فصلنامه علمی پژوهشی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال نهم، شماره بیست و نهم
بهار ۱۳۹۵

# بررسی مدل گوردون با رهیافت شبکه‌ی عصبی

**شهناز مشایخ**[۱]
**نهاله حیاتی**[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱

**چکیده**

مطالعهٔ حاضر به‌دنبال مدل‌سازی رابطه گوردون با استفاده از روش شبکه عصبی پیش‌خور برای تعدادی از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. در این مطالعه به بررسی مدل گوردون با رویکرد غیرخطی و مقایسه آن با مدل خطی رگرسیون پرداخته شده است. بررسی مدل غیرخطی گوردون با استفاده از شبکهٔ عصبی تاکنون در مطالعات مورد توجه قرار نگرفته است. در این پژوهش از اطلاعات ۲۴۷ شرکت و تعداد ۱۱۳۵ مشاهده (شرکت–سال) طی سال‌های ۱۳۸۵–۱۳۹۲ (پنل نامتوازن برای رگرسیون) استفاده شده است. نتایج حاصل از مقایسهٔ رابطهٔ مذکور با استفاده از دو روش رگرسیون خطی و شبکهٔ عصبی، نشان می‌دهد که ضریب تعیین بدست آمده برای شبکه عصبی بالاتر از ضریب تعیین رگرسیون خطی است؛ بنابراین استفاده از مدل غیرخطی می‌تواند توان پیش‌بینی مدل را بهبود بخشیده و به استراتژی‌های سرمایه‌گذاری سودآورتر کمک نماید. برای دستیابی به شبکه بهینه در فرآیند مدل‌سازی، ساختارهای مختلف شبکه با تغییر در تعداد نرون‌ها آزمون شدند.

**واژه‌های کلیدی:** رابطه قیمت و سود نقدی، شبکهٔ عصبی، مدل گوردون.

۱- استادیار گروه حسابداری دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران shahnaz_mashayekh@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری حسابداری دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات)
hayati_nhl@yahoo.com



Archive of SID
www.SID.ir

**۱- مقدمه**

تصمیمات سرمایه‌گذاری از مهمترین تصمیمات افراد در حوزهٔ مالی است. سود سهام بعنوان یکی از داده‌های حسابداری، به‌دلیل استخراج از صورت‌های مالی حسابرسی شده، داده‌ایی قابل اتکا برای اغلب تصمیم گیرندگان به شمار می‌آید. سهامداران ترجیح می‌دهند که برای تصمیمات خود الگویی قابل اتکا داشته باشند. بنابراین اطلاع از چگونگی رابطهٔ بین قیمت یا بازده سهام با متغیرهای حسابداری نظیر سود به‌منظور اتخاذ تصمیمات بهتر دارای اهمیت است. بعبارت دیگر، تغییرات قیمت سهام عادی، به منظور دستیابی به فرصت‌های سرمایه‌گذاری سودآور، هدایت سیاست‌های مالی شرکتی و درک منطق رفتار سرمایه‌گذاری از دیرباز مورد توجه فعالان بازار سرمایه بوده‌است (گوردون[۱]، ۱۹۵۹). بررسی رابطهٔ بین قیمت با سود نقدی، سود هر سهم، و رشد سود سهام برای صنایع مختلف اولین بار توسط رابرت گوردون (1962,1959) با استفاده از مدل رگرسیون خطی انجام گرفت. این مدل بعنوان یک تحلیل تجربی موفق مبتنی بر یک مدل نظری معتبر، به مدل ارزشگذاری[۲] گوردون معروف گردید و به سرعت به جایگاه قابل توجهی دست یافت. دغدغهٔ اصلی گوردون، استفادهٔ اثربخش از مطالعات مقطعی قیمت سهام آن دوره، با ارائهٔ یک تئوری ابتدایی در مورد نوسانات قیمت سهام در نتیجهٔ نوسانات عایدی (درآمد، سود) سهام و سود تقسیمی بود. مدل رشد گوردون یکی از دو حالت خاص فرمول ارزشگذاری منطقی[۳] (RVF) است. حالت دیگر عبارت از ثابت بودن سود تقسیمی است. در واقع مدل رشد گوردون، نوعی مدل سری زمانی است که در آن سودهای تقسیمی با نرخ ثابت رشد می‌کنند و رشد سودها خود یک مدل اتورگرسیو مرتبهٔ اول ((AR(1)) می‌سازند (کاتبرسون[۴] و نیچه[۵]، ۲۰۰۴). بنابراین مدل مذکور، مدلی است برای تعیین ارزش ذاتی یک سهم بر اساس جریانات نقدی ناشی از سود تقسیمی آتی که این سودها با نرخ ثابتی رشد می‌کنند. معادله ی قیمت سهام برای جریانات نقدی تا بی‌نهایت بدین شکل است:

