فصلنامه علمی ـ مطالعات تجربی حسابداری مالی ـ سال ۱۶ ـ شماره ۶۳ ـ پائیز ۱۳۹۸
صفحات ۸۳ تا ۱۰۷

بررسی سودمندی روش‌های کاهش متغیرها در پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

محمد حسین ستایش *
مصطفی کاظم‌نژاد **

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی سودمندی روش‌های مختلف کاهش (انتخاب و استخراج) متغیرها در پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. در این راستا، با بررسی پیشینه پژوهش، ۵۲ متغیر اولیه که بیشتر در ادبیات استفاده و داده‌های مورد نیاز برای سنجش آن‌ها در دسترس بود، جستجو و با استفاده از روش انتخاب متغیر ریلیف و روش استخراج متغیر تحلیل عاملی، متغیرهای بهینه از بین متغیرهای اولیه، انتخاب یا استخراج شد. در ادامه، با استفاده از ۵۲ متغیر اولیه و همچنین با متغیرهای انتخاب یا استخراج شده در روش‌های مزبور به پیش‌بینی بازده سهام ۱۰۱ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲ پرداخته شده است. به منظور پیش‌بینی نیز از رگرسیون غیرخطی درخت تصمیم و رگرسیون خطی استفاده شده است. یافته‌های تجربی این پژوهش حاکی از سودمندی هر دو روش کاهش متغیر (نسبت به استفاده از ۵۲ متغیر اولیه)، سودمندی بیشتر روش ریلیف نسبت به تحلیل عاملی و همچنین عملکرد بهتر درخت تصمیم نسبت به رگرسیون خطی است.

واژگان کلیدی: *پیش‌بینی بازده سهام، کاهش متغیرها، رگرسیون غیرخطی، درخت تصمیم.*

---

* استاد گروه حسابداری دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
** دکتری حسابداری دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز ، شیراز، ایران (نویسنده مسئول)
Mostafakazemnezhad@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۴/۱۰/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۱۷**

مقدمه

اصلی‌ترین عاملی که هر سرمایه‌گذار در تصمیم‌گیری‌های خود مورد توجه خاص قرارمی‌دهد، نرخ بازده است (خدامی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). سرمایه‌گذاران همواره به دنبال ابزاری بوده‌اند تا بتوانند بازده سرمایه‌گذاری‌های خود را پیش‌بینی کنند. وجود این نیاز باعث ارائه مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی بازده سهام و عوامل (متغیرهای) مؤثر بر آن شده است (حساس یگانه و حسن‌نژاد، ۱۳۹۴). یکی از مشکلات اصلی در انتخاب مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بین در پیش‌بینی‌های مالی، وجود تعداد زیاد متغیرهای پیش‌بین بالقوه قابل استفاده است (جاردین، ۲۰۱۰). از طرفی، یکی از مشکلات موجود در پیش‌بینی بازده سهام، نبود توافق جامع در خصوص متغیرهای پیش‌بین است که در نتیجه ممکن است برخی از متغیرها حاوی اطلاعات دارای پارازیت باشد و عملکرد پیش‌بینی را تحت تأثیر قرار دهد (سابرامانیوم[1]، ۲۰۱۰ و لیانگ[2] و همکاران، ۲۰۱۵). به رغم اهمیت کاهش متغیرها در پیش‌بینی، در اغلب پژوهش‌های انجام شده در زمینه پیش‌بینی بازده سهام، هدف و تأکید اصلی، ارائه مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی بوده و کمتر به کاهش متغیرها (انتخاب و استخراج متغیرها یا عامل‌ها) و روش‌های مناسب آن پرداخته شده است. در مقابل، در بسیاری از پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده در این زمینه، مرحله کاهش متغیرهای پیش‌بین، نادیده گرفته شده و متغیرهای پیش‌بین، بدون ضابطه و صرفاً با توجه به پژوهش‌های گذشته انتخاب شده است که این امر به انتخاب متغیرهای پیش‌بین غیربهینه و در برخی موارد، متغیرهای پیش‌بین نامناسب منجر می‌شود (تسای[3]، ۲۰۰۹ و ستایش[4] و همکاران، ۲۰۱۲). یافته‌های پژوهش لو[5](۲۰۱۰) نیز حاکی از آن است که انتخاب و استخراج متغیرهای پیش‌بین و روش‌های آن، نسبت به انتخاب مدل پیش‌بینی، تأثیر بیشتری بر عملکرد پیش‌بینی دارد.

فرآیند کاهش متغیرها را می‌توان به‌عنوان یک مرحله پیش‌پردازش برای کاهش متغیرهای نامربوط و اضافی و انتخاب متغیرهای بهینه قبل از ایجاد مدل استفاده کرد. با توجه به اهمیت پیش‌بینی دقیق بازده سهام، نقش متغیرهای پیش‌بین بهینه و روش‌های انتخاب آن‌ها در این زمینه حائز اهمیت است، زیرا انتخاب متغیرهای بهینه به عنوان مرحله

1. Subrahmanyam
2. Liang
3. Tsai
4. Setayesh
5. Lo

پیش‌پردازش (قبل از انجام پیش‌بینی)، یکی از مهم‌ترین مراحل فرآیند داده‌کاوی است که افزون بر فیلتر کردن متغیرهای نامربوط از داده‌های اولیه، منجر به بهبود عملکرد پیش‌بینی می‌شود (تسای، ۲۰۰۹). با این حال، به‌رغم اهمیت انتخاب متغیرهای پیش‌بین در پیش‌بینی، اغلب پژوهش‌های گذشته با انتخاب بدون ضابطه متغیرهای پیش‌بین صورت پذیرفته‌اند (سابرامانیوم، ۲۰۱۰؛ جاردین، ۲۰۱۰ و لیانگ و همکاران، ۲۰۱۵)؛ بنابراین، می‌توان مشکل اصلی را در روش نادرست انتخاب متغیر جهت پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌ها دانست. در صورت انتخاب متغیرهای بهینه ضمن شناسایی متغیرهای مربوط‌تر و دارای محتوای اطلاعاتی بیشتر، می‌توان با استفاده از تعداد متغیرهای کمتر، بازده سهام را به نحو مناسب پیش‌بینی کرد و مدل مناسبی برای پیش‌بینی ارائه کرد، زیرا اندک بودن منطقی متغیرهای پیش‌بین و دقت بالای پیش‌بینی از مهم‌ترین معیارهای کیفیت یک مدل پیش‌بینی محسوب می‌شود (ابریشمی، ۱۳۸۷). مرحله کاهش متغیرها (انتخاب و استخراج متغیرهای پیش‌بین)، عموماً قبل از آموزش مدل‌های پیش‌بینی انجام می‌شود. انتخاب و استخراج متغیرهای مناسب جهت رسیدن به بهترین نتیجه در پیش‌بینی، از مباحث چالش برانگیز در دو دهه اخیر بوده است. از دیدگاه تئوری، یادگیری براساس تعداد متغیرهای پیش‌بین بیشتر باعث می‌شود تا دقت پیش‌بینی بالا رود. با این وجود، شواهد تجربی بیانگر آن است که این امر همواره صادق نیست؛ زیرا تمام متغیرها، برای تشخیص و پیش‌بینی مهم نیستند و یا برخی از آن‌ها به‌طور کلی در پیش‌بینی نامربوط هستند (لیندنبام[1] و همکاران، ۲۰۰۴).

با توجه به مطالب پیش‌گفته، مساله اصلی این پژوهش بررسی این موضوع است که آیا انتخاب متغیرهای پیش‌بین بهینه از بین متغیرهای اولیه، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران دارد؟ به عبارت دیگر، آیا متغیرهای انتخاب یا استخراج شده با روش‌های کاهش متغیر، بهتر از متغیرهای اولیه، بازده سهام را پیش‌بینی می‌کند؟ همچنین، آیا تفاوت معناداری بین میزان سودمندی روش‌های مختلف کاهش متغیر وجود دارد؟ به بیان دیگر، آیا متغیرهای انتخاب یا استخراج شده با روش‌های مختلف کاهش متغیر، تأثیر متفاوتی بر عملکرد پیش‌بینی بازده سهام دارد؟ در این راستا، تأثیر متغیرهای انتخاب یا استخراج شده با روش‌های انتخاب و استخراج متغیر (شامل ریلیف و تحلیل عاملی) بر عملکرد پیش‌بینی با یکدیگر و با متغیرهای اولیه مقایسه می‌شود. هم‌چنین، در این پژوهش، عملکرد رگرسیون غیرخطی

1. Lindenbaum

درخت تصمیم با رگرسیون خطی، بررسی و مقایسه می‌شود.

