

## بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام

مریم خانکشلو<sup>۱</sup>، نرگس حسینیان<sup>۲</sup> و لیلا احمدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد حسابداری، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، ایران (نویسنده مسئول)

Maryam.khankeshlo@gmail.com

<sup>۲</sup> گروه حسابداری، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، ایران.

<sup>۳</sup> گروه حسابداری، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، ایران.

### چکیده

مطالعه حاضر به بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام می‌پردازد. بدین منظور؛ اطلاعات ۱۰۸ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای یک دوره ده ساله (از ابتدای سال ۱۳۸۷ تا پایان سال ۱۳۹۶)، استخراج، متغیرهای پژوهش محاسبه و آزمون‌های آماری لازم صورت گرفت. روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی-همبستگی بوده و طرح آن از نوع تجربی و با استفاده از رویکرد پس‌رویدادی است که به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، از رگرسیون خطی چند گانه که مبتنی بر داده‌های ترکیبی بوده، استفاده شده که با استفاده از روش‌های آماری و اقتصادسنجی به بررسی و آزمون فرضیه‌ها پرداخته شده است. یافته‌های پژوهش؛ حاکی از آن است که رابطه مثبت و معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و قیمت سهام و رابطه منفی و معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: هزینه‌های تحقیق و توسعه، قیمت سهام، تغییرات قیمت سهام

## مقدمه

اصطلاح تحقیق و توسعه عبارت است از رشته فعالیت‌های مشخصی در یک کسب و کار. بنا به تعریف سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، تحقیق و توسعه به «کار خلاقانه‌ای گفته می‌شود که به‌طور سیستماتیک انجام می‌شود تا به دانش موجود بیفزاید و این دانش را برای ابداع کاربردهای تازه به‌کاربرد.» دسته‌بندی فعالیت‌های تحقیق و توسعه از شرکتی به شرکت دیگر متفاوت است، اما در مجموع شامل دو مدل اصلی می‌شود. در یک مدل، وظیفه اصلی یک گروه تحقیق و توسعه، توسعه و پیروان علمی و فناورانه به منظور توسعه محصولات، پروسه‌ها و خدمات ارزشمند و جدید. در اکثر فعالیت‌های یک شرکت بازدهی سریع سود یا بهبود سریع در عملکردها، با هدف تسریع در بازگشت سرمایه‌گذاری معمولاً مورد انتظار است، اما این موارد درباره هیچ‌کدام از مدل‌های ذکر شده از تحقیق و توسعه، صدق نمی‌کنند.

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

## بیان مساله

رشد و دگرگونی سریع روابط اقتصادی، منجر به رقابت شدیدی در عرصه تجارت، صنعت و سرمایه‌گذاری شده‌است. لذا شرکت‌ها برای بقا و گسترش فعالیت‌های خود، نیاز به انجام سرمایه‌گذاری‌های مناسب و به موقع دارند. گزارش‌های مالی شرکت‌ها باید اطلاعاتی فراهم نماید که برای سرمایه‌گذاران بالقوه و بالفعل، بستانکاران و سایر استفاده‌کنندگان در سرمایه‌گذارهای منطقی، اعطای اعتبار و تصمیمات مشابه سودمند باشند. گزارش‌های مالی بایستی اطلاعات لازم برای ارزیابی وضعیت مالی و بنیه اقتصادی بنگاه، ارزیابی عملکرد توان سودآوری، ارزیابی چگونگی تامین مالی و مصرف وجوه نقد، ارزیابی چگونگی ایفای مسئولیت مباشرت مدیریت و انجام تکالیف قانونی و فراهم کردن اطلاعات مکمل برای درک بهتر اطلاعات مالی ارائه‌شده و پیش‌بینی وضعیت آتی را فراهم نماید. در نتیجه این گزارش‌ها اهمیت بسزایی در تحقق اهداف یاد شده دارند و افزایش کیفیت آنها می‌تواند موجب کارآتر بودن سرمایه‌گذاری‌های شرکت‌ها و حفظ و توسعه منابع آنها گردد. طبق تعریف یونسکو، تحقیق و توسعه در حقیقت انجام هر کار خلاق و نظام یافته به منظور توسعه ذخیره علمی از جمله دانش انسانی، فرهنگی، اجتماعی و استفاده از این دانش برای اختراع (طرح) کاربردهای جدید است. در طول حیات یک بنگاه با گذشت زمان، پارامترهای داخلی و خارجی بنگاه نیز تغییر می‌کند، این تغییرات می‌تواند باعث کاهش طول عمر محصول، کارا نبودن تکنولوژی ساخت و تولید، تغییر در الگوی مصرف جامعه، افزایش رقابت بین‌المللی و غیره باشد. بقای بنگاه‌ها در دنیای رقابتی امروز وابسته به قابلیت‌شان در پیش‌بینی نیازهای آینده، پیش‌بینی رشد تکنولوژی و قدرت نوآوری‌شان در محصولات فرآیندهای جدید و یا بهبود محصولات موجود جهت افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های تمام شده برای دستیابی به بازارهای جدید و نهایتاً افزایش توان رقابت است و از آنجایی که تحقیق و توسعه با شناسایی عوامل تغییر و پیش‌بینی مشکلات آینده، با بکارگیری نیروهای خلاق و هماهنگی فعالیت‌های نوآورانه سعی در توسعه بنگاه دارد، بنابراین یک مکانیزم داخلی رشد است (سلمانی‌پور سهی، ۱۳۹۱). قیمت سهام هر لحظه و بر اثر تغییرات عرضه و تقاضای بازار قابل تغییر است. اگر تعداد خریداران یک سهم از تعداد فروشندگان آن بیشتر باشد، یعنی تقاضای خرید یک سهم بیشتر از میزان عرضه آن برای فروش باشد، قیمت آن سهم افزایش می‌یابد و برعکس. درک عرضه و تقاضا و تغییرات قیمتی ناشی از آن بسیار آسان است، اما آنچه دشوار است، فهم آن چیزی است که به تغییرات عرضه و تقاضا در بازار سهام می‌انجامد و سبب می‌شود برخی خواهان یا خریدار سهم خاصی شوند و برخی دیگر، روی گردان یا فروشنده آن باشند (خاکپور، ۱۳۸۷). مطابق تئوری اقتصادی الگوی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای قیمت یک دارایی تابعی از ریسک و نوسانات شرطی آن است. لذا، پیش‌بینی نوسانات قیمت یا بازدهی سهام اهمیت زیادی در انتخاب پرتفوی، مدیریت دارایی‌ها و حتی قیمت‌گذاری سهام شرکت‌هایی که تازه وارد بورس می‌شوند دارد. توسعه همه جانبه و تعمق بازار سرمایه به عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی، نیازمند اعتماد عموم مشارکت‌کنندگان به کارایی و درستی آن در تعیین قیمت عادلانه اوراق بهادار است. یک سهم جدید در بازار هیچ قیمتی ندارد، زیرا هنوز در بازار آزاد معامله

