پارامتریک و غیرخطی ناپارامتریک است که مدل ناپارامتریک به‌کارگرفته‌شده، رگرسیون هسته‌ای خواهد بود. همان‌طور که بیان شد، روش ارزیابی مدل‌ها، در این پژوهش R_v^2 است. با تعیین معیار R_v^2 باید در گام بعد به سبب افزایش قدرت پیش‌بینی مدل، اثر متقابل متغیرهای مذکور نسبت به یکدیگر نیز سنجیده شود. در این گام، متغیرها به‌صورت تک عامل و چندعاملی وارد مدل می‌شوند و پس از هر بازنگری و تجدید ساختار مدل، معیار R_v^2 محاسبه می‌شود. این رویکرد باید همراه با افزایش درجه R_v^2 باشد.

در مرحله بعدی در سه حالت نرخ بازده اضافی سهام بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی و متغیرهای عنوان‌شده پیش‌بینی می‌شود. این سه حالت به شرح زیر است:

حالت اول. نرخ بازده اضافی سهام بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی و متغیرهای تعیین‌شده به‌صورت تک‌عامل تا چندعاملی پیش‌بینی می‌شود. روش پیش‌بینی داده‌ها مبتنی بر استفاده از داده‌های واقعی با یک دوره وقفه زمانی است (معادله (۴). در این گام هدف مقایسه روش پارامتریک و ناپارامتریک بر اساس معیار R_v^2 است.

$$Y_t = g(v_{t-1}) + \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۴)}$$

حالت دوم. در این مرحله مانند حالت اول نرخ بازده اضافی سهام بر اساس داده‌های تولیدشده بازده اوراق بدهی برحسب هرکدام از متغیرها در مدل پیش‌بینی استفاده می‌شود (معادله(۵). تفاوت این حالت نسبت به حالت اول، استفاده از داده‌های پیش‌بینی‌شده در ساختاربندی مدل است.

$$Y_t = g(\hat{b}_t) + \varepsilon_t \ \ with \ \ b_t = \ p(v_{t-1}) + \zeta_t \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این حالت نیز به مانند حالت اول معیار R_v^2، تعیین‌کننده کارایی این مدل نسبت به مدل قبلی (رابطه ۴) است.

حالت سوم. در این حالت، داده‌های حاصل از پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی برحسب هرکدام از متغیرها در کنار داده‌های خود متغیر با یک وقفه زمانی در مدل به‌کار گرفته شده است. نرخ بازده اضافی بر اساس داده‌های پیش‌بینی‌شده و داده‌های واقعی متغیرها شبیه‌سازی می‌شود (رابطه (۶):

$$Y_t = g(\hat{b}_t, v_{t-1}) + \varepsilon_t \ \ with \ \ b_t = \ p(v_{t-1}) + \zeta_t \quad \text{رابطه (۶)}$$

٤. تحلیل داده‌ها

در جدول ۱، خلاصه آمار توصیفی متغیرهای موردبررسی پژوهش در بازه زمانی ۱۳۹۴/۰۱/۳۱ تا ۱۳۹۶/۰۳/۳۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. خلاصه آمار توصیفی متغیرهای موردبررسی

پارامتر	بازده اوراق بدهی (BY)	نرخ بهره کوتاه‌مدت (r)	نرخ بهره بلندمدت (L)	بازدهی سهام (S)	بازده اضافی سهام (ER)	نرخ تورم (I)	نرخ بهره بین‌بانکی (IB)	نرخ رشد نقدینگی (GL)
میانه	۲۱/۹۹	۲۳/۱۸	۲۱/۶۸	۳/۷۸–	۱۶/۳۲–	۱۰/۵۰	۲۰/۰۰	۱/۹۸
بیشینه	۲۴/۱۳	۲۵/۹۰	۲۳/۳۲	۱۷/۷۲	۶/۹۶	۱۵/۶۰	۲۸/۰۳	۴/۲۴
کمینه	۲۰/۲۵	۱۹/۹۸	۱۹/۸۳	۲۷/۱۱–	۴۱/۹۶–	۸/۶۰	۱۷/۵۰	۰/۴۵
انحراف‌معیار	۰/۹۶	۱/۷۸	۱/۰۸	۱۴/۶۱	۱۷/۰۳	۲/۷۶	۳/۵۴	۰/۷۹
چولگی	۰/۰۹–	۰/۲۰–	۰/۰۴	۰/۱۷–	۰/۰۵–	۰/۳۵	۰/۶۳	۰/۶۹
کشیدگی	۲/۶۹	۱/۸۵	۱/۷۸	۱/۵۴	۱/۴۷	۱/۴۴	۱/۷۷	۴/۴۳
آزمون Jurque-Bera	۰/۱۵	۱/۶۸	۱/۶۹	۲/۵۳	۲/۶۵	۳/۲۹	۳/۴۹	۴/۱۶
P-Value J-B	۰/۹۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۲
تعداد مشاهده‌ها	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷

نتایج استفاده از آزمون جارک- برا نشان می‌دهد بازدهی ماهیانه هیچ‌یک از متغیرهای موردبررسی توزیع نرمال ندارند. ضریب همبستگی پیرسون[۱] بین متغیرهای موردبررسی در بازه زمانی ۱۳۹۴/۰۱/۳۱ تا ۱۳۹۶/۰۳/۳۱ در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بازده اوراق بدهی بیش‌ترین همبستگی مثبت را با نرخ بهره کوتاه‌مدت و نرخ بهره بلندمدت دارد. از طرفی نرخ بازده اوراق بدهی بیش‌ترین همبستگی منفی را با بازده اضافی سهام‌دار است.

از دیگر نکات قابل‌توجه در نتایج جدول ۲، می‌توان به همبستگی مثبت بالای نرخ بهره کوتاه‌مدت با نرخ تورم و نرخ بهره بین‌بانکی اشاره کرد. از طرفی خود تورم همبستگی مثبت بالا با نرخ بهره بین‌بانکی و همبستگی منفی بالایی با نرخ بازده اضافی سهام دارد.

۱. Pearson Correlation Coefficient

جدول ۲. ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای موردبررسی

ضرایب همبستگی	بازده اوراق بدهی (BY)	نرخ بهره کوتاه‌مدت (r)	نرخ بهره بلندمدت (L)	نرخ تورم (I)	نرخ بهره بین‌بانکی (IB)	نرخ رشد نقدینگی (GL)	بازدهی سهام (S)	بازده اضافی سهام (ER)
بازده اوراق بدهی (BY)	۱	۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۲۹	-۰/۰۴	۰/۱۸	-۰/۱۶	-۰/۲۰
نرخ بهره کوتاه‌مدت (r)		۱	۰/۰۲	۰/۶۹	۰/۶۷	-۰/۰۱	-۰/۵۹	-۰/۶۵
نرخ بهره بلندمدت (L)			۱	۰/۰۰	-۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۲۲
نرخ تورم (I)				۱	۰/۸۴	۰/۰۹	-۰/۸۰	-۰/۷۸
نرخ بهره بین‌بانکی (IB)					۱	-۰/۰۷	-۰/۷۸	-۰/۸۰
نرخ رشد نقدینگی (GL)						۱	۰/۰۶	۰/۰۷
بازدهی سهام (S)							۱	۰/۹۹
بازده اضافی سهام (ER)								۱

گام اول اجرای مدل: انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر روی نرخ بازده اوراق بدهی

در این مرحله، متغیر نرخ بازده اوراق بدهی (BY) متغیر وابسته و شش متغیر دیگر یعنی نرخ تورم نقطه‌به‌نقطه (I)، نرخ رشد نقدینگی (GI)، نرخ بهره بین‌بانکی (IB)، نرخ بهره کوتاه‌مدت (r)، نرخ بهره بلندمدت (L) و بازدهی سهام (S)، متغیرهای مستقل هستند.

در جدول ۳، نتایج مربوط به اجرای گام اول یعنی انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر نرخ بازده اوراق بدهی برای متغیرهای موردبررسی بر مبنای روش رگرسیونی پیش‌رونده و مقادیر معیار R_v^2 مربوط به آنها نشان داده شده است.

جدول ۳. مقادیر معیار R_v^2 در بررسی تأثیر متغیرها روی متغیر نرخ بازده اوراق بدهی (BY)