مبانی نظری پژوهش

کاهش (انتخاب و استخراج) متغیرها

علاقه اصلی پژوهشگر اغلب به جای این که متوجه آزمون فرضیه یا ارزشیابی اهمیت نسبی متغیرهای پیش‌بین باشد متوجه رسیدن به بهترین پیش‌بینی ممکن متغیر وابسته توسط چند متغیر پیش‌بین است. در این شرایط، تلاش پژوهشگر در جهت کسب بالاترین مجذور همبستگی چندمتغیری ممکن، صرف می‌شود. چون بیشتر متغیرهای علوم رفتاری متقابلا همبسته‌اند، اغلب می‌توان از بین مجموعه کل متغیرها یک مجموعه کوچک‌تر را انتخاب کرد و تقریبا به همان ضریب تعیینی دست یافت که از مجموعه کل متغیرها حاصل می‌شود (سرایی، ۱۳۸۸). به‌طور کلی، اندک بودن منطقی متغیرهای پیش‌بین و نیکویی برازش (ضریب تعیین) از مهم‌ترین معیارهای کیفیت یک مدل پیش‌بینی محسوب می‌شود (ابریشمی، ۱۳۸۷). با توجه به این‌که عامل‌های بسیاری از جمله کیفیت داده‌ها در موفقیت یک الگوریتم یادگیری موثر است، اگر داده‌ها حاوی متغیرها و یا اطلاعات تکراری و نامربوط باشند و یا حاوی اطلاعات نویزی و نامطمئن باشند، اخذ دانش از آن داده‌ها مشکل می‌گردد (هال، ۲۰۰۰). افزون بر این، کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین نامربوط یا اضافی (تکراری)، علاوه بر کاهش زمان اجرای الگوریتم‌های آموزشی، به مفهومی عمومی‌تر منجر می‌شود. سایر مزایای بالقوه انتخاب متغیرهای پیش‌بین شامل تسهیل درک و تجسم داده‌ها، کاهش الزامات اندازه‌گیری و ذخیره اطلاعات، کاهش اضافه‌بار ابعاد[1] و بهبود عملکرد پیش‌بینی و فراهم کردن بینش بهتری در مورد مفهوم زیربنایی از طبقه‌بندی دنیای واقعی است (تسای، ۲۰۰۹).

به طور کلی، انتخاب متغیرها و استخراج متغیرها (عامل‌ها) دو جنبه مهم در روش‌های مختلف کاهش ابعاد (متغیرها) محسوب می‌شود. استخراج متغیرهای پیش‌بین یا به عبارت دیگر تبدیل متغیرها، فرآیندی است که K متغیر جدید حاصل می‌شود که حاصل ترکیب N متغیر پیش‌بین اولیه هستند. تحلیل عاملی، شناخته شده ترین الگوریتم استخراج متغیرهای پیش‌بین است. در مقابل الگوریتم‌های استخراج متغیرهای پیش‌بین، الگوریتم‌های انتخاب متغیر پیش‌بین، به انتخاب بهترین K متغیر از بین N متغیر اصلی می‌پردازد و بقیه متغیرهای

1. Curse of Dimensionality

کم اهمیت‌تر حذف می‌شود. شایان ذکر است که در انتخاب متغیرها، متغیرهای اصلی بدون تغییر، انتخاب می‌شود اما در استخراج متغیرها، متغیرها به صورت تغییریافته استفاده می‌شوند. روش ریلیف یکی از مهم‌ترین روش‌های انتخاب متغیر در پیش‌بینی متغیرهای پیوسته محسوب می‌شود که در این پژوهش نیز استفاده شده است. یافته‌های پژوهش‌های انجام شده (از قبیل روبنیک- سیکونجا[1] و کوننکو[2]، ۱۹۹۷ و ستایش و همکاران، ۲۰۱۲) نیز حاکی از عملکرد بهتر روش مزبور نسبت به سایر روش‌های انتخاب متغیر است.

روش‌های خطی و غیرخطی پیش‌بینی

تاکنون مدل‌ها و نظریه‌های مختلفی شامل مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، مدل‌های عاملی، مدل آربیتراژ، تحلیل‌های فنی و بنیادی برای تبیین و پیش‌بینی بازده ارائه شده است. مدل میانگین- واریانس مارکویتز، مشهورترین و متداول‌ترین رویکرد در مسئله انتخاب سرمایه‌گذاری و کاراترین ابزار برای انتخاب پرتفوی بهینه است. با توجه به مشکلات این مدل، شارپ[3]، لینتر[4] و ... در دهه ۱۹۶۰ مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای را ارائه کردند. اعتبار این مدل که برای چند دهه از مدل‌های کاربردی در انتخاب طرح‌های سرمایه‌گذاری بود مورد تردید قرار گرفت و راس در دهه ۱۹۷۰، نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ را پایه‌گذاری کرد. مسأله موجود در نظریه مزبور، نامشخص بودن (یا حداقل مربوط به آینده بودن) عوامل مؤثر در مدل و تعداد آن است. بنابراین، انتخاب عوامل نسبتا اختیاری و در معرض انتقاد است. یک روش پیشنهادی برای حل این مسأله، استفاده از روش‌هایی جهت کاهش متغیرهاست (تهرانی و نوربخش، ۱۳۸۶). اغلب پژوهش‌های انجام شده تا این زمان با فرض وجود رابطه خطی بین بازده سهام و متغیرهای پیش‌بین انجام شده است.

گروهی از صاحب‌نظران به پدیده آشفتگی (آشوب) توجه می‌کنند. آن‌ها با استفاده از فنون جدید ریاضی، بازار را سیستمی، پیچیده و در حال تحول می‌دانند. این گروه، مانند ریاضی‌دانان و فیزیک‌دانان اعتقاد دارند چنانچه هر پدیده‌ای به‌درستی مشاهده و بررسی شود، وقایع به ظاهر تصادفی آن، تبیین‌پذیر است و اگر در خور پیش‌بینی نباشد، حداقل قابل درک خواهد بود. طرفداران الگوی آشفتگی معتقدند که رفتار تغییر قیمت‌ها و بازده

1. Robnik-Sikonja
2. Kononenko
3. Sharpe
4. Lintner

به صورت غیرخطی است. تغییرات قیمت سهام ناشی از عوامل بسیار زیادی است که در هر لحظه از زمان بر آن‌ها تاثیر می‌گذارد. آنها در واقع معتقدند که به تعداد سرمایه‌گذاران، عوامل مؤثر بر قیمت سهام وجود دارد(عبده‌تبریزی و گنابادی، ۱۳۷۵). روش‌های غیرخطی، چندین مزیت مهم در مقایسه با مدل‌های آماری از قبیل رگرسیون خطی دارند. معایب رگرسیون خطی نسبت به روش‌های غیرخطی به شرح زیر است (دی‌تاین و همکاران[1]، ۲۰۰۳):

- ماهیت خطی رگرسیون: یک عیب مهم رگرسیون‌های خطی این است که رگرسیون هیچ شاخص مستقیمی مبنی بر این‌که آیا داده‌ها در حالت خطی به بهترین صورت نشان داده می‌شود را ارائه نمی‌کند.
- از پیش مشخص کردن مدل: استفاده از مدل‌های رگرسیون، مستلزم از پیش مشخص کردن مدل پایه است.
- مفروضات رگرسیون: عملکرد مدل‌های رگرسیون خطی وابسته به مفروضات گوناگونی است.
- عدم انطباق پذیری: رگرسیون چند متغیره در حالتی که اجزای مدل را نتوان به‌وسیله حدس مشخص کرد، دارای خاصیت انطباق‌پذیری با داده‌ها نیست.

در این پژوهش از روش غیرخطی درخت تصمیم برای پیش‌بینی بازده سهام و به‌منظور مقایسه با رگرسیون خطی استفاده می‌شود.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های مرامور[2] و مرامور-کوستا[3] (۱۹۹۷) و مرامور و پاهور[4] (۱۹۹۸) نشان داد که رابطه نسبت‌های مالی و بازده سهام، غیرخطی است. مرامور و مرامور-کوستا (۱۹۹۷) به بررسی رابطه بین بازده سهام و نسبت‌های مالی شرکت‌های اسلوانیایی پرداختند و برخلاف یافته‌های اغلب پژوهش‌های قبلی که به بررسی خطی رابطه بین نسبت‌های مالی و بازده سهام می‌پرداختند، وجود رابطه غیرخطی بین نسبت‌های مالی و بازده سهام را تأیید کردند. یافته‌های پژوهش مرامور و پاهور (۱۹۹۸) در آمریکا و ژاپن نیز وجود رابطه غیرخطی را تأیید کرد. پس از انجام این پژوهش‌ها، مطالعات زیادی به بررسی رابطه خطی و غیرخطی

1. DeTienne et al.
2. Mramor
3. Mramor-Kosta
4. Pahor

بین متغیرهای حسابداری، بازار، اقتصادی و سایر متغیرها با بازده سهام پرداختند. یافته‌های پژوهش کاناس[۱] و یانوپولس[۲] (۲۰۰۱)، اولسون وموسمن (۲۰۰۳) در شرکت‌های کانادایی، عمران[۳] و رجب[۴] (۲۰۰۴) در شرکت‌های مصری، مک‌میلان[۵] (۲۰۰۷) در کشورهای انگلیس، آمریکا، فرانسه و ژاپن و بویاسیگلو[۶] و آوسی[۷] (۲۰۱۰) در ترکیه، جیسن و همکاران[۸] (۲۰۱۳) در بورس ژوهانسبورگ نیز حاکی از عملکرد بهتر روش‌های غیرخطی نسبت به روش خطی بود. در بورس اوراق بهادار تهران نیز یافته‌های پژوهش آذر و کریمی (۱۳۸۸)، عباسی و باقری (۱۳۹۰)، همت‌فر و همکاران (۱۳۹۰) و نصیرزاده (۱۳۹۲) این نتایج را تأیید می‌کند.