نشده است (یو و هانگ، ۲۰۱۶). بنابراین این پرسش مطرح می‌شود که آیا رابطه معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام وجود دارد یا خیر؟

### مروری بر مطالعات صورت گرفته

#### مطالعات داخلی

آشناگر (۱۳۹۷) به بررسی سودمندی سود تقسیمی در تبیین قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات آقای لینتر در سال ۱۹۳۶ و آقای والت در سال ۱۹۷۳ که بیان کردند رابطه مثبتی بین سود سال آتی و تغییرات قیمت سال جاری وجود دارد و با فرضیه علامت‌دهی سود مطابقت و سازگاری داشت، همچنین با نتایج حاصل از نتایج تحقیقات آقایان چون چنانچنگ و پروین کومار که شواهدی را برای فرضیه علامت‌دهی سود تقسیمی ارائه دادند و به این نتیجه رسیدند که همبستگی مثبتی بین تغییرات سود تقسیمی جاری و سودهای آتی و بازده حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های بورس نیویورک در بین سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۷۹ وجود دارد، مطابقت داشت.

برزگری‌خانقاه و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر هزینه تحقیق و توسعه بر عملکرد شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این پژوهش تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر عملکرد شرکت‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، که از معیارهای سود عملیاتی، جریان‌های نقد عملیاتی و ارزش افزوده اقتصادی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها استفاده شده است. داده‌های پژوهش از تعداد ۶۳ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران برای دوره زمانی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ انتخاب و برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته و شیوه داده‌های ترکیبی استفاده گردیده است. نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهند که بین هزینه تحقیق و توسعه و سود عملیاتی ارتباط معنی‌داری نمی‌باشد. اما هزینه تحقیق و توسعه بر جریان نقد عملیاتی و ارزش افزوده اقتصادی دارای تأثیر مثبت می‌باشد.

فلاحتی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه و نوآوری بر سودآوری صنایع کارخانه‌ای با سطوح مختلف فناوری پرداختند. مطالعه حاضر در نظر دارد با استفاده از مبانی نظری که از فرایند بهینه‌سازی اقتصاد خرد بدست آمده است، به تحلیل عوامل موثر بر سودآوری صنایع کارخانه‌ای ایران با سطوح تکنولوژیکی مختلف (صنایع با تکنولوژی بالا و صنایع با تکنولوژی پایین) طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۷ بپردازد. از جمله این عوامل، سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه، شدت تبلیغات، شدت تمرکز و شدت سرمایه‌فیزیکی و شدت مانع ورود است. تأثیر هر یک از این عوامل بر سودآوری صنایع در هر یک از سطوح تکنولوژیکی با استفاده از رویکرد داده‌های پانلی مورد بررسی قرار گرفت، یافته‌ها نشان داد که کلیه این عوامل بر سودآوری صنایع با تکنولوژی بالا تأثیر مثبت داشته است و در صنایع با تکنولوژی پایین به ترتیب تأثیر منفی، بی معنی، منفی، مثبت و مثبت داشته است. علت تأثیرات منفی هزینه‌های تحقیقاتی و تبلیغاتی را بر سود صنایع با تکنولوژی پایین می‌توان هزینه بر بودن و زمان بر بودن و همچنین واردات بی رویه کالاهای مشابه دانست، از طرفی رفتار رقابتی این سطح از صنایع، منجر به تأثیر عکس شدت تمرکز بر سود شده است.

رضوی عراقی (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی تأثیر ضعف‌های عمده کنترل‌های داخلی بر قیمت سهام پرداخت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که عواملی چون عملیات جذب (ادغام) یا تحصیل و همچنین تجدید سازمان بر ضعف‌های عمده کنترل‌های داخلی تأثیر مثبت و معنادار و همچنین تجدید سازمان تأثیر مثبت و معناداری بر احتمال وقوع سقوط آتی قیمت سهام دارد و در نهایت ضعف‌های عمده کنترل‌های داخلی بر احتمال وقوع سقوط آتی قیمت سهام تأثیر مثبت و معناداری دارد.