متغیرهای مستقل	مقدار معیار R_v^2	متغیرهای مستقل	مقدار معیار R_v^2
S	-۲۸/۳۴	S, I, r	-۱۷/۶۴
GL	-۲۸/۴۴	S, L, r	-۱۱/۹۷
IB	-۲۸/۲۱	GL, IB, I	-۱۱/۰۵
I	-۲۶/۴۵	GL, IB, L	-۲۴/۱۱
L	-۲۲/۲۶	GL, IB, r	-۶/۸۱
R	-۱۷/۴۰	GL, I, L	-۲۲/۱۹
S, GL	-۳۰/۴۳	GL, I, r	-۱۷/۸۸
S, IB	-۲۷/۹۳	IB, I, L	-۲۰/۹۴
S, I	-۳۰/۱۷	IB, I, r	-۳/۵۵
S, L	-۲۲/۲۸	I, L, r	-۱۲/۸۴
S, r	-۱۶/۵۴	S, GL, I, IB	-۲۳/۶۰
GL, IB	-۲۹/۸۳	S, GL, L, IB	-۲۴/۹۵
GL, I	-۲۸/۲۱	S, GL, r, IB	-۶/۷۷
GL, L	-۲۳/۲۰	S, I, r, IB	-۳/۹۱
GL, r	-۱۹/۰۰	S, IB, I, L	-۲۳/۸۳
IB, I	-۲۰/۳۳	S, I, GL, L	-۲۶/۱۵
IB, L	-۲۲/۸۷	r, L, I, GL	-۱۴/۱۳
IB, r	-۶/۷۲	r, L, IB, GL	۶/۲۸
I, L	-۲۱/۵۹	r, L, I, S	-۱۵/۴۱
I, r	-۱۶/۴۶	r, L, IB, S	-۵/۵۷
L, r	-۱۲/۴۳	r, L, IB, I	-۳/۷۱
S, GL, IB	-۳۰/۷۴	r, I, IB, GL	-۳/۷۸
S, GL, I	-۳۱/۵۲	L, IB, I, GL	-۲۲/۲۱
S, GL, L	-۲۳/۸۹	S, GL, I, r	-۱۸/۸۹
S, GL, r	-۱۷/۲۹	GL, L, S, r	-۱۳/۲۹
S, IB, I	-۲۲/۸۵	S, GL, IB, I, L	-۲۵/۲۶
S, IB, L	-۲۳/۲۲	S, GL, IB, I, r	-۴/۱۲
S, IB, r	-۶/۵۰	GL, IB, I, L, r	-۴/۰۲
S, I, L	-۲۴/۳۱	S, IB, I, L, r	-۵/۰۰
IB, L, r	-۵/۸۳	S, GL, I, L, r	-۱۶/۶۶
GL, L, r	-۱۳/۸۵	S, L, GL, IB, r	-۶/۰۹

براساس جدول ۳، روش رگرسیونی پیش‌رونده، سه متغیر نرخ تورم نقطه به نقطه (I)، نرخ بهره بین‌بانکی (IB) و نرخ بهره کوتاه‌مدت (r) با مقدار R_v^2 برابر ۳/۵۵-، بیش‌ترین تأثیر را در

پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی (BY) دارند؛ بنابراین از این سه متغیر انتخاب‌شده برای اجرای گام‌های بعدی مدل استفاده خواهد شد.

پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی. در این مرحله و پس از شناسایی و انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر نرخ بازده اوراق بدهی (BY)، نرخ بازده اوراق بدهی را براساس متغیرهای انتخاب‌شده پیش‌بینی می‌شوند. همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد، در گام دوم از اجرای مدل، در دو مورد از سناریوهای موردبررسی از مقادیر تخمین زده‌شده برای نرخ بازده اوراق بدهی (CBY[۱]) در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام استفاده خواهد شد؛ بنابراین در این قسمت به پیش‌بینی نرخ بازده اوراق بدهی بر اساس رابطه $CBY = p(w_{t-۱}) + \varepsilon_t$ پرداخته‌می‌شود.
در این رابطه p تابع نامعلوم، CBY نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده و $w_{t-۱}$ متغیرهای انتخاب‌شده یعنی سه متغیر نرخ تورم نقطه به نقطه (I)، نرخ بهره بین‌بانکی (IB) و نرخ بهره کوتاه‌مدت (r) هستند. در جدول ۴، مقدار $R_v^۲$ برای تخمین رابطه بین متغیر BY و تمام ترکیب-های سه متغیر مستقل r، IB و I با استفاده از روش پارامتریک خطی و ناپارامتریک هموارسازی خطی هسته‌ای نرمال نشان داده شده است.

جدول ۴. مقدار $R_v^۲$ در دو حالت پارامتریک و ناپارامتریک برای رابطه بین نرخ بازده اوراق بدهی واقعی (BY) و متغیرهای I، IB و r

w_t	IB	I	r	IB, I	IB, r	I, r	IB, r, I
پارامتریک	−۲۸/۲۱	−۲۶/۴۶	−۱۷/۴۰	−۲۷/۹۰	−۲۷/۴۱	−۲۳/۰۶	−۲۶/۸۸
ناپارامتریک	۰/۰۸	−۱/۵۸	−۰/۵۰	−۱/۰۴	−۱/۳۶	−۱/۳۶	−۱/۵۷

براساس جدول ۴، مقدار $R_v^۲$ در تمامی حالات برای روش ناپارامتریک بسیار بهتر از روش پارامتریک است؛ بنابراین در ادامه در تخمین مقدار بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) از روش ناپارامتریک برای ساخت این متغیر استفاده می‌شود.