تأکید بیشتر پژوهش‌های انجام شده در خصوص پیش‌بینی بازده سهام بر انتخاب مدل‌های بهینه برای پیش‌بینی بوده و کمتر به انتخاب متغیرهای بهینه برای پیش‌بینی تأکید شده است و به طور کلی، یافته‌های اغلب این پژوهش‌ها، حاکی از برتری روش‌های هوش مصنوعی نسبت به مدل‌های خطی آماری است. با این وجود، در پژوهش‌های زیادی در زمینه پیش‌بینی بحران مالی و ورشکستگی به بررسی و مقایسه سودمندی روش‌های مختلف کاهش متغیر پرداخته شده است. تسای (۲۰۰۹) به مقایسه پنج روش متداول کاهش متغیر مورد استفاده در پیش‌بینی ورشکستگی پرداخت. یافته‌های پژوهش حاکی از عملکرد بهتر روش آزمون t نسبت به سایر روش‌ها بود. یافته‌های پژوهش جاردین[۹] (۲۰۱۰) بیانگر آن بود که پیش‌بینی با استفاده از متغیرهای منتخب، نسبت به مجموعه متغیرهای انتخابی براساس ضابطه استفاده شده در ادبیات مالی، از عملکرد بهتری برخوردار است. ونگ[۱۰] و همکاران (۲۰۱۴) نیز به بررسی سودمندی انتخاب متغیرهای پیش‌بین برای پیش‌بینی ورشکستگی پرداختند. یافته‌های پژوهش حاکی از سودمندی متغیرهای انتخاب شده در پیش‌بینی بود. همچنین، لیانگ[۱۱] و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی سودمندی انتخاب متغیرهای پیش‌بین بر پیش‌بینی بحران مالی پرداختند. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن بود که در

1. Kanas
2. Yannopoulos
3. Omran
4. Ragab
5. McMillan
6. Boyacioglu
7. Avci
8. Gysen et al.
9. Jardin
10. Wang
11. Liang

اغلب موارد، انتخاب متغیرهای پیش‌بین باعث بهبود عملکرد پیش‌بینی می‌شود. در زمینه پیش‌بینی بازده سهام نیز در برخی پژوهش‌ها (به‌عنوان نمونه، گهر، ۱۹۷۸؛ رول و راس، ۱۹۸۰؛ نمازی و غفاری، ۱۳۹۴ و منصورفر و همکاران، ۱۳۹۴) از روش تحلیل عاملی برای کاهش متغیرها استفاده شده است. با این وجود، تاکنون پژوهشی که به بررسی و مقایسه روش‌های مختلف کاهش متغیرهای پیش‌بین با یکدیگر و همچنین با متغیرهای اولیه در زمینه پیش‌بینی بازده سهام پرداخته باشد، مشاهده نشد. با توجه به کاستی‌های پژوهشی موجود، پژوهش حاضر به بررسی سودمندی و مقایسه روش‌های مختلف کاهش متغیر در پیش‌بینی بازده سهام می‌پردازد. افزون براین، با توجه به انجام نشدن پژوهشی با استفاده از روش درخت تصمیم، در این پژوهش عملکرد این روش غیرخطی با رگرسیون خطی مقایسه شده است.

فرضیه‌های پژوهش

با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش، دو فرضیه در خصوص سودمندی روش انتخاب متغیر ریلیف و دو فرضیه در خصوص سودمندی روش استخراج متغیر تحلیل عاملی تدوین و آزمون شده است. شایان ذکر است که برتری معیارهای عملکرد پیش‌بینی در زمان استفاده از متغیرهای بهینه انتخاب (استخراج) شده روش ریلیف (تحلیل عاملی) نسبت به ۵۲ متغیر اولیه و معنادار بودن این تفاوت از نظر آماری، بیانگر سودمندی روش انتخاب (استخراج) متغیر است؛ زیرا، در این صورت، افزون بر کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین، عملکرد پیش‌بینی بهبود یافته است.

۱. تفاوت معناداری بین عملکرد پیش‌بینی درخت تصمیم در زمان استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف و استفاده از کلیه متغیرهای اولیه وجود دارد.

۲. تفاوت معناداری بین عملکرد پیش‌بینی درخت تصمیم در زمان استفاده از عامل‌های استخراج شده روش تحلیل عاملی و استفاده از کلیه متغیرهای اولیه وجود دارد.

۳. تفاوت معناداری بین عملکرد پیش‌بینی رگرسیون خطی در زمان استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف و استفاده از کلیه متغیرهای اولیه وجود دارد.

۴. تفاوت معناداری بین عملکرد پیش‌بینی رگرسیون خطی در زمان استفاده از عامل‌های استخراج شده روش تحلیل عاملی و استفاده از کلیه متغیرهای اولیه وجود دارد.

روش‌شناسی پژوهش

روش‌های مورد استفاده برای کاهش متغیرها

در این پژوهش از روش استخراج متغیر تحلیل عاملی و روش انتخاب متغیر ریلیف برای کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین اولیه استفاده شده است. هدف اصلی تحلیل عاملی، خلاصه‌کردن داده‌هاست. این روش به بررسی همبستگی درونی تعداد زیادی از متغیرها می‌پردازد و در نهایت آن‌ها را در قالب عامل‌های عمومی محدودی دسته‌بندی کرده و تبیین می‌کند (کلانتری، ۱۳۸۵). روش انتخاب متغیر ریلیف از جمله روش‌های انتخاب متغیرهای پیش‌بین مبتنی بر معیار فاصله است. در ریلیف، وزنی که میزان ارتباط هر متغیر با طبقه را نشان می‌دهد، به‌وسیله فاصله اقلیدسی بین نمونه‌ها تعیین می‌شود و وزن هر متغیر، نشان‌دهنده قابلیت جداسازی طبقه‌ها به‌وسیله آن متغیر پیش‌بین است. در این روش، اگر یک متغیر به ازای نمونه‌های درون یک طبقه، مقدار یکسان و به ازای نمونه‌های دیگر طبقه‌ها مقادیر مختلفی داشته باشد، وزن بالاتری می‌گیرد. ریلیف از بین داده‌های آموزشی یک نمونه را به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس فاصله اقلیدسی آن نمونه تا نزدیک‌ترین نمونه از طبقه مشابه و نزدیک‌ترین نمونه از طبقه متفاوت را به‌دست می‌آورد و سپس این فاصله‌ها را برای به‌روز کردن وزن هر متغیر به‌کار می‌برد. در نهایت، الگوریتم آن دسته از متغیرهایی را انتخاب می‌کند که وزن آن‌ها از یک حد آستانه از پیش تعریف‌شده به‌وسیله کاربر، بیشتر است (آتیا[1]، ۲۰۰۱). روش ریلیف که در ابتدا به‌وسیله کرا و رندل[2] (۱۹۹۲) ارائه شد، را می‌توان فقط برای مسائل طبقه‌بندی با دو گروه (مثلاً ورشکسته در مقابل غیرورشکسته) استفاده کرد. روبنیک- سیکونجا و کوننکو (۱۹۹۷) روش ریلیف را برای استفاده در داده‌های خروجی پیوسته بسط دادند. در پژوهش حاضر نیز از مدل بسط یافته ریلیف (RReliefF) برای انتخاب متغیرهای پیش‌بین استفاده می‌شود.

روش‌های پیش‌بینی مورد استفاده

درخت تصمیم یکی از روش‌های ناپارامتری در مسائل طبقه‌بندی و پیش‌بینی است که با توجه به نوع متغیر وابسته به دو دسته طبقه‌بندی درختی[3] (برای متغیر اسمی) و رگرسیون درختی[4] (برای متغیر پیوسته) تقسیم می‌شود (لی، ۲۰۰۶). درخت تصمیم یک روش ساده و

1. Atiya
2. Kira and Rendell
3. Classification Tree
4. Regression Tree

توانمند برای طبقه‌بندی یک مجموعه به رده‌های متمایز و همگن است که یک گراف غیرچرخشی شبیه درخت دارد که این درخت توسط مجموعه‌ای از سوال‌ها نشان داده می‌شود. معمولا هر سوال با توجه به یک متغیر مطرح می‌شود. درخت تصمیم، سه مورد را نشان می‌دهد (جعفری و آذر، ۱۳۹۲):

- هر گره[1] داخلی که یک ویژگی را آزمون می‌کند.
- هر شاخه[2] که بیانگر ارزش ویژگی (متغیر) مورد نظر است.
- هر گره برگ[3] که یک طبقه را نشان می‌دهد.