خانی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر بازده سهام شرکت‌های داروسازی فعال در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نمونه آماری متشکل از ۷۹ شرکت دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و بازه زمانی پژوهش بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ است. مدل آماری به کار گرفته شده، مدل رگرسیون چند متغیره بوده است. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهد که بین هزینه‌های تحقیق و توسعه با بازده سهام رابطه‌ای معنی‌دار وجود ندارد. علاوه بر آن بین هزینه‌های تحقیق و توسعه و صرف ریسک نیز در پرتفوی پوشش ریسک، رابطه‌ای معنی‌دار یافت نشد.

فخاری (۱۳۹۳) در پژوهش خود به بررسی معیارهای سنجش اجتناب مالیاتی و رابطه آن با قیمت سهام پرداخت. نتایج این پژوهش حکایت از آن دارد که، نرخ موثر مالیاتی نقدی معیار مناسبی برای اندازه‌گیری اجتناب مالیاتی نمی‌باشد؛ چرا که این نرخ دو اثر متمایز اجتناب مالیاتی و مدیریت سود افزایشی را به صورت همزمان منعکس می‌نماید.

حقوقی اشکیکی (۱۳۹۲) به بررسی ارتباط بین قیمت سهام و عدم تقارن اطلاعاتی و ویژگی‌های شرکت پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد بین قیمت سهام و عدم تقارن اطلاعاتی رابطه مثبت ولی غیر معنادار وجود دارد. همچنین بین قیمت سهام با برخی ویژگی‌های شرکت از قبیل سودآوری، وضعیت نقدینگی، فرصت‌های رشد، اندازه شرکت و نسبت اهرمی رابطه مثبت و با ساختار دارایی رابطه منفی وجود داشت.

سلمانیپورسهی (۱۳۹۱) به بررسی روابط میان هزینه‌های تحقیق و توسعه (R&D) و ارزش ویژه برند (مطالعه موردی: شرکت صنایع شوینده پاکنام) پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که از میان مولفه‌های ارزش ویژه برند، تنها یک عامل (کیفیت ادراک شده) تحت تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه قرار نمی‌گرفت و سایر عوامل (وفاداری به برند، تداعی برند و آگاهی از برند)، دارای ارتباط معناداری با هزینه‌های تحقیق و توسعه بودند.

کارآمد (۱۳۹۱) به مقایسه تطبیقی تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران پرداخت. نتایج برآورد مدل‌های اصلی و فرعی نشان دهنده عدم وجود ارتباط معنادار بین متغیرهای مستقل تحقیق و رشد بهره‌وری در بخش کشاورزی است؛ در حالی که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش نفت و گاز بطور معنی‌دار و مثبت از همه متغیرهای مستقل تحقیق (هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و کیفیت نیروی انسانی) تاثیر می‌پذیرد. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت و معدن نیز تنها از کیفیت نیروی انسانی بطور معنادار موثر می‌باشد که ضریب این متغیر برای بخش صنعت و معدن مثبت است.

### مطالعات خارجی

سانجای<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر ریسک سیستماتیک بر قیمت سهام در مراحل مختلف چرخه عمر پرداخت و دریافت که اولاً ریسک سیستماتیک بر قیمت سهام تأثیر منفی و معناداری داشته و ثانیاً این تأثیر؛ در مراحل مختلف چرخه عمر؛ تفاوت معناداری با هم دارند.

یو و هانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) به بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام پرداختند. آنان دریافتند رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و قیمت سهام مثبت و معنادار و رابطه میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام منفی و معنادار است.

کیم و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) به بررسی سود سهام پرداختنی و قیمت سهام پرداختند. آنان دریافتند که با افزایش سود سهام پرداختنی، قیمت سهام افزایش می‌یابد و این تأثیر، با افزایش عدم تقارن اطلاعاتی و بروز بحران‌های مالی، کاهش می‌یابد.

کالن و فانگ<sup>۵</sup> (۲۰۱۵) به بررسی رابطه میان نرخ بهره کوتاه‌مدت و قیمت سهام پرداختند. نتایج حاصل از آزمون فرضیه پژوهش مذکور، حاکی از این امر داشت که بین نرخ بهره کوتاه‌مدت و قیمت سهام رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

کیم و لی<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها بر قیمت سهام پرداختند. آنان دریافتند که با افزایش مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها، قیمت سهام آنان افزایش می‌یابد.

الدماری و اسماعیل<sup>۷</sup> (۲۰۱۲) با بررسی نظام راهبری، قیمت سهام و کیفیت گزارشگری مالی به این نتیجه رسیدند: در شرکت‌هایی که یک رئیس با تجربه دارند، ارقام سود ماندگار هستند. نتایج همچنین نشان می‌دهند زمانیکه جریان‌های نقدی

2 Sanjai

3 Yu & Houg

4 Kim et al

5 Callen & Fung

6 Kim & Lee

7 AL-Dhamari and Ismail

آزاد مازاد بالا است، سود فعلی شرکت‌های با هیأت مدیره کوچک و اعضای کمیته حسابرسی مستقل، بیشتر احتمال دارد تا پایدار بمانند.

کالن و فانگ (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی رابطه بین سرمایه‌گذاران نهادی و ریزش قیمت سهام شرکت پرداختند. این تحقیق دو دیدگاه مخالف از سرمایه‌گذاران نهادی را مورد آزمون قرار داد: دیدگاه نظارتی در مقابل سلب مالکیت. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که شواهد محکمی در مورد رابطه معکوس بین مالکان نهادی و ریزش قیمت سهام در آینده وجود دارد.