در ادامه، نتایج تخمین نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) با استفاده از روش نا پارامتریک هموارسازی خطی هسته‌ای نرمال در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. مقادیر نرخ بازده اوراق بدهی واقعی و پیش‌بینی‌شده

۱. Constructed Bond Yield

	نرخ بازده اوراق بدهی واقعی (BY)	نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY)
۱۳۹۴/۱	۲۱/۷۱	۲۰/۴۷
۱۳۹۴/۲	۲۱/۷۸	۲۰/۴۷
۱۳۹۴/۳	۲۱/۶۶	۲۰/۷۲
۱۳۹۴/۴	۲۱/۸۰	۲۰/۷۴
۱۳۹۴/۵	۲۲/۱۳	۲۰/۹۵
۱۳۹۴/۶	۲۲/۱۱	۲۱/۷۵
۱۳۹۴/۷	۲۲/۷۵	۲۲/۱۲
۱۳۹۴/۸	۲۲/۹۴	۲۲/۱۷
۱۳۹۴/۹	۲۲/۶۷	۲۲/۱۷
۱۳۹۴/۱۰	۲۲/۹۷	۲۲/۱۷
۱۳۹۴/۱۱	۲۴/۱۳	۲۲/۱۶
۱۳۹۴/۱۲	۲۳/۲۹	۲۲/۲۱
۱۳۹۵/۱	۲۲/۸۳	۲۲/۶۰
۱۳۹۵/۲	۲۲/۹۰	۲۲/۶۱
۱۳۹۵/۳	۲۱/۰۷	۲۲/۶۱
۱۳۹۵/۴	۲۰/۶۸	۲۲/۶۱
۱۳۹۵/۵	۲۰/۲۵	۲۲/۵۶
۱۳۹۵/۶	۲۰/۲۶	۲۲/۲۸
۱۳۹۵/۷	۲۰/۶۳	۲۲/۲۹
۱۳۹۵/۸	۲۱/۷۰	۲۲/۲۹
۱۳۹۵/۹	۲۲/۰۸	۲۲/۳۴
۱۳۹۵/۱۰	۲۲/۴۸	۲۲/۳۶
۱۳۹۵/۱۱	۲۳/۴۶	۲۲/۴۲
۱۳۹۵/۱۲	۲۱/۸۴	۲۲/۴۳
۱۳۹۶/۱	۲۱/۹۲	۲۲/۵۴
۱۳۹۶/۲	۲۱/۹۹	۲۲/۶۷
۱۳۹۶/۳	۲۱/۶۳	۲۲/۶۶

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در فاصله زمانی فروردین‌ماه ۱۳۹۴ تا فروردین‌ماه ۱۳۹۵ نرخ بازده اوراق بدهی پیش‌بینی‌شده کمتر از مقدار نرخ بازده اوراق بدهی واقعی است؛ همچنین در فاصله زمانی ۱۳۹۵/۳ تا ۱۳۹۵/۹ این روند تغییر کرده و در این فاصله نرخ بازده اوراق بدهی پیش‌بینی‌شده به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از مقدار نرخ بازده اوراق بدهی واقعی است.

گام دوم اجرای مدل: پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام

در ادامه پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام (ER) در سه حالت مختلف ارائه خواهد شد و در هر حالت به‌منظور تخمین مدل از روش هموارسازی موضعی و خطی هسته‌ای به‌عنوان رویکرد نا پارامتریک و از مدل خطی به‌عنوان رویکرد پارامتریک استفاده شده است. درنهایت، در هر یک از سه حالت موردبررسی، بر اساس معیار R_v^2، نتایج موردبررسی قرار خواهد گرفت.

حالت اول. در حالت اول نرخ بازده اضافی سهام (ER) بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی (BY) و متغیرهای تعیین‌شده (r, IB, I) به‌صورت تک‌عامل تا چندعاملی پیش‌بینی می‌شود. به‌منظور تخمین مدل $ER = g(v_t) + \varepsilon_t$ که در آن v_t چهار متغیر مستقل موردبررسی هستند، از روش هموارسازی خطی موضعی هسته‌ای نرمال به‌عنوان رویکرد ناپارامتریک و از مدل خطی به‌عنوان رویکرد پارامتریک استفاده شده است و هدف مقایسه روش پارامتریک و ناپارامتریک بر اساس معیار R_v^2 است. نتایج بررسی در حالت اول در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. حالت اول در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام (ER) با متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی واقعی (BY) و متغیرهای I، IB و r

v_t	BY	I	IB	r	BY, I	BY, IB	BY, r	I, IB
$\mathrm{ER} = \mathrm{g}(v_t) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۲۸/۲۱	−۱۰/۳۷	−۹/۳۵	−۱۵/۹۳	−۱۲/۲۶	−۷/۹۸	−۲۰/۱۳	−۸/۲۷
ناپارامتریک	−۰/۷۶	−۱/۴۴	−۱/۲۵	−۱/۳۲	−۱/۶۶	−۱/۳۷	−۱/۰۸	−۱/۳۶
v_t	I, r	IB, r	BY, I, IB	BY, I, r	I, IB, r	BY, IB, r	BY, IB, I, r	
$\mathrm{ER} = \mathrm{g}(v_t) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۹/۸۶	−۸/۷۸	−۷/۹۱	−۱۲/۱۳	−۸/۰۱	−۹/۱۹	−۸/۳۳	
ناپارامتریک	−۱/۳۷	−۱/۴۱	−۱/۴۵	−۱/۲۹	−۱/۴۰	−۱/۳۴	−۱/۴۴	