روش‌های یادگیری درخت تصمیم و قاعده تصمیم سنتی (کلاسیک) در ابتدا برای مسائل طبقه‌بندی ارائه شد. علی‌رغم وجود تکنیک‌های متعدد شامل رگرسیون استاندارد، شبکه‌های عصبی و یادگیری مبتنی بر فاصله برای پیش‌بینی، همگی دارای نقاط ضعف اساسی هستند. رگرسیون استاندارد به‌دلیل اعمال محدودیت خطی بودن بر داده‌ها روشی قوی محسوب نمی‌شود. شبکه‌های عصبی و یادگیری مبتنی بر فاصله، روش‌های قوی‌تری محسوب می‌شوند ولی از ابهام رنج می‌برند (مدل هیچ چیزی را در مورد ساختار تابعی که ارائه می‌دهد، آشکار نمی‌کند). به‌طور کلی، نقاط قوت درخت تصمیم شامل فهم آسان مدل ایجاد شده، پیش‌بینی در قالب مجموعه‌ای از قوانین، نبود محاسبات پیچیده و قابلیت استفاده برای انواع داده‌هاست (چالاکی و یوسفی، ۱۳۹۱ و تسای و چیو، ۲۰۰۹).

روش جدیدی برای پیش‌بینی (زمانی که مقادیر خروجی پیوسته است) به نام «درخت مدل[4]» به‌وسیله کوینلن (۱۹۹۲) در الگوریتم یادگیری به‌نام M5 ارائه شد. درخت مدل، درخت تصمیم سنتی را با احتمال توابع رگرسیونی خطی در برگ‌ها ترکیب می‌کند. این روش به‌نسبت شفاف است، زیرا ساختار تصمیم، واضح است و توابع رگرسیونی به طور عادی شامل تعداد زیادی متغیر نیست. ونگ[5] و ویتن[6] (۱۹۹۷) کاربرد جدیدی از یک درخت مدل بر اساس مدل کوینلن (۱۹۹۲) به‌نام M5' ارائه دادند که این مدل جدید، بهتر از مدل قبلی عمل می‌کند. هم‌چنین، مدل جدید اندازه درخت را به‌گونه‌ای چشمگیر، ولی عملکرد پیش‌بینی را به میزان اندکی کاهش می‌دهد. در این پژوهش، از این درخت تصمیم (که پیش‌فرض نرم‌افزار Weka است) استفاده می‌شود. همچنین، از رگرسیون

1. Node
2. Beach
3. Leaf
4. Model Tree
5. Wang
6. Witten

خطی برای پیش‌بینی بازده سهام و به‌منظور مقایسه با روش غیرخطی درخت تصمیم استفاده می‌شود.

روش گردآوری داده‌ها و اطلاعات

در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. مبانی نظری پژوهش از کتب، مجلات و سایت‌های تخصصی فارسی و لاتین گردآوری شده و داده‌های مالی مورد نیاز با مراجعه به سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران، صورت‌های مالی شرکت‌ها و همچنین با استفاده از نرم‌افزارهای تدبیرپرداز و ره‌آورد نوین گردآوری شده است. در مرحله اول با بررسی ادبیات و پیشینه پژوهش (شامل حدود ۲۵۰ مقاله فارسی و انگلیسی)، حدود ۱۵۰ متغیر پیش‌بین اولیه شناسایی شد. از بین متغیرهای شناسایی شده، ۵۲ متغیری که بیشتر در ادبیات مربوط به تبیین یا پیش‌بینی بازده سهام استفاده شده و داده‌های مورد نیاز برای سنجش آن‌ها از طریق پایگاه‌های ذکر شده در دسترس بود، انتخاب شد. در این راستا، سعی شد که هم متغیرهای حسابداری (اقلام مبتنی بر ترازنامه، صورت سود و زیان و صورت جریان وجوه نقد) و هم متغیرهای بازار استفاده و محتوای اطلاعاتی آن‌ها مدنظر قرار گیرد. جدول شماره (۱)، میانگین این متغیرها را در شرکت‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. در این جدول، متغیرهایی که به صورت تغییرات (Δ) نشان داده شده است، بیانگر درصد رشد سالانه متغیر مزبور می‌باشد. بتای هر سهم نیز از تقسیم کوواریانس بازده سهم و بازده بازار به واریانس بازده بازار به‌دست آمده است. برای محاسبه بتا در سال t از اطلاعات ماهانه بازده سهام و بازده بازار برای پنج ساله منتهی به سال t استفاده شده است. اقلام تعهدی نیز تفاوت بین سود عملیاتی و جریان نقد حاصل از فعالیت‌های عملیاتی است. در ادامه، با استفاده از روش انتخاب متغیر ریلیف در نرم‌افزار Weka، از بین ۵۲ متغیر ذکر شده، متغیرهای بهینه، انتخاب شده است. روش انتخاب متغیر ریلیف، ۵۲ متغیر اولیه را رتبه‌بندی می‌کند که در این پژوهش (طبق پیش‌فرض نرم‌افزار Weka) از ۱۰ متغیر اول رتبه‌بندی شده این روش استفاده شده است (این متغیرها به ترتیب رتبه، عبارتند از: متغیرهای ردیف‌های ۲، ۲۴، ۳۷، ۳۰ ، ۴۹، ۴۷، ۷، ۱۵، ۴۸ و ۴۶ در جدول شماره ۱). همچنین، با استفاده از نرم‌افزار SPSS، روش تحلیل عاملی منجر به استخراج ۲۰ عامل گردید که این عوامل حدود ۷۶ درصد از تغییرپذیری متغیرهای اولیه را حفظ می‌کند. شایان ذکر است که در انجام تحلیل عاملی ابتدا باید از این مسأله اطمینان حاصل شود که آیا می‌توان داده‌های موجـود را برای تحلیل عاملی، مورد استفاده قرار داد یا خیر.

به عبارت دیگر آیا تعداد داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند یا خیر. بدین منظور از شاخص KMO[1] و آزمون بارتلت استفاده می‌شود. مقادیر بزرگ شاخص KMOعموما نشان می‌دهند که تحلیل عاملی ممکن است برای داده‌ها سودمند باشد. اگر مقدار این شاخص کمتر از ۰/۵ باشد، نتایج تحلیل عامل احتمالا خیلی سودمند نیست (مؤمنی و فعال قیومی، ۱۳۸۶). اگر مقدار احتمال آزمون بارتلت کوچکتر از ۵ درصد باشد تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار (مدل عاملی) مناسب است؛ زیرا فرض شناخته شده بودن ماتریس همبستگی رد می‌شود (مؤمنی و فعال قیومی، ۱۳۸۶). در این پژوهش، شاخص KMO برابر ۰/۶۱۱ و مقدار احتمال آزمون بارتلت کمتر از ۰/۰۵ و بنابراین، اجرای تحلیل عاملی در داده‌های مورد بررسی، امکان پذیر بود.

جدول ۱- متغیرهای مستقل (پیش‌بین) و میانگین آن

ردیف	نام متغیر	نحوه سنجش	میانگین	ردیف	نام متغیر	نحوه سنجش	میانگین
۱	Size	$Log\ MV_{(t-1)}$	۱۲/۴۶	۲۷	Δ OPM	Δ (OI/S)	۰/۰۵۴
۲	E/P	NI/P	۰/۲۴۱	۲۸	NPM	NI/S	۰/۱۷
۳	BV/MV	BV/MV	۰/۱۸۴	۲۹	Δ NPM	Δ (NI/S)	۰/۰۰۵
۴	Lev	TL/TA	۰/۶۷۳	۳۰	R_t	R_t	۰/۲۶۱
۵	TL/E	TL/E	۲/۰۵۸	۳۱	Cov	EBIT/Int	۹۵/۹۵۹
۶	ROA	NI /TA	۰/۱۴۵	۳۲	OCF	$OCF/MV_{(t-1)}$	۰/۱۱۲
۷	Δ ROA	Δ (NI /TA)	-۰/۱۲۸	۳۳	Δ OCF	$\Delta\ OCF/MV_{(t-1)}$	۰/۰۳۱
۸	ROE	NI/E	۰/۳۱۵	۳۴	IRFEF	$IRFEF\ /MV_{(t-1)}$	۰/۰۰۲
۹	Δ ROE	Δ (NI/E)	-۰/۰۷۴	۳۵	ICF	$ICF/MV_{(t-1)}$	-۰/۰۶۹
۱۰	Beta	Beta	۰/۳۴۵	۳۶	FCF	$FCF/MV_{(t-1)}$	-۰/۳۵۴
۱۱	EPS	EPS	۷۹۹/۵۷۹	۳۷	Δ S	Δ S	۰/۲۴۳
۱۲	DPS	DPS	۴۷۹/۱۱۴	۳۸	Δ A	Δ A	۰/۲۱۹
۱۳	$EPS/P_{(t-1)}$	$EPS/p_{(t-1)}$	۰/۳۱۶	۳۹	Δ E	Δ E	۰/۲۴۹
۱۴	$DPS/P_{(t-1)}$	$DPS/p_{(t-1)}$	۰/۱۹۱	۴۰	OI / TA	OI / TA	۰/۱۷۱
۱۵	Δ DPS	Δ DPS	۰/۲۹۶	۴۱	Δ OI / TA	Δ (OI / TA)	۰/۱۲۵
۱۶	CR	CA/CL	۱/۶۷۴	۴۲	ACC	$ACC / MV_{(t-1)}$	۰/۰۸۲

1. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

۰/۱۴۲	TV/ OS	Turn	۴۳	۰/۸۷۵	(CA-Inv) / CL	QR	۱۷
۸۶۷۲	NT	NT	۴۴	۴/۱۰۸	COGS/ $Inv_{(ave)}$	Inv Turn	۱۸
۰/۶۲۱	DPS / EPS	DPR	۴۵	۰/۱۵۴	Δ COGS/ $Inv_{(ave)}$	Δ Inv Turn	۱۹
۰/۱۴۳	$OI / MV_{(t-1)}$	OI	۴۶	۵/۱۴۳	S/FA	FA Turn	۲۰
۰/۱۱۷	Δ OI	Δ OI	۴۷	۰/۰۹۴	Δ S/FA	Δ FA Turn	۲۱
۰/۱۲۷	$NI / MV_{(t-1)}$	NI	۴۸	۰/۸۰۸	S/TA	TA turn	۲۲
۰/۲۲۳	Δ NI	Δ NI	۴۹	۰/۱۴۷	Δ S/TA	Δ TA turn	۲۳
۰/۱۵۶	$CI / MV_{(t-1)}$	CI	۵۰	۰/۲۶۴	GP/S	GPM	۲۴
۰/۲۶۲	Δ CI	Δ CI	۵۱	۰/۰۶۴	Δ GP/S	Δ GPM	۲۵
۰/۰۶۲	WC/TA	WC/TA	۵۲	۰/۲۱۱	OI/S	OPM	۲۶

حقوق صاحبان سهام:E کل دارایی‌ها:TA کل بدهی‌ها :TL ارزش دفتری:BV قیمت :P ارزش بازار :MV اندازه شرکت:Size
دارایی‌های جاری:CA سود تقسیمی هر سهم :DPS سود هر سهم :EPS ریسک سیستماتیک :Beta سود خالص :NI
:GP دارایی‌های ثابت :FA فروش :S بهای تمام شده کالای فروش رفته :COGS موجودی کالا :Inv بدهی‌های جاری:CL
جریان نقد عملیاتی :OCF سود قبل بهره و مالیات :EBIT هزینه‌های مالی :Int بازده سهام :R سود عملیاتی :OI سود ناخالص
:FCF جریان نقد فعالیت‌های سرمایه‌گذاری :ICF جریان نقد بازده سرمایه گذاری‌ها و سود پرداختی بابت تامین مالی :IRFEF
:CI تعداد دفعات مبادله :NT تعداد سهام منتشره :OS حجم مبادلات :TV اقلام تعهدی:ACC جریان نقد فعالیت‌های تامین مالی
سرمایه در گردش :WC سود جامع

متغیرهای پژوهش

متغیرهای مستقل اولیه و همچنین متغیرهای (عامل‌های) منتخب (استخراج شده) در روش‌های ریلیف و تحلیل عاملی در بخش قبل تشریح شد. متغیر وابسته در این پژوهش، بازده سهام است که مشابه پژوهش‌های پیشین (به‌عنوان نمونه، دستگیر و خدابنده، ۱۳۸۲ و ثقفی و شعری، ۱۳۸۳) از تقسیم مجموع عایدات یک سهم در طول دوره مالی (تفاوت قیمت سهام اول و آخر دوره، سود نقدی، مزایای حق تقدم و مزایای سود سهمی) بر قیمت سهم در ابتدای دوره، محاسبه می‌شود. به‌منظور افزایش دقت محاسبه، بازده سهام به‌صورت ماهانه محاسبه و میانگین هندسی بازده ماهانه برای یک سال، به‌عنوان بازده سالانه درنظر گرفته شده است. بازده میانگین هندسی، بازده‌های تجمعی و ترکیبی مربوط به گذشته را اندازه‌گیری می‌کند. در طول چند دوره، میانگین هندسی، میانگین نرخ رشد صحیح‌تری نسبت به میانگین حسابی را نشان می‌دهد (فبوزی و مارکویتز، ۲۰۰۲ و تهرانی و نوربخش، ۱۳۸۶).

جامعه آماری و نمونه پژوهش

جامعه آماری این پژوهش، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲ می‌باشد. از این جامعه، بدون انجام نمونه‌گیری، شرکت‌های حائز شرایط زیر به عنوان نمونه انتخاب شده است:

۱- تا پایان اسفندماه سال ۱۳۸۲ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند.

۲- سال مالی آن‌ها منتهی به پایان اسفندماه بوده و در دوره زمانی مورد بررسی، تغییری در آن ایجاد نشده باشد.

۳- جزء شرکت‌های تولیدی باشد و ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام آن‌ها در دوره مورد بررسی، مثبت باشد (نمازی و کرمانی، ۱۳۸۷ و نمازی و ابراهیمی، ۱۳۹۱).

۴- شرکت‌ها طی دوره مورد بررسی، فعالیت مستمر داشته و سهام آن‌ها بدون وقفه با اهمیت مورد معامله قرار گرفته باشد (مشابه پژوهش‌های ظریف‌فرد و ناظمی، ۱۳۸۳ و خواجوی و ناظمی، ۱۳۸۴ حداقل ۴۰ مبادله در سال).

۵- اطلاعات مالی مورد نیاز برای انجام این پژوهش را در دوره زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲ بطور کامل ارائه کرده باشند.

با توجه به بررسی‌های انجام شده، تعداد ۱۰۱ شرکت در دوره زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۲ حائز شرایط فوق بوده و مورد بررسی قرار گرفته است.

روش آزمون فرضیه‌ها

پس از مشخص شدن متغیرها و عامل‌های بهینه به‌وسیله هر یک از روش‌های کاهش متغیر، از روش رگرسیون خطی و درخت تصمیم برای پیش‌بینی بازده سهام در هر سه حالت (استفاده از ۵۲ متغیر اولیه، متغیرهای انتخاب شده در روش ریلیف و عامل‌های استخراج شده در روش تحلیل عاملی) استفاده شده است. به‌منظور ارزیابی میزان سودمندی روش‌های مختلف کاهش متغیر، معیارهای ارزیابی (میانگین قدرمطلق درصد خطا، مجذور مربع میانگین خطا و ضریب تعیین) حاصل از پیش‌بینی با متغیرها و عامل‌های انتخاب و استخراج شده در هر یک از این روش‌ها با یکدیگر و همچنین با معیارهای ارزیابی حاصل از عدم انجام مرحله انتخاب متغیرهای پیش‌بین در روش رگرسیون خطی و درخت تصمیم مقایسه می‌شود. منظور از عدم انجام مرحله انتخاب متغیرهای پیش‌بین، پیش‌بینی با استفاده از ۵۲ متغیر پیش‌بین (قبل از کاهش تعداد متغیرها) است. معیارهای مزبور، متداول‌ترین

معیارهای ارزیابی عملکرد در مسائل پیش‌بینی محسوب می‌شود. بالاتر بودن ضریب تعیین و پایین‌تر بودن دو معیار دیگر بیانگر عملکرد بهتر پیش‌بینی است. شایان ذکر است که در این پژوهش، از داده‌های یک سال قبل شرکت‌ها برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده شده است.

کاهش متغیرها (به استثنای روش تحلیل عاملی که با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شده است) و پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نرم‌افزار Weka نسخه ۷-۳، انجام شده است. به‌منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش نیز از آزمون t زوجی (براساس صد دقت حاصل از اجرای روایی متقابل ۱۰ بخشی[1] با ۱۰ بار تکرار در هر روش پیش‌بینی) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد.