$$P_0 = \frac{D_1}{\mathrm{k} - \mathrm{g}} \qquad \text{رابطه ۱)}$$

بدنبال این مدل ارزشگذاری، هم اکنون ارزشگذاری جریانات نقدی تنزیل شده شکل‌های متعددی به خود گرفته است. این مدل‌ها از ساده‌ترین آن‌ها همچون مدل رشد گوردون تا مدل‌های فوق العاده پیشرفته مانند مدل گوردون با رشد فوق العاده[۶] (دو مرحله ای و چند مرحله ای)، مدل ارزش افزودهٔ اقتصادی[۷] استیوارت[۸] (EVA) ، مدل ارزش افزودهٔ بازار[۹] (MVA)، مدل درآمد پسماند اولسون[۱۰]، مدل بخشی-چن[۱۱] و ... مطرح گردیدند که تقریباً همهٔ آنها از اصل تنزیل عایدات که هستهٔ علوم مالی را شکل می‌دهد، پیروی می کنند. به گفتهٔ دامودارن[۱۲] (۲۰۰۰) گرچه افراد حرفه‌ای روش‌های دیگر ارزشگذاری همچون ارزشگذاری نسبی و رویکرد ادعاهای مشروط را به کار بسته‌اند ولی جریانات نقدی تنزیل شده اساس تمام مدل‌های ارزشگذاری را شکل می دهند. تمامی مدل‌های مذکور از الگوی خطی تبعیت می کنند، با این حال به نظر می‌رسد که بتوان از الگوهای غیرخطی همچون شبکهٔ عصبی که یکی از پرکاربرد ترین آن‌هاست، در تبیین رابطهٔ مذکور استفاده نمود. استفاده از شبکه‌های عصبی در حسابداری و علوم مالی مرسوم بوده و در حوزه‌های



Archive of SID
www.SID.ir

مختلفی مانند بررسی رابطهٔ بین نسبت‌های حسابداری و قیمت سهام (اولسن و ماسمن[13]، ۲۰۰۳)، ورشکستگی شرکت‌ها (ژانگ[14] و همکاران، ۱۹۹۹)، درماندگی شرکت‌ها (سرانو-سینکا[15]، ۱۹۹۶)، پیش بینی نرخ ارز (کوان[16] و لیو[17]، ۱۹۹۵)، تقلب (چن[18] و همکاران، ۲۰۰۹) و ریسک اعتباری (مک نلیز[19]، 2005) بکار گرفته شده است. به این ترتیب و با توجه به موارد پیشگفته، انگیزهٔ مطالعهٔ حاضر برآورد دقیق‌تر رابطهٔ گوردون با استفاده از شبکهٔ عصبی است. به این منظور رابطهٔ گوردون با استفاده از رگرسیون خطی و شبکهٔ عصبی تخمین زده شد و با مقایسهٔ توان تبیین این دو، خطی یا غیرخطی بودن رابطهٔ مذکور و دقیق تر بودن یکی از آن‌ها مشخص شد.