براساس جدول ۶، مقادیر معیار R_v^2 برای تمامی حالت‌ها در روش ناپارامتریک بسیار بهتر از مدل پارامتریک است. از طرفی، با توجه به مقادیر معیار R_v^2 در مدل ناپارامتریک، بهترین مدل مربوط به متغیر نرخ بازده اوراق بدهی (BY) با مقدار R_v^2 برابر ۰/۷۶− است. پس از این مدل، مدل مربوط به متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی (BY) و نرخ بهره کوتاه‌مدت (r) (BY,r) با مقدار R_v^2 برابر ۱/۰۸− مدل مناسبی در این حالت ارزیابی می‌شود.

حالت دوم. در حالت دوم، نرخ بازده اضافی سهام (ER) بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و متغیرهای تعیین‌شده (r, IB, I) به‌صورت تک‌عامل تا چندعاملی پیش‌بینی می‌شود. به‌منظور تخمین مدل $ER = g(\hat{b}_t, \boldsymbol{v_t}) + \varepsilon_t$ که در آن $\hat{b}_t$ متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده و $\boldsymbol{v_t}$ سه متغیر مستقل دیگر موردبررسی هستند، از روش هموارسازی خطی

موضعی هسته‌ای نرمال به‌عنوان رویکرد ناپارامتریک و از مدل خطی به‌عنوان رویکرد پارامتریک استفاده شده است و هدف مقایسه روش پارامتریک و ناپارامتریک بر اساس معیار R_v^2 است. نتایج بررسی در حالت دوم در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. حالت دوم در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام (ER) با متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و متغیرهای I ،IB و r

v_t	CBY	I	IB	r	CBY, I	CBY, IB	CBY, r	I, IB
$ER = g(\hat{b}_t, v_t) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۲۶/۰۸	−۱۰/۳۷	−۹/۳۵	−۱۵/۹۳	−۲۴/۱۳	−۲۲/۸۲	−۲۴/۶۸	−۸/۲۷
ناپارامتریک	−۱/۷۹	−۱/۴۴	−۱/۲۵	−۱/۳۲	−۰/۶۷	−۱/۰۹	−۱/۰۵	−۱/۳۶
v_t	I, r	IB, r	CBY, I, IB	CBY, I, r	I, IB, r	CBY, IB, r	CBY, IB, I, r	
$ER = g(\hat{b}_t, v_t) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۹/۸۶	−۸/۷۸	−۲۱/۰۷	−۲۲/۷۵	−۸/۰۱	−۲۱/۳۵	−۱۹/۷۸	
ناپارامتریک	−۱/۳۷	−۱/۴۱	−۱/۴۰	−۰/۹۹	−۱/۴۰	−۱/۰۲	−۱/۱۰	

براساس جدول ۷، در حالت دوم که در آن به‌جای نرخ بازده اوراق بدهی (BY) از متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) استفاده شده است نیز مقادیر معیار R_v^2 برای تمامی حالت‌ها در روش ناپارامتریک بسیار بهتر از مدل پارامتریک است. با توجه به مقادیر معیار R_v^2 در مدل ناپارامتریک در جدول ۷، بهترین مدل مربوط به متغیرهای متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و نرخ تورم (I) (CBY,I) با مقدار R_v^2 برابر ۰/۶۷− است. پس از این مدل، مدل مربوط به متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی (CBY)، نرخ تورم (I) و نرخ بهره کوتاه‌مدت (r) (CBY,r,I) با مقدار R_v^2 برابر ۰/۹۹− مدل مناسبی در این حالت ارزیابی می‌شود.