به منظور بررسی تعمیم‌پذیری پیش‌بینی‌های انجام شده از روایی متقابل ۱۰ بخشی استفاده می‌شود. روایی متقابل ۱۰ بخشی برای برآورد نرخ خطای واقعی کاملاً قابل‌اتکا و کافی است (هو[2]، ۲۰۱۰). در این روش، نمونه اصلی به ۱۰ دسته نمونه فرعی مختلف تقسیم می‌شود. ۹ نمونه فرعی به‌عنوان نمونه‌های آموزشی استفاده می‌شود و نمونه فرعی باقی‌مانده به‌عنوان نمونه آزمایشی، مورد آزمون قرار می‌گیرد. این شیوه تا حدی تکرار می‌شود که هر یک از ۱۰ نمونه فرعی به‌عنوان نمونه آزمایشی مورد آزمون قرار گیرد. در این پژوهش، روایی متقابل ۱۰ بخشی، با استفاده از اجزای مختلف مجموعه داده‌ها، به‌طور مستقل، ۱۰ بار انجام خواهد شد (روایی متقابل ۱۰ بخشی با ۱۰ بار تکرار).

یافته‌های تجربی پژوهش

برای آزمون هر یک از فرضیه‌ها و بررسی وجود تفاوت معنادار بین عملکرد پیش‌بینی در حالت استفاده از متغیرهای (یا عامل‌های) منتخب و استفاده از ۵۲ متغیر اولیه از آزمون t زوجی استفاده شده است. در این راستا، از دقت‌های حاصل از روایی متقابل ۱۰ بخشی با ۱۰ بار تکرار استفاده شده که منجر به ایجاد ۱۰۰ دقت در هر بار پیش‌بینی می‌شود.

جدول شماره ۲، میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE)، مجذور مربع میانگین خطا (RMSE) و ضریب تعیین (R^2) مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را با استفاده از درخت تصمیم در دو حالت (براساس ۱۰ متغیر منتخب روش ریلیف و ۵۲ متغیر اولیه) نشان میدهد. با توجه به آماره t و مقدار احتمال مربوطه، تفاوت معناداری بین معیارهای عملکرد

1. 10-Fold Cross Validation
2. Hu

پیش‌بینی درخت تصمیم در زمان استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف و استفاده از ۵۲ متغیر اولیه وجود دارد. بنابراین، با توجه به بهتر بودن معیارهای عملکرد در حالت استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف نسبت به استفاده از کل متغیرها و معنادار بودن آن از نظر آماری می‌توان استنباط کرد که روش انتخاب متغیر ریلیف، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد پیش‌بینی دارد؛ زیرا به‌رغم کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین (از ۵۲ به ۱۰ متغیر)، عملکرد پیش‌بینی بهتر شده است.

جدول ۲: میانگین عملکرد درخت تصمیم با متغیرهای منتخب ریلیف و کل متغیرها

متغیرها / معیار عملکرد	براساس متغیرهای منتخب ریلیف	براساس کل متغیرهای اولیه	آماره **t**	مقدار احتمال
RMSE	۳۴/۲۵۸	۵۸/۲۴۸	۵/۶۵۲	۰/۰۰۰
MAPE	۰/۱۲۶	۰/۲۰۵	۴/۸۵۴	۰/۰۰۰
R^2	۰/۵۴۴	۰/۲۷۴	۶/۷۵۲	۰/۰۰۰

جدول شماره ۳، میانگین معیارهای ارزیابی مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را با استفاده از درخت تصمیم در دو حالت (براساس ۲۰ عامل استخراج شده در روش تحلیل عاملی و ۵۲ متغیر اولیه) نشان می‌دهد. با توجه به آماره t و مقدار احتمال مربوطه، تفاوت معناداری بین معیارهای RMSE و R^2 درخت تصمیم در زمان استفاده از عامل‌های استخراج شده روش تحلیل عاملی و استفاده از ۵۲ متغیر اولیه وجود دارد. بنابراین، با توجه به بهتر بودن اغلب معیارهای عملکرد در حالت استفاده از عامل‌های مستخرج روش تحلیل عاملی نسبت به استفاده از کل متغیرها و معنادار بودن آن از نظر آماری می‌توان استنباط کرد که روش استخراج متغیر تحلیل عاملی، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد پیش‌بینی درخت تصمیم دارد؛ زیرا به‌رغم کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین (از ۵۲ متغیر به ۲۰ عامل)، عملکرد پیش‌بینی بهتر شده است.

جدول ۳: میانگین عملکرد درخت تصمیم با عامل‌های تحلیل عاملی و کل متغیرها

متغیرها / معیار عملکرد	براساس عامل‌های تحلیل عاملی	براساس کل متغیرهای اولیه	آماره **t**	مقدار احتمال
RMSE	۵۲/۶۲۷	۵۸/۲۴۸	۳/۷۹۱	۰/۰۰۰
MAPE	۰/۱۹۶	۰/۲۰۵	۱/۳۶۴	۰/۱۷۶
R^2	۰/۳۴۵	۰/۲۷۴	۴/۱۲۷	۰/۰۰۰

جدول شماره ۴، میانگین معیارهای ارزیابی مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را با استفاده از رگرسیون خطی در دو حالت (براساس ۱۰ متغیر منتخب روش ریلیف و ۵۲ متغیر اولیه) نشان می‌دهد. با توجه به آماره t و مقدار احتمال مربوطه، تفاوت معناداری بین معیارهای عملکرد پیش‌بینی روش خطی در زمان استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف و استفاده از ۵۲ متغیر اولیه وجود دارد. بنابراین، با توجه به بهتر بودن معیارهای عملکرد در حالت استفاده از متغیرهای منتخب روش ریلیف نسبت به استفاده از کل متغیرها و معنادار بودن آن از نظر آماری می‌توان استنباط کرد که روش انتخاب متغیر ریلیف، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد پیش‌بینی رگرسیون خطی دارد؛ زیرا به‌رغم کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین (از ۵۲ به ۱۰ متغیر)، عملکرد پیش‌بینی بهتر شده است.

جدول ۴: میانگین عملکرد رگرسیون خطی با متغیرهای منتخب ریلیف و کل متغیرها

متغیرها / معیار عملکرد	براساس متغیرهای منتخب ریلیف	براساس کل متغیرهای اولیه	آماره **t**	مقدار احتمال
RMSE	۷۱/۶۱۷	۸۹/۲۴۷	۶/۸۵۳	۰/۰۰۰
MAPE	۰/۳۲۲	۰/۵۱۲	۶/۴۲۸	۰/۰۰۰
$\mathbf{R^2}$	۰/۱۷۲	۰/۰۴۱	۳/۹۲۴	۰/۰۰۰

جدول شماره ۵، معیارهای ارزیابی مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را با استفاده از رگرسیون خطی در دو حالت (براساس ۲۰ عامل استخراج شده در روش تحلیل عاملی و ۵۲ متغیر اولیه) نشان می‌دهد. با توجه به آماره t و مقدار احتمال مربوطه، تفاوت معناداری بین عملکرد پیش‌بینی درخت تصمیم در زمان استفاده از عامل‌های استخراج شده روش تحلیل عاملی و استفاده از ۵۲ متغیر اولیه وجود دارد. بنابراین، با توجه به بهتر بودن معیارهای عملکرد در حالت استفاده از عامل‌های روش تحلیل عاملی نسبت به استفاده از کل متغیرها و معنادار بودن آن از نظر آماری می‌توان استنباط کرد که روش تحلیل عاملی، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد پیش‌بینی دارد؛ زیرا به‌رغم کاهش تعداد متغیرهای پیش‌بین (از ۵۲ متغیر به ۲۰ عامل)، عملکرد پیش‌بینی بهتر شده است.

جدول ۵: میانگین عملکرد رگرسیون خطی با عامل‌های تحلیل عاملی و کل متغیرها

متغیرها / معیار عملکرد	براساس عامل‌های تحلیل عاملی	براساس کل متغیرهای اولیه	آماره **t**	مقدار احتمال
RMSE	۸۶/۸۹۵	۸۹/۲۴۷	۳/۲۱۶	۰/۰۰۰
MAPE	۰/۴۷۶	۰/۵۱۲	۳/۲۸۴	۰/۰۰۰
R^2	۰/۱۰۲	۰/۰۴۱	۳/۵۲۸	۰/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