پیش از این، برخی از تحقیقات از جمله آکرت[20] و هانتر[21] (۱۹۹۹، ۲۰۰۱) و مدسن[22] و میلاس[23] (۲۰۰۵) رابطهٔ بین سود نقدی و قیمت سهام را درچارچوب یک الگوی غیر خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. ضمن وجود شباهت بین مطالعهٔ حاضر و تحقیقات مذکور از بُعد توجه به رابطهٔ غیرخطی بین متغیرها، مدسن و میلاس (۲۰۰۵) غیرخطی بودن را به‌صورت تفاوت رژیمی مدل-سازی کرده و شکل الگو را در دو حالت مختلف تورمی و ضد تورمی و با استفاده از مدل تصحیح خطا در نظر می گیرند. مطالعهٔ آکرت و هانتر (۱۹۹۹، ۲۰۰۱) نیز رابطهٔ قیمت-سود تقسیمی و وابستگی آن به نرخ تغییر قیمت را در محیطی با سه رژیم با استفاده از یک تکنیک تخمین غیر خطی، برآورد کرده و نتایج خود را با نتایج حاصل از تخمین OLS مدل رشد گوردون مقایسه کردند. در مطالعهٔ حاضر به جای استفاده از الگوهای موجود در آمار، ازشبکهٔ عصبی استفاده خواهد شد که بنابر دانسته‌های محققین، تحقیق حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی احتمال غیرخطی بودن رابطهٔ گوردون با استفاده از شبکه‌های عصبی می‌پردازد.

در ادامه‌ی مطالعه، به مروری کوتاه بر مدل ارزشگذاری گوردون و چگونگی استخراج این مدل بصورت تحلیلی و رگرسیونی پرداخته شده‌است. همچنین نحوه بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی بطور خلاصه ارائه شده است. در بخش بعدی، مدل مفهومی پژوهش و روش‌شناسی مورد بحث و بررسی قرار گرفته و یافته‌های پژوهش برای تخمین-های رگرسیونی و شبکهٔ عصبی مدل بصورت مقایسه‌ای مورد بحث و تفسیر قرار گرفته است. بخش پایانی مطالعه نیز دربرگیرندهٔ نتیجه گیری و پیشنهادات است.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینهٔ پژوهش

### ۲-۱- ارزشگذاری و استخراج مدل گوردون

در علوم مالی، ارزشگذاری، فرآیند برآورد ارزش آنچه که ارزشمند است تعریف می‌شود. اقلامی که ارزشگذاری می‌شوند معمولاً دارایی یا بدهی مالی هستند. روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای ارزشگذاری در متون معرفی شده‌اند. این روش‌های ارزشگذاری به چهار طبقه و بر مبنای دو بعد تقسیم-بندی می‌شوند. بعد اول، بین روش‌های ارزشگذاری مستقیم (مطلق) و غیرمستقیم (نسبی) تمایز قائل می‌شود. بعد دوم نیز مدل‌های متکی بر جریانات نقدی را از مدل‌هایی که متکی بر سایر متغیرهای مالی مثل فروش (درآمد)، سود یا ارزش دفتری هستند، تفکیک می‌کند. این مفهوم که "زمان معادل پول است" یا "زمان کالایی گران‌قیمت و محدود است" یکی از دلایل اصولی روش‌های ارزشگذاری نسبی است. روش‌های ارزشگذاری نسبی متکی بر



Archive of SID
www.SID.ir

مضارب هستند. مضرب، نسبتی بین دو متغیر مالی است. در اغلب موارد صورت این کسر، قیمت بازار شرکت یا ارزش بازار سرمایه شرکت است. مخرج کسر نیز یک سنجه‌ی حسابداری همچون سود شرکت، فروش یا ارزش دفتری است. در مقابل روش‌های ارزشگذاری مستقیم به سهامداران، دیدی صریح از قیمت یا ارزش سهام شرکت می‌دهند. در گروه روش‌های ارزشگذاری مستقیم، مدل‌های جریانات نقدی تنزیل شده برجسته ترین هستند که مدل رشد گوردون نیز در این گروه جای دارد (فریس[۲۴] و پتیت[۲۵]، ۲۰۱۳)