حالت سوم. در حالت سوم، نرخ بازده اضافی سهام (ER) بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و وقفه اول متغیرهای تعیین‌شده (r, IB, I) به‌صورت تک‌عامل تا چندعاملی پیش‌بینی می‌شود. به‌منظور تخمین مدل $ER = g(\hat{b}_t, \boldsymbol{v_{t-1}}) + \varepsilon_t$ که در آن $\hat{b}_t$ متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده و $\boldsymbol{v_{t-1}}$ سه متغیر مستقل دیگر موردبررسی هستند، از روش هموارسازی خطی موضعی هسته‌ای نرمال به‌عنوان رویکرد ناپارامتریک و از مدل خطی به‌عنوان رویکرد پارامتریک استفاده شده است و هدف مقایسه روش پارامتریک و ناپارامتریک بر اساس معیار R_v^2 است. نتایج بررسی در حالت سوم در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸. حالت سوم در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام (ER) با متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و وقفه اول متغیرهای I، IB و r

v_{t-1}	CBY	I	IB	r	CBY, I	CBY, IB	CBY, r	I, IB
$ER = g(\hat{b}_t, v_{t-1}) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۲۵/۹۰	−۱۲/۸۳	−۸/۰۶	−۱۲/۸۲	−۲۴/۶۱	−۲۳/۱۰	−۲۴/۴۶	−۶/۳۹
ناپارامتریک	−۱/۵۸	−۱/۴۸	−۱/۱۷	−۱/۱۰	−۰/۹۹	−۱/۰۶	−۰/۹۳	−۱/۳۶
v_{t-1}	I, r	IB, r	CBY, I, IB	CBY, I, r	I, IB, r	CBY, IB, r	CBY, IB, I, r	
$ER = g(\hat{b}_t, v_{t-1}) + \varepsilon_t$								
پارامتریک	−۹/۹۶	−۸/۶۹	−۲۱/۵۴	−۲۳/۱۰	−۸/۰۱	−۲۱/۷۱	−۲۰/۲۹	
نا پارامتریک	−۱/۴۳	−۰/۹۹	−۰/۹۲	−۱/۰۲	−۱/۳۹	−۰/۹۴	−۰/۹۹	

در جدول ۸، نتایج حاصل مقدار R_v^2 برای حالت سوم در مدل موردبررسی نشان داده شده است. در این حالت نیز به‌جای نرخ بازده اوراق بدهی (BY) از متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) استفاده شده است و سه متغیر I، IB و r نیز با وقفه در مدل‌ها به‌کار گرفته شده‌اند. در این حالت نیز مطابق انتظار مقادیر معیار R_v^2 برای تمامی حالت‌ها در روش ناپارامتریک بسیار بهتر از مدل پارامتریک است. با توجه به مقادیر معیار R_v^2 در مدل ناپارامتریک در جدول ۸، بهترین مدل مربوط به متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY)، نرخ بهره بین‌بانکی (IB) و نرخ تورم (I) (CBY,IB,I) با مقدار R_v^2 برابر ۰/۹۲− است. پس از این مدل، مدل مربوط به متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی (CBY) و نرخ بهره کوتاه‌مدت (r) (CBY,r) با مقدار R_v^2 برابر ۰/۹۳− مدل مناسبی در این حالت ارزیابی می‌شود.

مقایسه نتایج سه حالت موردبررسی. نتایج حاصل از اجرای مدل دومرحله‌ای در سه حالت مختلف و با دو رویکرد پارامتریک و ناپارامتریک به‌منظور پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام نشان می‌دهد در تمامی سه حالت موردبررسی و بر اساس معیار R_v^2، نتایج اجرای مدل‌های مختلف بر اساس رویکرد ناپارامتریک بسیار بهتر از رویکرد پارامتریک عمل می‌کند.

از طرفی در حالت اول موردبررسی، مدل مربوط به نرخ بازده اوراق بدهی (BY) بیش‌ترین تأثیر را در تخمین نرخ بازدهی اضافی سهام دارد. بر اساس نتایج حالت دوم، مدل مربوط به متغیرهای متغیر نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) و نرخ تورم (I) (CBY,I) بهترین مدل در تخمین نرخ بازدهی اضافی سهام شناخته شدند و درنهایت در حالت سوم موردبررسی، بهترین مدل مربوط به متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY)، نرخ بهره بین‌بانکی (IB) و نرخ تورم (I) (CBY,IB,I) است. درواقع نتایج نشان می‌دهد از بین هفت متغیر موردبررسی از بین متغیرهای کلان اقتصادی و بازار سرمایه، متغیر نرخ بازده اوراق بدهی (بازدهی ماهیانه وزنی اوراق بدهی منتشرشده) از بین متغیرهای بازار سرمایه و دو متغیر نرخ بهره بین‌بانکی و نرخ تورم

نقطه‌به‌نقطه از بین متغیرهای کلان اقتصادی، بیش‌ترین تأثیر را در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام دارند.