### فرضیه‌های پژوهش

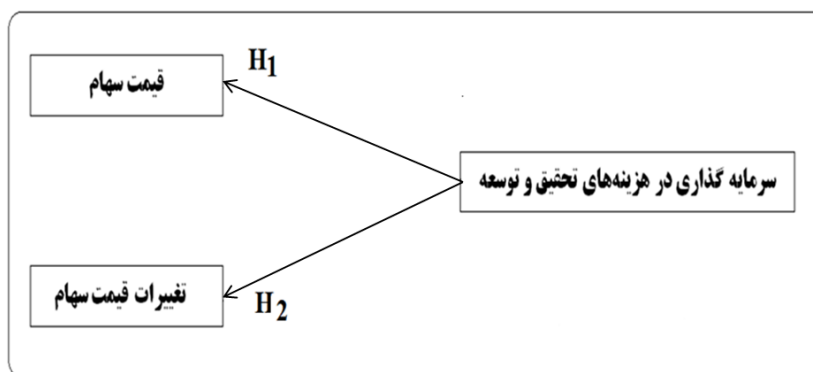
فرضیه اول: رابطه معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و قیمت سهام وجود دارد.

فرضیه دوم: رابطه معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام وجود دارد.

### امدل تحلیلی پژوهش

در ابتدا مدل مفهومی پژوهش بر اساس پژوهش یو و هانگ (۲۰۱۶) بشرح زیر تبیین می‌گردد.

#### مدل مفهومی پژوهش



منبع: یو و هانگ (۲۰۱۶)

در جهت آزمون فرضیه‌ها؛ از مدل رگرسیونی زیر استفاده خواهد شد.

$$= \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 \sum \text{CONTROLS} + \varepsilon_{it} \quad H1: P_{it}$$

$$= \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 \sum \text{CONTROLS} + \varepsilon_{it} \quad 2: \Delta P_{it}H$$

### متغیرهای پژوهش و شیوه ارزیابی آنان

#### \*متغیر مستقل

سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه

سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$RD = \frac{\text{هزینه‌های تحقیق و توسعه}}{\text{کل دارایی‌ها}}$$

#### \*متغیرهای وابسته

#### قیمت سهام

قیمت بازار سهام از طریق مراجعه به صورت‌های مالی شرکت‌های نمونه قابل دسترسی است.

#### تغییرات قیمت سهام

تغییرات قیمت سهام از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\Delta P = \frac{\text{قیمت سهام سال قبل} - \text{قیمت سهام سال جاری}}{\text{قیمت سهام سال قبل}}$$

#### \*متغیرهای کنترلی

### اهرم مالی

اهرم مالی از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$LEV = \frac{\text{کل بدهی‌ها}}{\text{کل دارایی‌ها}}$$

### اندازه شرکت

اندازه شرکت عبارت است از لگاریتم مجموع دارایی‌های شرکت در پایان سال.

$$SIZE = \ln(\text{all assets})$$

### فرصت‌های سودآوری

فرصت‌های سودآوری از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$MTB = \frac{\text{ارزش بازار هر سهم} * \text{تعداد سهام}}{\text{حقوق صاحبان سهام عادی}}$$

### نسبت جریان‌های نقدی

نسبت جریان‌های نقدی از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$CFO = \frac{\text{جریان‌های نقدی حاصل از فعالیت‌های عملیاتی}}{\text{کل دارایی‌ها}}$$

### روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی-همبستگی است که طرح آن از نوع تجربی و با استفاده از رویکرد پس‌رویدادی است. به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، از رگرسیون خطی چند متغیره که مبتنی بر داده‌های پانل و ترکیبی از سری‌های مقطعی و زمانی بوده، استفاده شده است که با استفاده از روش‌های آماری و اقتصادسنجی به بررسی تأثیر متغیر مستقل بر متغیر وابسته می‌پردازد.

### روش گردآوری داده‌ها

برای جمع‌آوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده شده و اطلاعات و داده‌های مورد نیاز جهت اثبات فرضیه‌های پژوهش، از طریق مطالعه صورت‌های مالی شرکت‌های موجود در جامعه آماری گردآوری شده و از صورت‌های مالی مندرج در بانک‌های اطلاعاتی و سایت اینترنتی سازمان بورس اوراق بهادار تهران استخراج شده است و برای تحلیل آنها از نرم افزارهای اس.پی.اس.اس نسخه ۲۲ و ایویوز نسخه ۸ استفاده شده است.

### روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

- استفاده از آزمون فروض کلاسیک و رگرسیون خطی چند متغیره جهت بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته،
- استفاده از روش‌های آمار توصیفی نظیر میانگین، واریانس و چارک جهت توصیف وضعیت عمومی توزیع داده‌های پژوهش،
- استفاده از آزمون‌های آماری رگرسیون، دوربین - واتسون، اف لیمر، هاسمن، اف فیشر، ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده.

### جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه

جامعه آماری پژوهش حاضر، با توجه به هدف آن و شرایط اجرای آن، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را شامل می‌شود و با توجه به هدف تعمیم‌پذیری یافته‌های پژوهش به کلیه شرکت‌های بازار بورس ایران، روش نمونه‌گیری مناسب بر مبنای هدفمند و حذف سیستماتیک می‌باشد.

|       |  |
|-------|--|
| ۴۹۸   | کل شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از ابتدا تا پایان سال ۱۳۹۶ |
| ۸۱    | شرکتهایی که سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند ماه هر سال نمی باشد.          |
| ۷۵    | شرکتهایی که عضویت ده ساله خود را در بورس حفظ نموده اند.                      |
| ۸۳    | شرکتهایی که اطلاعات مالی آنها برای سنجش متغیرها کافی نبوده است.              |
| ۷۴    | شرکتهایی که در دوره مورد بررسی، سال مالی خود را تغییر داده اند.              |
| ۷۷    | شرکتهایی که جزو بانکها و موسسات اعتباری، واسطه گری، بیمه و هلدینگ بوده اند.  |
| (۳۸۷) | کل شرکتهایی که فاقد شرایط نمونه گیری بودند.                                  |
| ۱۰۸   | نمونه آماری  |