به این ترتیب یکی از رویکردهای اصلی محاسبه‌ی ارزش شرکت، استفاده از عوامل بنیادی است. تحلیل بنیادی شامل پیش‌بینی جریانات نقدی آتی و محاسبه‌ی ارزش این جریانات با استفاده از نرخ بازده مورد انتظار سهام است (دامیکو[۲۶]، ۲۰۱۳). تاکید بر اهمیت ارزشگذاری جریانات نقدی تنزیل شده، حقیقتی است که محوری برای برقراری پیوند بین رشته‌های مختلف علوم مالی را فراهم می‌کند (توماس[۲۷] و گاپ[۲۸]، ۲۰۱۰). معمولاً آنچه معرف جریانات نقدی است، جریانات سود تقسیمی است. تقریباً تمامی مطالعات موجود در ادبیات ساختارهای کافی بر فرآیند رشد سود تقسیمی اعمال نموده‌اند تا بتوانند ارزش فعلی سودهای تقسیمی آتی را در قالب بیانات محاسبه‌پذیر ارائه کنند (دامیکو[۲۹]، ۲۰۱۳). در مقاله‌ی پیشرو گوردون و شاپیرو[۳۰] (۱۹۵۶) نرخ رشد ثابتی برای سود تقسیمی در نظر گرفته شد. بدنبال معرفی مدل گوردون، مدل‌های ارزشگذاری دیگری از جمله مدل ارزش افزوده‌ی اقتصادی، مدل ارزش افزوده‌ی بازار، مدل سود باقیمانده (درآمد پسماند) و ... معرفی شد که همه در اصل خود از قواعدی مشابه با قاعده‌ی مدل گودون پیروی می‌کنند.

استخراج مدل رشد ثابت گوردون که یکی از تاثیرگذارترین مدل‌ها در ادبیات مالی بوده است، با روش ساده‌ای که گوردون ارائه نمود، صورت گرفت. این روش در کاربردهای مربوط به دنیای واقع نیز دارای طرفداران زیادی است. گوردون (۱۹۵۹)، سه فرضیهٔ سود نقدی، رشد سود نقدی و سود هر سهم را بعنوان فرضیات مبتنی بر انگیزه‌های خرید سهام مطرح می‌کند. فرضیهٔ سود نقدی بیان‌گر این است که انگیزهٔ خرید سهام توسط سهامداران، دریافت سود نقدی است، بنابراین قیمت سهام به سود نقدی هر سهم بستگی دارد. فرضیهٔ رشد سود بیانگر این است که علاوه بر سود نقدی، رشد سود - نقدی نیز برای سرمایه‌گذاران حائز اهمیت است. البته گوردون رشد مطلق سود نقدی را بجای رشد نسبی مورد بررسی قرار می دهد؛ زیرا معتقد است برای شرکت‌هایی که سود نقدی‌شان اندک است، طبعاً نرخ رشد نسبی می تواند بالا باشد، در حالیکه رشد مطلق سود نقدی اندک است. در فرضیهٔ سوم مقالهٔ معروف گوردون، انگیزهٔ سرمایه‌گذاران برای خرید سهام، درآمد (سود) هر سهم فرض شده است. صرفنظر از اینکه چه میزان سود نقدی به سرمایه-گذاران پرداخت می شود، ایشان مالک سود هر سهم هستند و فرض بر این است که بخشی از سود که بصورت نقدی پرداخت نمی شود، مجدداً در شرکت سرمایه‌گذاری شده و سبب افزایش قیمت سهام می-شود. سرمایه گذاران در صورت نیاز به نقدینگی بیشتر می توانند با فروش بخشی از سهام خود، آن را تامین نمایند. حال اینکه سرمایه گذاران کدام نوع عایدی را ترجیح می‌دهند بستگی به نرخ مالیات سود

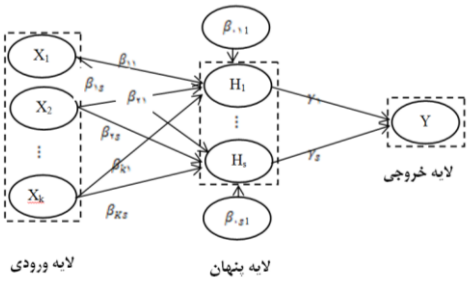


Archive of SID
www.SID.ir

نقـدی و نـرخ مالیـات سـود سـرمایه‌ای[۳۱] و سـایر ترجیحات احتمالی سهامداران دارد.