از سوی دیگر بررسی مقدار میانگین معیار R_v^2 برای ۱۵ حالت موردبررسی در هر یک از سه حالت ناپارامتریک مختلف ارائه‌شده نشان می‌دهد، استفاده از بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) باعث ایجاد بهبود در پیش‌بینی بازده اضافی سهام شده است؛ همچنین استفاده از وقفه اول متغیرهای موردبررسی توأم با بازده اوراق بدهی ساخته‌شده در حالت سوم، میانگین R_v^2 بهتری را نسبت به دو حالت اول ایجاد کرده است. مقدار میانگین معیار R_v^2 برای تمامی ۱۵ حالت ناپارامتریک موردبررسی در حالت سوم بیشتر از دو حالت دیگر بوده و برابر ۱/۱۶- است؛ این در حالی است که این مقدار برای مدل‌های ناپارامتریک در دو حالت اول و دوم به ترتیب ۱/۳۳- و ۱/۲۲- است.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی نرخ بازده حقوق صاحبان سهام و صرف ریسک، از مباحث مهم علم مالی است. با پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام می‌توان به نرخ بازده موردانتظار سرمایه‌گذاران دست‌یافت. نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق به‌منظور تعیین عامل‌های تأثیرگذار بر پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام بر اساس نرخ بازده اوراق بدهی نتایج مهمی را نشان داد. نتایج اجرای مدل دومرحله‌ای در سه حالت مختلف و با دو رویکرد پارامتریک و ناپارامتریک به‌منظور پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام نشان می‌دهد در تمامی سه حالت موردبررسی و بر اساس معیار R_v^2، نتایج اجرای مدل‌های مختلف بر اساس رویکرد ناپارامتریک بسیار بهتر از رویکرد پارامتریک عمل می‌کند؛ همچنین نتایج نشان می‌دهد از بین هفت متغیر موردبررسی از بین متغیرهای کلان اقتصادی و بازار سرمایه، متغیر نرخ بازده اوراق بدهی از بین متغیرهای بازار سرمایه و دو متغیر نرخ بهره بین بانکی و نرخ تورم نقطه‌به‌نقطه از بین متغیرهای کلان اقتصادی، بیش‌ترین تأثیر را در پیش‌بینی نرخ بازده اضافی سهام دارند. از سوی دیگر، بررسی مقدار میانگین معیار R_v^2 برای ۱۵ حالت موردبررسی در هر یک از سه حالت ناپارامتریک مختلف ارائه‌شده نشان می‌دهد، استفاده از بازده اوراق بدهی ساخته‌شده (CBY) باعث ایجاد بهبود در پیش‌بینی بازده اضافی سهام شده است نتایج این پژوهش یعنی تأثیرگذاری متغیرهای نرخ بازده اوراق بدهی از بین متغیرهای بازار سرمایه و دو متغیر نرخ بهره بین بانکی و نرخ تورم نقطه‌به‌نقطه از بین متغیرهای کلان اقتصادی می‌تواند برای پیش‌بینی اثرات سیاست‌های پولی توسط شورای عالی پول و اعتبار و بانک مرکزی موردتوجه قرار گیرد. در پژوهش‌های آتی می‌توان به تحلیل سری‌های زمانی و بررسی اثر رگرسیونی متغیرهای نرخ تورم نقطه‌به‌نقطه، نرخ بهره بین بانکی و نرخ بازده اوراق بدهی بر روی

بازار سرمایه باهدف بررسی تأثیر این متغیرها بر بازار سرمایه در بلندمدت، با استفاده از مدل‌های GARCH و مدل‌های خودرگرسیونی برداری پرداخت.

منابع

۱. Ang, A., Bekaert, G. (۲۰۰۶). Stock Return Predictability: Is it there?. *The Review of Financial Studies, ۲۰(۳):۶۵۱-۷۰۷.*

۲. Aslanidis, N., Christiansen, C. (۲۰۱۲). Smooth Transition Patterns in the Realized Stock–Bond Correlation. *Journal of Empirical Finance, ۱۹(۴):* ۴۵۴-۴۶۴.

۳. Asness, C. (۲۰۰۳). Fight the Fed Model: The Relationship between Future Returns and Stock and Bond Market Yields. *Journal of Portfolio Management, ۳۰(۱):* ۱۱–۲۴.

۴. Bao, J., Kewei, H. (۲۰۱۴). Comovement of Corporate Bonds and Equities. college of business, Ohio State University.

۵. Bikker, J., Broeders, D., Hollanders, D., & Ponds, E. (۲۰۱۲). Pension Funds Asset Allocation and Participant Age: a test of the life-cycle model. *Journal of Risk and Insurance, ۷۹(۲):* ۵۹۵–۶۱۸.

۶. Bossaerts, P., Hillion, I. (۱۹۹۹). Implementing Statistical Criteria to Select Return Forcasting Models: What Do We Learn?. *The Review of Financial Studies, ۱۲(۲):* ۴۰۵-۴۲۸.

۷. Campbell, J.Y., Thompson, S.B. (۲۰۰۸). Predicting Excess Stock Returns out of Sample: Can anything beat the historical average?. *The Review of Financial Studies, ۲۱(۴):* ۱۴۵۵–۱۵۰۸.