### بررسی آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در نگاره زیر نشان داده شده است.

#### آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در دوره مورد بررسی

| متغیر      | میانگین | میانه  | بیشترین | کمترین | انحراف معیار | چولگی  | کشدگی  | مشاهدات |
|------------|---------|--------|---------|--------|--------------|--------|--------|---------|
| MTB        | ۲.۲۵۵   | ۲.۷۵۳  | ۴.۱۱۳   | ۱.۵۵۰  | ۰.۰۶۶        | -۰.۳۷۶ | -۳.۵۹۸ | ۱۰۸۰    |
| RD         | ۰.۱۹۹   | ۰.۲۰۱  | ۰.۳۴۷   | ۰.۰۹۰  | ۰.۲۵۴        | -۰.۱۴۷ | -۲.۹۱۳ | ۱۰۸۰    |
| LEV        | ۰.۶۶۲   | ۰.۷۰۵  | ۰.۹۲۸   | ۰.۲۲۵  | ۰.۲۲۵        | -۰.۷۵۳ | -۲.۷۳۰ | ۱۰۸۰    |
| P          | ۱۲.۳۵۰  | ۱۲.۷۴۵ | ۱۴.۷۵۴  | ۱۱.۰۶۱ | ۰.۲۰۰        | -۰.۳۱۶ | -۲.۶۱۹ | ۱۰۸۰    |
| SIZE       | ۱۵.۷۶۵  | ۱۵.۶۹۹ | ۲۴.۸۴۶  | ۱۱.۸۱۶ | ۰.۸۴۷        | ۰.۵۴۳  | ۴.۲۲۰  | ۱۰۸۰    |
| $\Delta P$ | ۰.۲۸۶   | ۰.۳۳۳  | ۰.۳۶۴   | -۰.۰۱۳ | ۰.۷۰۵        | ۰.۹۲۸  | ۰.۲۲۵  | ۱۰۸۰    |
| CFO        | ۰.۳۳۶   | ۰.۳۳۵  | ۱.۴۲۴   | -۰.۱۱۰ | ۳.۱۵۹        | ۱.۸۳۴  | ۲.۴۸۴  | ۱۰۸۰    |

بر اساس مندرجات جدول فوق در می یابیم که بصورت متوسط قیمت بازار سهام شرکتهای نمونه در دوره مورد بررسی که مشتمل بر ۱۰۸۰ مشاهده است؛ برابر ۱۲۳۵۰ ریال می باشد که کوچکتر بودن این عدد از عدد میانه (۱۲,۷۴۵) حاکی از این امر است که متغیر مذکور دارای چولگی به چپ می باشد. همچنین این نتیجه حاصل شد که بصورت متوسط سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق و توسعه شرکتهای نمونه در دوره مورد بررسی که مشتمل بر ۱۰۸۰ مشاهده است؛ برابر ۰,۱۹۹ دارای های شرکت باشد که کوچکتر بودن این عدد از عدد میانه (۰,۲۰۱) حاکی از این امر است که متغیر مذکور دارای چولگی به چپ می باشد. بر اساس متغیر قیمت سهام به ترتیب شرکتهای آلومتک (۱۳۸۹) و پلاستیران (۱۳۹۲) و بر اساس متغیر سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق و توسعه، شرکتهای ایران خودرو (۱۳۹۴) و سایپا (۱۳۹۰) بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص داده اند.

#### آزمون نرمال بودن جملات خطای مدل فرضیه های پژوهش

پیش فرض آنکه آزمون های آماری، نتایج صحیحی را تبیین نمایند، کسب اطمینان از نرمال بودن توزیع آماری جملات خطای مدل فرضیه های پژوهش ضروری می باشد. بدین منظور، از آزمون جارک - برا در محیط نرم افزاری ایویوز استفاده شده است. نتایج آزمون مذکور در نگاره زیر ارائه شده است.

#### نتایج آزمون نرمال بودن جملات خطای مدل فرضیه های پژوهش

| متغیر                    | نماد   | آماره جارک - برا | احتمال آماره جارک - برا |
|--------------------------|--------|------------------|-------------------------|
| جملات خطای مدل فرضیه اول | Resid1 | ۱۰۲,۷۶۵          | ۰,۰۹۹                   |
| جملات خطای مدل فرضیه دوم | Resid2 | ۱۱۲,۴۸۶          | ۰,۰۹۸                   |

با توجه به آنکه مقدار احتمال آماره جارک - برا برای جملات خطای مدل فرضیه‌های پژوهش، بیشتر از سطح خطای ۵٪ می باشد، می توان نتیجه گرفت توزیع آماری آنان، نرمال می باشد.

### بررسی همخطی میان متغیرهای مستقل و کنترلی پژوهش

نتایج بررسی همخطی میان متغیرهای مستقل، کنترلی و مداخله گر پژوهش در نگاره زیر نشان داده شده است. بدین منظور از معیارهای تلرانس<sup>۸</sup> و عامل تورم واریانس<sup>۹</sup> استفاده شده است. چنانچه تلرانس کوچکتر از ۰/۲ بوده یا مقدار عامل تورم واریانس در بازه یک تا پنج قرار نگیرد، در آن صورت می توان نتیجه گرفت همخطی محتمل است.