### ۲-۲- شبکهٔ عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی اولین بـار بـا اسـتفاده از مفهـوم پرسـپترون بوسـیله روزنـبلات[۳۲] (۱۹۴۶) مطرح گردید. این شبکه‌ها مشابهت‌گیری از شبکه-های عصبی طبیعی است که ویژگی‌هایی مانند غیر خطی بـودن[۳۳]، پـردازش مـوازی[۳۴] و آسـتانه[۳۵]، بـه مزیـت‌هـای آن‌هـا نسـبت بـه مـدل‌هـای خطـی رگرسیونی می‌افزاید. اولین کاربرد شبکه‌های عصبی در علوم مالی بوسیله هالبرت وایت[۳۶] (۱۹۸۹) بـود که برای پیش بینی قیمت سهام شرکت IBM مدل-سازی شد. در سال‌های اخیر، شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی نکول وامها، فرار مالیـاتی، طبقـه بنـدی و خوشه بندی مشتریان خوش حسـاب و تشـخیص الگوهای غیرخطی در بازار سـهام کـاربرد وسـیعی یافته است (مک نلیز، 2005). ترکیـب شـبکه‌هـای عصبی با تحلیل تکنیکی، پیش بینی نرخ ارز، تـورم و ... درکنار قیمت سهام، ایـن رویکـرد را بـه یـک ابزار مناسب بـرای مـدل‌سـازی مـالی و اقتصـادی تبدیل کرده است. همچنین در تحقیقات متعـددی، مقایسهٔ قدرت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی با مـدل-های سری زمانی خطی مانند اتورگرسـیو میـانگین متحرک[۳۷] (ARMA) مورد مطالعه قرار گرفته است. همانگونه که ذکر شد، در مطالعهٔ حاضر نیـز بـرای بررسی دقیق تر رابطهٔ گوردون بدنبال حدسی مبنی بر غیرخطی بودن این رابطه، از روش شبکهٔ عصبی پیش‌خور برای بررسی فرضیهٔ مذکور استفاده شـده است. شبکه عصبی پیش خور با یـک لایـه پنهـان بصورت زیر خواهد بود:




**شکل ۱: شبکه عصبی پیشخور با یک لایه پنهان**

در نمـودار فـوق، واحـدهای لایـهٔ پنهـان ماننـد واحدهای لایهٔ خروجی عمل می‌کنند؛ به این ترتیـب که مجموع وزنی متغیرهای ورودی را در نظر گرفته، سپس با یک تابع انتقال پردازش نموده و در نهایـت، واحدهای خروجی را نتیجـه مـی‌دهـد. تـابع انتقـال لجستیک به شرح زیر در نظر گرفته شده اسـت: (X مقادیر متغیرها و و β ضرایب متغیرها هستند)

رابطه ۲)

$$H_1 = f(\beta_{01} + \beta_{11}X_1 + \cdots + \beta_{k1}X_k) = \frac{1}{1+\exp\left(-(\beta_{01} + \beta_{11}X_1 + \cdots + \beta_{k1}X_k)\right)}$$

$$\vdots$$

$$H_s = f(\beta_{0s} + \beta_{1s}X_1 + \cdots + \beta_{ks}X_k) = \frac{1}{1+\exp\left(-(\beta_{0s} + \beta_{1s}X_1 + \cdots + \beta_{ks}X_k)\right)}$$

همچنین برای بدست آوردن مقدار متغیر وابسته، مجموع موزون واحدهای لایهٔ پنهـان بصـورت زیـر بدست می آید: (H مقادیر واحدها و Y وزن واحدها هستند)

رابطه ۳)

$$Y = \gamma_0 + \gamma_1 H_1 + \cdots + \gamma_s H_s$$

$$Y = \gamma_0 + \frac{\gamma_1}{1+\exp\left(-(\beta_{01} + \beta_{11}X_1 + \cdots + \beta_{k1}X_k)\right)} + \cdots + \frac{\gamma_s}{1+\exp\left(-(\beta_{0s} + \beta_{1s}X_1 + \cdots + \beta_{ks}X_k)\right)}$$

ذکر این نکته ضروری است که علاوه بـر شـبکه عصبی پیش خور، انواع متعـدد شـبکه‌هـای عصـبی وجود دارند که از جملـهٔ آن‌هـا مـی‌تـوان بـه شـبکهٔ