۸. Ilmanen, A. (۲۰۰۳). Stock- Bond Corrlations. *Journal of Fixed Income, ۱۲(۲):* ۵۵-۶۶.

۹. Eling, M. (۲۰۱۴). Fitting Asset Returns to Skewed Distributions: Are the skew-normal and skew-student good models*?. Insurance: Mathematics and Economics, ۵۹:* ۴۵–۵۶.

۱۰. Elliott, G., Gargano, A., & Timmermann, A. (۲۰۱۳). Complete Subset Regression. *journal of Econometrics, ۱۷۷:* ۳۵۷–۳۷۳.

۱۱. Goyal, A., Welch, I. (۲۰۰۸). A Comprehensive Look at the Empirical Performance of Equity Premium Prediction. *The Review of Financial Studies, ۲۱(۴):* ۱۴۵۵–۱۵۰۸.

۱۲. Guidolin, M., Timmermann, A. (۲۰۰۶). An Econometric Model of Nonlinear Dynamics in the Joint Distribution of Stock and Bond Returns. *Journal of Applied Econometrics, ۲۱(۱):* ۱–۲۲.

۱۳. Guillen, M., Konicz, A., Nielsen, J.P., & Perez-Marin, A. (۲۰۱۳). Do not Pay for a Danish Interest Guarantee. The law of the triple blow. *Annals of Actuarial Science, ۷(۲):* ۱۹۲–۲۰۹.

۱۴. Ivani, F. (۲۰۰۹). Investigating Relationship between Normal Stock Returns and the Ratio of Market value to book value in Companies of Tehran Stock Exchange. Master's Thesis, University of Tehran. (In Persian)

۱۵. Keim, D., Stambaugh, R. (۱۹۸۶). Predicting Returns In the Stock and Bond Markets. *Journal of Financial Economics, ۱۷(۲):* ۳۵۷-۳۹۰.

۱۶. Lee, T. H., Tu, Y., & Ullah, A. (۲۰۱۵). Forecasting Equity Premium: Global Historical Average Versus Local Historical Average and Constraints. *Journal of Business & Economic Statistics, ۳۳(۲):* ۳۹۳-۴۰۲.

۱۷. McMillan, D.G. (۲۰۰۷). Non-linear Forecasting of Stock Returns: Does Volume Help*? International Journal of forecasting*, *۲۳(۱):* ۱۱۵–۱۲۶.

۱۸. Moghaddam, A., Ghadrdan, E., & Rashedi, M. (۲۰۱۴). Prediction of Stock Returns using Market Ratios in Companies Admitted in Tehran Stock Exchange. *Accounting and Audit Research*, *۶(۲۴):* ۱۰۲-۱۱۷. (In Persian)

۱۹. Nielsen, J.P., Sperlich, S. (۲۰۰۳). Prediction of Stock Returns: A New Way to Look at it. *Astin Bull*, *۳۳:* ۳۹۹–۴۱۷.

۲۰. Olson, D., Mossman, C,. (۲۰۰۳). Neural Network Forecasts of Canadian Stock Returns Using Accounting Ratios. *International Journal of Forecasting*, *۱۹:* ۴۵۳-۴۶۵.

۲۱. Park, B.U., Kim, W.C., Ruppert, D., Jones, M.C., Signorini, D.F., & Kohn, R. (۱۹۹۷). Simple Transformation Techniques for Improved Non-Parametric Regression. *Scandinavian Journal of Statistics, ۲(۲۴):* ۱۴۵–۱۶۳.

۲۲. Rapach, D.E., Wohar, M.E., & Rangvid, J. (۲۰۰۵). Macro Variables and International Stock Return Predictability. *International Journal of Forecasting, ۲۱(۱):* ۱۳۷–۱۶۶.

۲۳. Scholz, M., Nielsen, J. P., & Sperlich, S. (۲۰۱۲). Nonparametric Prediction of Stock Returns Guided by Prior Knowledge. University of Graz, Department of Economics.

۲۴. Scholz, M., Sperlich, S., & Nielsen, J.P. (۲۰۱۶). Nonparametric Long Term Prediction of Stock Returns with Generated Bond Yields. *Insurance: Mathematics and Economic, (۶۹):* ۸۲-۹۶.

۲۵. Vadiee, M., Hoseini, M. (۲۰۱۲). The Relationship between Performance Measurement and Abnormal Stock Returns. *Emprical Accounting Research*, *۱(۴):* ۷۳-۸۷.(In Persian)

۲۶. Wolf, M. (۲۰۰۱). Stock Returns and Dividend Yields Revisited: A New Way to Look at an Old Problem. *Journal of Business & Economic Statistics*, *۱۸(۱):* ۱۸-۳۰.