### نتایج بررسی همخطی میان متغیرهای مستقل و کنترلی پژوهش

| متغیرهای مستقل و کنترلی |      | آماره های همخطی |                   |
|-------------------------|------|-----------------|-------------------|
| نام متغیر               | نماد | تلرانس          | عامل تورم واریانس |
| هزینه های تحقیق و توسعه | RD   | ۰,۴۹۰           | ۲,۵۱۸             |
| اهرم مالی               | LEV  | ۰,۴۳۲           | ۰,۴۰۹             |
| اندازه شرکت             | SIZE | ۰,۴۲۸           | ۲,۲۴۴             |
| فرصت های سودآوری        | MTB  | ۰,۴۱۸           | ۲,۴۸۳             |
| نسبت جریان های نقدی     | CFO  | ۰,۴۲۰           | ۲,۴۰۹             |

با توجه به آنکه مقدار تلرانس در همه متغیرها، بیشتر از ۰/۲ بوده و مقدار عامل تورم واریانس کمتر از پنج می باشد، می توان نتیجه گرفت که میان متغیرهای مستقل و کنترلی پژوهش، همخطی وجود ندارد.

### آزمون واریانس ناهمسانی

در پژوهش حاضر، برای تشخیص واریانس ناهمسانی از آزمون وایت<sup>۱۰</sup> استفاده شده است و نتایج در نگاره زیر بیان شده است.

### نتایج بررسی واریانس ناهمسانی متغیرهای پژوهش

| نام آزمون | فرضیه | آماره آزمون | درجه آزادی | احتمال آماره آزمون |
|-----------|-------|-------------|------------|--------------------|
| وایت      | اول   | ۴,۱۸۲       | (۳,۱۵۷)    | ۰,۰۷۷۷             |
|           | دوم   | ۵,۱۱۱       | (۴,۴۵۲)    | ۰,۰۷۴۰             |

نتایج به دست آمده حاکی از آن است مقدار احتمال آزمون مذکور، بیشتر از سطح خطای ۵٪ است، لذا حاکی از همسانی واریانس بوده و ملاحظه شد که مشکل ناهمسانی واریانس وجود ندارد.

### آزمون اف لیمر و هاسمن

قبل از آزمون فرضیه های پژوهش، به انتخاب الگوی رگرسیونی مناسب پرداخته شده است. در مرحله نخست، با استفاده از آزمون اف لیمر، به انتخاب الگوی داده های تابلویی در برابر داده های تلفیقی پرداخته شده است که نتیجه آزمون مذکور در نگاره زیر نشان داده شده است.

### انتخاب الگوی داده های تابلویی در مقابل داده های تلفیقی در فرضیه های پژوهش

| نام آزمون | فرضیه | مقدار آماره آزمون | درجه آزادی | احتمال آماره آزمون |
|-----------|-------|-------------------|------------|--------------------|
| اف لیمر   | اول   | ۱۰,۱۴۰            | (۷۷,۶۹۵)   | ۰,۰۰۰۰             |
|           | دوم   | ۱۲,۱۸۱            | (۷۷,۶۹۵)   | ۰,۰۰۰۰             |

8 Tolerance0.408

9 VIF

10 White



به لحاظ آنکه احتمال آماره آزمون اف لیمر، کمتر از سطح خطای ۵٪ می‌باشد، استفاده از داده‌های تابلویی تأیید می‌گردد. به دلیل انتخاب مدل داده‌های تابلویی در برابر داده‌های تلفیقی، به منظور انتخاب الگوی اثرات ثابت در برابر الگوی اثرات تصادفی، جهت انجام رگرسیون، از آزمون هاسمن استفاده شده است. نتیجه آزمون مذکور در نگاره زیر نشان داده شده است.

#### انتخاب الگوی اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی در فرضیه‌های پژوهش

| ام آزمون | فرضیه | مقدار آماره آزمون | درجه آزادی | احتمال آماره آزمون |
|----------|-------|-------------------|------------|--------------------|
| هاسمن    | اول   | ۴۱,۰۹۷            | ۶          | ۰,۰۰۲۱             |
|          | دوم   | ۵۰,۱۱۱            | ۶          | ۰,۰۰۰۴             |

همانگونه که مشخص است، مقدار احتمال آماره آزمون هاسمن کمتر از سطح خطای ۵٪ می‌باشد. لذا استفاده از الگوی اثرات ثابت در برابر الگوی اثرات تصادفی در فرضیه‌های مذکور تأیید می‌گردد.

#### آزمون فرضیه اول پژوهش

مدل رگرسیونی اثرات ثابت فرضیه مذکور در نگاره زیر نشان داده شده است.

#### مدل رگرسیونی اثرات ثابت فرضیه اول پژوهش

| متغیرها                 | آماره‌ها             | نماد                | ضرایب رگرسیونی | آماره تی        | احتمال آماره تی |
|-------------------------|----------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| مقدار ثابت              | C                    | -۰,۰۰۹              | -۱,۲۰۰         | ۰,۲۳۰۳          |                 |
| هزینه‌های تحقیق و توسعه | RD                   | ۰,۳۵۱               | ۳,۵۸۶          | ۰,۰۰۰۴          |                 |
| اهرم مالی               | LEV                  | ۰,۰۰۵               | ۰,۲۸۰          | ۰,۷۷۸۸          |                 |
| اندازه شرکت             | SIZE                 | -۰,۰۰۰۸             | -۰,۳۵۸         | ۰,۷۱۹۸          |                 |
| فرصت‌های سودآوری        | MTB                  | ۰,۲۹۲               | ۵,۱۹۵          | ۰,۰۰۰۰          |                 |
| نسبت جریان‌های نقدی     | CFO                  | ۵,۶۰۵               | ۶,۱۸۹          | ۰,۰۰۰۰          |                 |
| ضریب تعیین              | ضریب تعیین تعدیل شده | آماره دوربین واتسون | آماره اف       | احتمال آماره اف |                 |
| ۰,۸۹۴                   | ۰,۸۸۸                | ۱,۹۴۷               | ۷۱,۷۸۹         | ۰,۰۰۰۰          |                 |