Archive of SID
www.SID.ir

عصبی پیش خور افـزوده، شـبکهٔ عصـبی بازگشـتی المن[۳۸]، شبکهٔ عصبی اتورگرسـیو غیرخطـی، شـبکهٔ عصـبی رگرسـیون تعمـیم یافتـه و شـبکهٔ عصـبی هاپفیلد[۳۹] اشاره نمود. هر یک از این شبکه‌هـا بـرای دستیابی به هدف خاصی مناسب است. بعنوان مثـال شبکهٔ عصبی المن برای پدیده‌هایی با حافظهٔ طولانی مناسب بوده و شبکهٔ عصبی رگرسیون تعمیم یافته را می‌توان به‌منظور درون یابی[۴۰] و طبقه بنـدی اسـتفاده نمود. همانگونه که ذکـر شـد، شـبکهٔ عصـبی مـورد استفاده در مطالعهٔ حاضر، شبکه عصـبی پـیش خـور است که در اکثر پدیده‌ها قابل استفاده است. بعـلاوه، شبکهٔ عصبی پیش خور با مدل ارزشگذاری گوردون سازگاری بیشتری دارد؛ زیـرا مـدل گـوردون، مـدلی بدون حافظه بوده و به‌دنبال بررسی رابطهٔ بین قیمـت با رشد سود و سود هر سهم است که در ایـن مـدل وقفهٔ متغیرهای مستقل و وابسته بصورت اتورگرسـیو و میانگین متحرک بصورت پویا مد نظر قرار نگرفتـه است (کاآسترا[۴۱] و بوید[۴۲]، ۱۹۹۶). در بخـش بعـدی مطالعه، با مرور تحقیقات مربوط به ایـن حـوزه، بـه بیان پیشینهٔ پژوهش پرداخته شده است.

**۲-۳- پیشینهٔ تجربی**

برخی محققان به بررسی رابطهٔ بین قیمت سـهام و سود تقسیمی پرداختند و احتمال غیرخطـی بـودن این رابطه را ادعا کرده‌اند. همانگونـه کـه ذکـر شـد، مدل رشد گوردون به رابطهٔ خطی بین قیمت سهام با سود تقسیمی اشاره می‌کند. یکی از مفروضات اصلی این مدل این است که سود تقسیمی مـنعکس کننـدهٔ ظرفیت دائمی عایدی یک شرکت است که در نتیجه تغییرات در سود تقسیمی منجر به تغییری بـه همـان نسبت در قیمت سهام می‌شود. با این حـال چنـدین محقق این ویژگی را مورد تردید قرار داده‌اند.

کایلی[۴۳] (۲۰۰۰) بیان می‌کند کـه در مـدل‌هـایی همچون مدل گـوردون بـا یـک سـهام سـرمایه‌ای و جریان سود تقسیمی ثابت، قیمت‌ها به تغییر در بازده مورد توقع عکس‌العمل نشان می‌دهند ولی نسبت بـه تغییر در تولید و سرمایه‌گذاری این عکـس‌العمـل را نشان نمی‌دهند. به عقیدهٔ این محقق، تمرکز بر مـدل گوردون، دامنهٔ آموزه‌ها دربارهٔ افزایش در نرخ بـازده موردتوقع را محدود می‌کنـد. بـا دیـدی بدبینانـه‌تـر، استفاده از مدل گوردون پـرده بـر پیونـد بـین سـود تقسیمی، فرصت‌های سرمایه گذاری شرکت و بهای تامین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری (نرخ بازده مورد توقع) می‌کشد و آموزه های قابل آزمون از تغییـرات در نرخ بازده مورد توقع را دچار ابهام می‌کند.

آکرت و هانتر (۱۹۹۹، ۲۰۰۱) بصورت نظری و تجربی نشان دادند که رابطهٔ بین سود تقسیمی و قیمت سهام غیرخطی است؛ زیرا مدیران برای سود تقسیمی حد بالا و حد پایین تعیین می‌کنند. ایشان ادعا می کنند که این رابطه در دوران تقلیل قیمتها و تورم روشن و واضح نیست. در دوران تقلیل قیمت-ها هرچند مدیران متوجه هستند که ظرفیت واقعی عایدی شرکت بدون تغییر باقی مانده است ولی تمایلی ندارند که سود تقسیمی اسمی را متناسب با نرخ تقلیل قیمت‌ها کاهش دهند؛ زیرا کاهش سود تقسیمی اسمی عکس العمل مخالف و عوارض جانبی از طرف بازار خواهد داشت. در نتیجه رابطهٔ قیمت–سود خدشه دار می‌شود. از طرف دیگر در دوران تورم بالا نیز همین رویداد به وقوع می‌پیوندد زیرا مدیران و سهامداران به دلیل مسئلهٔ استخراج سیگنال، همان انتظارات قبلی خود دربارهٔ تورم را نخواهند داشت. ایشان در این مطالعه، رابطهٔ قیمت–