مرحله انتخاب متغیرهای پیش‌بین به عنوان یکی از مراحلی است که باید قبل از پیش‌بینی استفاده شود و گامی موثر در انتخاب اطلاعات ارزشمندتر در بین اطلاعات وسیع است. به عبارت دیگر، هدف این مرحله، فیلتر کردن اطلاعات نامربوط یا اضافی است و در نتیجه می‌تواند عملکرد مدل را با کاهش تلاش برای آموزش بهبود بخشد. علی رغم اهمیت مرحله انتخاب متغیرهای پیش‌بین قبل از پیش‌بینی، این مرحله کمتر در ادبیات پیش‌بینی بازده سهام بررسی شده است و بیشتر مطالعات بر ایجاد مدل‌های پیش‌بینی اثربخش‌تر با قابلیت‌های پیش‌بینی بهتر، بدون توجه به انتخاب متغیرهای پیش‌بین، تأکید داشته‌اند. در این پژوهش، به بررسی سودمندی روش انتخاب متغیر ریلیف و روش استخراج متغیر تحلیل عاملی پرداخته شد. به منظور کسب نتایج تجربی قابل مقایسه، از روش غیرخطی درخت تصمیم و رگرسیون خطی برای پیش‌بینی استفاده شد. به‌طور کلی، یافته‌های پژوهش حاکی از تأثیر مثبت استفاده از روش‌های کاهش متغیر (نسبت به عدم استفاده از این روش‌ها و پیش‌بینی با استفاده از ۵۲ متغیر) بر عملکرد پیش‌بینی بازده سهام در روش خطی و غیرخطی پیش‌بینی مورد بررسی و همچنین برتری روش ریلیف نسبت به تحلیل عاملی است. به عبارت دیگر، در صورت استفاده از متغیرهای منتخب روش‌های کاهش متغیر، میانگین ضریب تعیین افزایش و میانگین قدرمطلق درصد خطا و مجذور مربع میانگین خطا کاهش می‌یابد. دلیل برتری معیارهای عملکرد در حالت انجام مرحله انتخاب متغیرها نسبت به عدم انجام این مرحله، مسأله اضافه‌بار ابعاد می‌باشد. به نظر می‌رسد اضافه کردن متغیرهای بیشتر، پارازیت و در نتیجه خطا را افزایش می‌دهد و اضافه کردن متغیرها تا یک حد معین می‌تواند به بهبود پیش‌بینی کمک کند و اضافه کردن بیشتر متغیرها منجر به مسأله اضافه‌بار ابعاد می‌شود. افزون براین، یافته‌های پژوهش حاکی از برتری روش غیرخطی درخت

تصمیم نسبت به رگرسیون خطی است، زیرا در زمان پیش‌بینی با درخت تصمیم، معیارهای عملکرد پیش‌بینی بهتر از زمان پیش‌بینی با رگرسیون خطی است. به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل برتری عملکرد روش‌های غیرخطی نسبت به رگرسیون خطی، احراز نشدن مفروضات رگرسیون خطی در داده‌های مورد بررسی و همچنین ماهیت غیرخطی روابط پیچیده بین متغیرهای بررسی شده است. این نتیجه، با نظریه آشوب (بی‌نظمی) و پویایی‌های غیرخطی نیز سازگار است.

با توجه به یافته‌های این پژوهش، مبنی بر تأثیر مثبت استفاده از روش‌های کاهش متغیر (نسبت به عدم استفاده از این روش‌ها) بر عملکرد پیش‌بینی بازده سهام، به سرمایه‌گذاران و سایر استفاده‌کنندگان پیشنهاد می‌شود در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری مبنی بر خرید و فروش سهام، کاهش خطر سبد سرمایه‌گذاری و ارزیابی ریسک شرکت و سایر تصمیم‌گیری‌ها مرحله کاهش متغیر را انجام دهند و صرفاً بر اساس پژوهش‌های گذشته، متغیرهای پیش‌بین را انتخاب نکنند. به سایر پژوهشگران نیز پیشنهاد می‌شود که از سایر روش‌های کاهش متغیر و همچنین سایر روش‌های غیرخطی پیش‌بینی برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده کنند.

محدودیت‌ها و پیشنهادهای پژوهش

در انجام این پژوهش، محدودیت‌هایی وجود داشته که ممکن است بر نتایج و یافته‌های پژوهش تأثیرگذار باشد:

۱. نبود داده‌های مورد نیاز و قابل اتکا برای محاسبه متغیرهای پژوهش در مورد برخی از شرکت‌ها یا در برخی سال‌ها، موجب حذف آن‌ها از نمونه آماری شد که این امر بر قابلیت تعمیم نتایج به جامعه آماری تأثیر می‌گذارد. اگر این محدودیت وجود نداشت، امکان بررسی شرکت‌های بیشتری وجود داشت و با اطمینان بیشتری نتایج حاصل به کل جامعه قابل تعمیم بود.

۲. بسیاری از شرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ایران (به‌ویژه شرایط تورمی کشور و عدم تهیه صورت‌های مالی تعدیل شده) بر یافته‌های پژوهش مؤثر است که کنترل آن‌ها از حیطه توان پژوهشگر خارج بوده است.

با توجه به یافته‌های این پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. با توجه به تأثیر مثبت استفاده از روش‌های کاهش متغیرهای پیش‌بین نسبت به عدم استفاده از این روش‌ها بر عملکرد پیش‌بینی بازده سهام، به سرمایه‌گذاران و سایر

استفاده‌کنندگان پیشنهاد می‌شود که در پیش‌بینی بازده سهام، مرحله کاهش متغیرها را انجام دهند و صرفاً بر اساس پژوهش‌های گذشته متغیرهای پیش‌بین را انتخاب نکنند. با توجه به عملکرد بهتر روش ریلیف نسبت به تحلیل عاملی، استفاده از این روش به منظور انتخاب متغیرهای بهینه توصیه می‌شود.

۲. با توجه به متغیرهای بهینه انتخاب شده در روش ریلیف (از قبیل رشد فروش، رشد سود عملیاتی و رشد سود خالص)، استفاده از تحلیل تکنیکی در خصوص اطلاعات صورت سود و زیان توصیه می‌شود.

۳. با توجه به عملکرد بهتر روش غیرخطی درخت تصمیم نسبت به رگرسیون خطی، به سرمایه‌گذاران و سایر استفاده کنندگان پیشنهاد می‌شود در تصمیم‌گیری‌های سرمایه-گذاری مبنی بر خرید و فروش سهام، کاهش خطر سبد سرمایه‌گذاری و ارزیابی ریسک شرکت و سایر تصمیم‌گیری‌ها از این روش غیرخطی پیش‌بینی استفاده کنند.

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش و محدودیت‌های آن، پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های بعدی ارائه می‌شود:

۱. پیش‌بینی بازده سهام برای دوره‌های کوتاه مدت کم‌تر از یک سال (صورت‌های مالی میان دوره‌ای).

۲. پیش‌بینی بازده سهام در شرکت‌های مالی، سرمایه‌گذاری و بانک‌ها.

۳. پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از سایر روش‌های پیش‌بینی غیرخطی از قبیل شبکه‌های عصبی-فازی و همچنین سایر روش‌های انتخاب متغیر از قبیل مبتنی بر همبستگی.

منابع

ابریشمی، حمید(۱۳۸۷). *مبانی اقتصادسنجی*، جلد دوم، چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

آذر، عادل و کریمی، سیروس(۱۳۸۸). «پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی»، *تحقیقات مالی*، دوره یازدهم، شماره ۲۸، ص‌ص. ۳-۲۰.

تهرانی، رضا و نوربخش، عسکر. (برگردانندگان) (۱۳۸۶) *مدیریت سرمایه‌گذاری*، چاپ سوم، تهران: انتشارات نگاه دانش.

ثقفی، علی و شعری، صابر(۱۳۸۳) «نقش اطلاعات بنیادی حسابداری در پیش‌بینی بازده سهام»، *فصلنامه مطالعات حسابداری*، شماره ۸، ص‌ص. ۸۷-۱۲۰.

جعفری، بهزاد و آذر، عادل(۱۳۹۲) «درخت تصمیم فازی؛ رویکردی نوین در تدوین استراتژی»، *پژوهش‌های مدیریت عمومی*، سال ششم، شماره ۱۹، ص‌ص. ۲۵-۳۹.

چالاکی، پری و یوسفی، مرتضی (۱۳۹۱). «پیش‌بینی مدیریت سود با استفاده از درخت تصمیم‌گیری»، *مطالعات حسابداری و حسابرسی*، شماره ۱، ص‌ص. ۱۱۰-۱۲۳.

حساس‌یگانه، یحیی و متین حسن‌نژاد(۱۳۹۴) «فایده‌مندی اطلاعات ترازنامه و سود و زیان در مقایسه با اطلاعات سود و زیان برای توضیح بازده سهام»، *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، شماره ۴۶، ص‌ص. ۲۷-۶۲.

خدامی پور، احمد؛ دلدار، مصطفی و محسن چوپان(۱۳۹۲) «بررسی تأثیر عدم تقارن اطلاعاتی و چرخه عمر شرکت بر بازده آتی سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»، *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، شماره ۳۸، ص‌ص. ۱۴۳-۱۶۷.

خواجوی، شکراله و ناظمی، امین (۱۳۸۴) «بررسی ارتباط بین کیفیت سود و بازده سهام با تاکید بر نقش ارقام تعهدی در بورس اوراق بهادار تهران»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۴۰، ص‌ص. ۳۷-۶۰.