نتایج حاصل از نگاره فوق بیان‌کننده این مطلب است که رابطه مثبت و معناداری میان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و قیمت سهام وجود دارد. زیرا اولاً علامت ضریب رگرسیونی آن (۰,۳۵۱)، مثبت بوده و ثانیاً مقدار احتمال آماره تی آن (۰,۰۰۰۴)، کمتر از سطح خطای ۵٪ است. لذا فرضیه اول پژوهش در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌گردد. بر اساس ضریب تعیین تعدیل شده مدل، حدود ۸۹٪ تغییرات متغیر وابسته، با در نظر گرفتن تأثیر متغیرهای کنترلی، توسط تغییرات متغیر مستقل توضیح داده می‌شود. برای بررسی معنادار بودن مدل، از آزمون اف استفاده شده است که نتایج مربوط به آزمون مذکور بیان می‌دارد که مدل رگرسیونی برازش شده، معنادار می‌باشد. زیرا احتمال آماره آزمون مربوطه (۰,۰۰۰۰)، کمتر از سطح خطای ۵٪ می‌باشد. در نهایت، برای بررسی خودهمبستگی میان متغیرهای پژوهش از آزمون دوربین - واتسون استفاده شد که مقدار آن برابر با ۱,۹۴۷ بوده و چون در بازه صفر و تقاض آن از ۴ قرار دارد، فرض وجود خودهمبستگی میان متغیرها، رد می‌گردد.

#### آزمون فرضیه دوم پژوهش

مدل رگرسیونی اثرات ثابت فرضیه مذکور در نگاره زیر نشان داده شده است.

#### مدل رگرسیونی اثرات ثابت فرضیه دوم پژوهش

| متغیرها | آماره‌ها | نماد | ضرایب رگرسیونی | آماره تی | احتمال آماره تی |
|---------|----------|------|----------------|----------|-----------------|
|         |          |      |                |          |                 |

|                 |        |          |                     |                         |
|-----------------|--------|----------|---------------------|-------------------------|
| ۰,۲۳۰۲          | -۱,۲۰۰ | -۰,۰۰۹   | C                   | مقدار ثابت              |
| ۰,۰۰۰۰          | -۵,۱۷۱ | -۰,۲۹۱   | RD                  | هزینه‌های تحقیق و توسعه |
| ۰,۷۲۰۰          | ۰,۳۵۸  | ۰,۰۰۰۸   | LEV                 | اهرم مالی               |
| ۰,۷۷۸۷          | -۰,۲۸۱ | -۰,۰۰۵   | SIZE                | اندازه شرکت             |
| ۰,۰۰۰۴          | ۳,۵۷۴  | ۰,۳۵۰    | MTB                 | فرصت‌های سودآوری        |
| ۰,۰۰۰۰          | ۵,۱۷۱  | ۰,۲۹۱    | CFO                 | نسبت جریان‌های نقدی     |
| احتمال آماره اف |        | آماره اف | آماره دوربین واتسون | ضریب تعیین تعدیل شده    |
| ۰,۰۰۰۰          |        | ۵,۴۷۹    | ۱,۹۵۷               | ۰,۸۳۸                   |
| ضریب تعیین      |        |          |                     |                         |
| ۰,۸۴۷           |        |          |                     |                         |

نتایج حاصل از نگاره فوق بیان کننده این مطلب است که رابطه منفی و معناداری میان سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام وجود دارد. زیرا اولاً علامت ضریب رگرسیونی آن (-۰,۲۹۱) منفی بوده و ثانیاً مقدار احتمال آماره تی آن (۰,۰۰۰۰)، کمتر از سطح خطای ۵٪ است. لذا فرضیه دوم پژوهش در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌گردد. بر اساس ضریب تعیین تعدیل شده مدل، حدود ۸۴٪ تغییرات متغیر وابسته، با در نظر گرفتن تأثیر متغیرهای کنترلی، توسط تغییرات متغیر مستقل توضیح داده می‌شود. برای بررسی معنادار بودن مدل، از آزمون اف استفاده شده است که نتایج مربوط به آزمون مذکور بیان می‌دارد که مدل رگرسیونی برازش شده، معنادار می‌باشد. زیرا احتمال آماره آزمون مربوطه (۰,۰۰۰۰)، کمتر از سطح خطای ۵٪ می‌باشد. در نهایت، برای بررسی خودهمبستگی میان متغیرهای پژوهش از آزمون دوربین - واتسون استفاده شد که مقدار آن برابر با ۱,۹۵۷ بوده و چون در بازه صفر و تفاضل آن از ۴ قرار دارد، فرض وجود خودهمبستگی میان متغیرها، رد می‌گردد.

### مروری بر نتایج حاصل از انجام پژوهش

نتایج کلی حاصل از آزمون فرضیه‌های پژوهش، بشرح اطلاعات مندرج در نگاره زیر می‌باشد.

### خلاصه نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های پژوهش

| ردیف | فرضیه‌ها  | نوع تأثیر | نتیجه آزمون فرضیه |
|------|---|-----------|-------------------|
| ۱    | فرضیه اول: رابطه معناداری میان سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق و توسعه و قیمت سهام وجود دارد.         | مثبت      | تأیید فرضیه       |
| ۲    | فرضیه دوم: رابطه معناداری میان سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام وجود دارد. | منفی      | تأیید فرضیه       |

### پیشنهادات

#### پیشنهادات مبتنی بر یافته‌ها

\* به مدیران واحدهای تجاری پیشنهاد می‌گردد از طریق سرمایه‌گذاری بیشتر در هزینه‌های تحقیق و توسعه؛ زمینه‌های بهبود قیمت سهام در شرکت‌های تحت کنترل خود را بهبود بخشند.

\* به سرمایه‌گذاران و فعالان بازار بورس پیشنهاد می‌گردد، شرکت‌های هدف سرمایه‌گذاری خود را بر اساس میزان سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه رتبه‌بندی نموده و در واحدهایی اقدام به فعالیت‌های سرمایه‌گذاری نمایند که در سطح بالایی از نظر فاکتور یاد شده قرار داشته باشند؛ زیرا به تبع این امر، در اینگونه واحدها؛ قیمت سهام در سطح مطلوبی بوده و این امر می‌تواند تسهیل کننده انجام فعالیت‌های سرمایه‌گذاری موفق باشد.

\*به مراجع استانداردگذاری پیشنهاد می گردد استانداردهای مشخص، مدون و لازم الاجرای را برای سنجش صحیح هزینه‌های تحقیق و توسعه تدوین نمایند.

### پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی

- \* بررسی نقش افشای اطلاعات در تعدیل رابطه میان سرمایه گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام.
- \* بررسی نقش حاکمیت شرکتی در تعدیل رابطه میان سرمایه گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام.
- \* بررسی نقش اعتماد اجتماعی در تعدیل رابطه میان سرمایه گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام.
- \* بررسی نقش مسئولیت‌های اجتماعی در تعدیل رابطه میان سرمایه گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییرات قیمت سهام.

### محدودیت‌های پژوهش

ن

بود استانداردهای مشخص و مدون در جهت سنجش صحیح سرمایه‌گذاری در هزینه‌های تحقیق و توسعه.

### منابع

#### منابع فارسی

- آشناگر، محمود. (۱۳۹۷). سودمندی سود تقسیمی در تبیین بازدهی سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، دانشکده مدیریت.
- حقوقی اشکیکی، وحید. (۱۳۹۲). بررسی ارتباط بین سود سهام و عدم تقارن اطلاعاتی و ویژگی‌های شرکت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی و غیردولتی رجاء قزوین - پژوهشکده علوم انسانی و اجتماعی.
- خاکپور، حامد. (۱۳۸۷). بررسی رابطه بین قیمت سهام و سهام شناور در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه تحصیلی دانشکده علوم اداری، دانشگاه مازندران.
- خرمی کاخکی، حبیب اله. (۱۳۹۲). بررسی مقایسه‌ای نقش هزینه‌های تحقیق و توسعه بر شاخص توسعه انسانی کشورهای منتخب با شاخص توسعه انسانی بالا، متوسط و پائین در سالهای ۲۰۰۰-۲۰۰۹. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد - دانشکده علوم اقتصادی.
- رضوی عراقی، سیدمحمدرضا. (۱۳۹۵). تاثیر ضعف‌های عمده کنترل‌های داخلی بر قیمت سهام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده اقتصاد و حسابداری.
- سلمانیپورسهی، عباس. (۱۳۹۱). بررسی روابط میان هزینه‌های تحقیق و توسعه (R&D) و ارزش ویژه برند (مطالعه موردی: شرکت صنایع شوینده پاکنام). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز پیام نور تهران - دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی.
- فخاری، فاطمه سادات. (۱۳۹۳). بررسی معیارهای سنجش اجتناب مالیاتی و رابطه آن با ریسک سقوط آتی قیمت سهام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی.
- کارآمد، ابوالحسن. (۱۳۹۱). مقایسه تطبیقی تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی - دانشکده علوم اقتصادی.

#### منابع لاتین

- AL-Dhamari, R. and K, Ismail (2012). Governance Structure, Surplus Free Cash Flow (SFCF), and Earnings Quality: Evidence From Malaysia. Journal of Modern Accounting and Auditing. Vol. 8, No. 10, 1437-1452.
- Callen, J. L. and X. Fang (2011). Institutional Investors and Crash Risk: Monitoring or Expropriation.? Journal of Financial Economics, 61, 345-381

- Charles, E., Stanley, J., Charlotte, C. (2010). The impact of audit quality on earnings management to achieve user reference points in EPS, *The Journal of Applied Business Research*, Volume 26, Number 1. pp. 19-30.
- Kim, Jeong-Bon, Le, Luo, Hong, Xie.(2016).Dividend Payments and Stock Price Crash Risk. First draft: October 2013, Current version: March 2016.Available at [www.ssrn.com](http://www.ssrn.com).
- Kim, Y., & Li, H.(2014). Corporate Social Responsibility and Stock Price Crash Risk. *Journal of Banking and Finance*, Forthcoming. Available at [www.ssrn.com](http://www.ssrn.com)
- Sanjay, K. Chugh.(2018). Firm risk and leverage-based business cycles. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.red.2016.02.001>, *Review of Economic Dynamics*
- Yu, Gun Jea, KiHoon Hong , Patents and R&D Expenditure in Explaining Stock Price Movements, *Finance Research Letters* (2016), doi: 10.1016/j.frl.2016.07.012