دستگیر، محسن و خدابنده، رامین(۱۳۸۲) «بررسی ارتباط بین محتوای اطلاعاتی اجزای اصلی صورت گردش وجه نقد با بازده سهام»، *مجله علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه شیراز*، دوره نوزدهم، شماره ۲، پیاپی ۳۸، ص‌ص. ۱۰۰-۱۱۲.

سرایی، حسن(۱۳۸۸) *رگرسیون چندمتغیری در پژوهش رفتاری*، چاپ سوم، تهران: انتشارات سمت.

ظریف‌فرد، احمد و ناظمی، امین (۱۳۸۳) «بررسی نقش سود حسابداری و جریان‌های نقدی در سنجش عملکرد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، شماره ۳۷، ص‌ص. ۹۳-۱۲۰.

عباسی، ابراهیم و باقری، سحر(۱۳۹۱) «پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از مدل‌های غیرخطی آستانه‌ای و بررسی نقش حجم معاملات در بهبود عملکرد این مدل‌ها»، *تحقیقات مالی*، دوره سیزدهم، شماره ۳۲، ص‌ص. ۹۱-۱۰۸.

عبده‌تبریزی، حسین و گنابادی، محمود(۱۳۷۵) «تردید در اعتبار مدل‌های مالی»، *مجله حسابدار*، شماره ۱۱۵، ص‌ص. ۱۳-۲۰.

کلانتری، خلیل(۱۳۸۵) *پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی- اقتصادی*، چاپ دوم، تهران: انتشارات شریف.

نصیرزاده، فرزانه (۱۳۹۲) «ارزیابی توانایی مدل‌های داده‌کاوی در پیش‌بینی قیمت سهام». *یازدهمین همایش ملی حسابداری ایران*، ۱۷ و ۱۸ مهرماه (۱۳۹۲)، دانشگاه فردوسی مشهد.

نمازی، محمد و ابراهیمی، شهلا (۱۳۹۱) «بررسی ارتباط بین ساختار رقابتی بازار محصول و بازده سهام»، *فصلنامه دانش حسابداری مالی*، سال دوم، شماره ۱ (پیاپی ۳)، ص‌ص. ۹-۲۷.

نمازی، محمد و غفاری، محمدجواد(۱۳۹۴) «بررسی اهمیت و نقش اطلاعات توانایی مدیران و نسبت‌های مالی به عنوان معیاری در انتخاب سبد بهینه سهام در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها)»، *فصلنامه حسابداری مالی*، شماره ۲۶، صص. ۱-۳۰.

نمازی، محمد و کرمانی، احسان(۱۳۸۷) «تأثیر ساختار مالکیت بر عملکرد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران»، *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*. شماره ۵۳. ص‌ص. ۱۰۰-۸۳.

منصورفر، غلام‌رضا؛ پیری، پرویز؛ و ضیایی، رضا (۱۳۹۴) «مدل‌سازی رفتار نوسانات بازده شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با به‌کارگیری رهیافت تحلیل عامل»، *مجله پیشرفت‌های حسابداری*، دوره هفتم، شماره اول، پیاپی ۶۸/۳، ص‌ص. ۱۶۷-۲۰۲.

همت‌فر، محمود و دیگران(۱۳۹۰) «روابط خطی و غیرخطی بین متغیرهای حسابداری و بازده سهام شرکت‌های صنعت خودرو و ساخت قطعات»، *پژوهشنامه حسابداری مالی و*

حسابرسی، سال سوم، شماره ۱۲، ص‌ص. ۱۳۷-۱۵۴.

Atiya, A. F. (2001). "Bankruptcy Prediction for Credit Risk Using Neural Networks: A Survey and New Results", *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 12, No. 4, pp. 929-935.

Boyacioglu, M. A. and D. Avci (2010). "An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) for the Prediction of Stock Market Return: The Case of the Istanbul Stock Exchange", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 12, pp. 7908–7912.

DeTienne, K. B.; DeTienne, D. H.; and S. A. Joshi (2003). "Neural Networks as Statistical Tools for Business Researchers", *Organizational Research Methods*, Vol. 6, No. 2, pp. 236-265.

Fabozzi, F. J. and H. M. Markowitz (2002). *The Theory and Practice of Investment Management*, 2nd Edition. John Wiley & Sons.

Gysen, M.; Huang, C. S.; and R. Kruger (2013). "The Performance of Linear Versus Non-Linear Models in Forecasting Returns on The Johannesburg Stock Exchange", *International Business & Economics Research Journal*, Vol. 12, No. 8, pp.985-994.

Gehr, A. (1978) "Some Tests of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of the Midwest Finance Association*, Vol. 7, pp. 91–105.

Hall, M. A. (2000) "Correlation-based Feature Selection for Discrete and Numeric Class Machine Learning", *Seventeenth International Conference on Machine Learning (June 29 - July 02), San Francisco, CA*, pp. 359-366.

Hu, Y. C. (2010) "Analytic Network Process for Pattern Classification Problems Using Genetic Algorithms", *Information Sciences*, Vol. 180, No. 13, pp. 2528–2539.

Jardin, P. (2010) "Predicting Bankruptcy Using Neural Networks and Other Classification Methods: The Influence of Variable Selection Techniques on Model Accuracy", *Neurocomputing*, Vol. 73, pp. 2047–2060.

Kanas, A. and A. Yannopoulos (2001) "Comparing Linear and Nonlinear Forecasts for Stock Returns", *International Review of Economics and Finance*, Vol. 10, No. 4, pp. 383-398.

Kira, K. and L. A. Rendell (1992) "A Practical Approach to Feature Selection", *Proceedings of International Conference on Machine Learning*, pp. 249 -256.

Lee, S. K. (2006). "On Classification and Regression Trees for Multiple Responses and Its Application", *Journal of Classification*, Vol. 23, No. 1, pp. 123-141.

Liang, D.; Tsai, C. H.; and Wu, H. T. (2015) "The Effect of Feature Selection on Financial Distress Prediction", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 73, pp. 289-297.

Lindenbaum, M.; Markovitch, S.; and D. Rusakov (2004)"Selective

Sampling for Nearest Neighbor Classifiers", *Machine Learning*, Vol. 2, pp. 125-152.

Liu, W. (2006) "A Liquidity-Augmented Capital Asset Pricing Model", *Journal of Financial Economics*, Vol. 82, No. 3, pp. 631-671.

Lo, S. C. (2010) "The Effects of Feature Selection and Model Selection on the Correctness of Classification", *Proceedings of the 2010 IEEE IEEM*, pp. 989-993.

McMillan, D. G. (2007) "Non-linear Forecasting of Stock Returns: Does Volume Help?", *International Journal of Forecasting*, Vol. 23, No. 1, pp. 115-126.

Mramor, D. and M. Pahor (1998) "Testing Nonlinear Relationship between Excess Rate of Return on Equity and Financial Rations", *23rd Meeting of the EURO Working Group on Financial Modelling*, pp. 119-134.

Mramor, D. and N. Mramor-Kosta (1997) "Accounting Ratios as Factors of Rate of Return on Equity", *New Operational Approaches for Financial Modelling, Physica-Verlag Heidelberg*, pp 335-348.

Olson, D. and C. Mossman (2003) "Neural Network Forecasts of Canadian Stock Returns Using Accounting Ratios", *International Journal of Forecasting*, Vol. 19, No. 3, pp. 453–465

Omran, M. and A. Ragab (2004) "Linear Versus Non-linear Relationships between Financial Ratios and Stock Returns: Empirical Evidence from Egyptian Firms", *Review of Accounting and Finance*, Vol. 3, No. 2, pp.84-102.

Robnik-Sikonja, M. and I. Kononenko (1997) "An Adaptation of Relief for Attribute Estimation in Regression", *Machine Learning, Proceedings of 14th International Conference on Machine Learning (ICML'97)*, pp. 296–304.

Roll, R. and Ross, S. A. (1980) "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of Finance*, Vol. 35, No. 5, pp. 1073–1103.

Setayesh, M. H.; Kazemnezhad, M.; Nikouei, M. A.; and S. Azadi (2012). "The Effectiveness of Fuzzy-Rough Set Feature Selection in the Prediction of Financial Distress: A Case of Iranian Context", *Wulfenia Journal*, Vol. 19, No. 10, pp. 268-287.

Subrahmanyam, A. (2010). "The Cross-Section of Expected Stock Returns: What Have We Learnt from the Past Twenty-Five Years of Research?", *European Financial Management*, Vol. 16, No. 1, pp. 27-42.

Tsai, C. F. (2009) "Feature Selection in Bankruptcy Prediction", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 22, No. 2, pp. 120–127.

Tsai, C. F. and Y.J. Chiou (2009) "Earnings Management Prediction:

A Pilot Study of Combining Neural Networks and Decision Trees", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 3, pp. 7183–7191.

Wang, Y. and I. H. Witten (1997) "Inducing Model Trees for Continuous Classes", *In Poster papers of the 9th European Conference on Machine Learning*, pp. 128-137.