Archive of SID
www.SID.ir

سود تقسیمی و وابستگی آن به نرخ تغییر قیمت را در محیطی با سه رژیم با استفاده از یک تکنیک تخمین غیر خطی، برآورد کرده و نتایج خود را با نتایج حاصل از تخمین OLS مدل رشد گوردون مقایسه کردند.

داموداران (۲۰۰۲) نشان داد که استفادهٔ غیرصحیح از مدل رشد گوردون می‌تواند منجر به نتایج مخدوش و گمراه کننده شود. با شکافی کوچک بین نرخ رشد و نرخ بازده موردتوقع، هر گونه بازنگری در نرخ رشد منجر به نوسان بالا در قیمت دارایی ها می‌شود. این افزایش ریسک که ناشی از نوسان بالا در قیمت‌هاست یکی از عواقب ناخواستهٔ استفاده از مدل گوردون در جهتی است که در مدل اصلی گوردون مورد توجه قرار گرفته نشده بود. این افزایش در ریسک با افزایشی در نرخ بازده مورد توقع منطبق می‌شود تا مبادله‌ای بین ریسک و بازده فراهم شود. ایشان در مطالعهٔ خود روشی برای بازنگری در نرخ بازده مورد توقع پیشنهاد می‌کنند تا قابلیت ارتجاعی رشد ثابت قیمت را حفظ کند. این روش حساسیت قیمتی مدل رشد گوردون را کاهش می‌دهد تا شکاف بین نرخ بازده مورد توقع و نرخ-های رشد را از بین برده و ارزشگذاری منطقی‌تری را فراهم کند.

کالیوا[۴۴] و کاسکینن[۴۵] (۲۰۰۳) نیز در مطالعهٔ خود ادعا می‌کنند که حباب‌های تاریخی بازار سهام نشان می‌دهد که در برخی دوره‌های زمانی رفتار قیمت سهام از اصول بازار تبعیت نمی‌کند. با توجه به مدل پیشنهادی توسط این محققان ریسک سرمایه‌گذاری در سهام متغیر در زمان است. این ریسک زمانی که نسبت سود تقسیمی به قیمت بالاست، بیشتر است. تورم بعنوان یک متغیر برون‌زا عمل می‌کند. این مطالعه نیز یکی از شواهد مربوط به غیرخطی بودن رابطهٔ مذکور را مطرح می‌کند.

مدسن و میلاس (۲۰۰۵) معتقدند که سود تقسیمی، درآمد دائمی شرکت‌ها و ظرفیت سود موردانتظار را در دوره‌های تورمی و رکودی انعکاس نمی‌دهد و بنابراین رابطهٔ قیمت- سود تقسیمی که توسط مدل سودتقسیمی- قیمت گوردون پیش بینی شده است، در این دوره‌ها با شکست مواجه می شود. برآوردهای غیرخطی، پیش بینی‌های مدل ایشان را حمایت می کنند. ایشان مدل خطی و مدل کامل تر غیرخطی را با استفاده از داده‌های سالانه تخمین زده‌اند. ایشان معتقدند که اثر مثبت سود تقسیمی که توسط مدل گوردون پیش‌بینی شده است، در دوره‌هایی با تورم بالا به طور کامل از بین می‌رود. بعبارت بهتر، سودهای تقسیمی هیچ گونه اطلاعاتی دربارهٔ درآمد (سودهای) واقعی که برای سهامداران متصور است، در دوره‌های پرتورم منتقل نمی‌کنند. تغییرپذیری تورم، تابعی مثبت از سطح تورم است. بنابراین پیش‌بینی تورم در نرخ‌های بالا دشوارتر است و واگرایی انتظارات تورمی سهامداران و مدیران تا حدی گسترش می‌یابد که مدل گوردون با شکست مواجه می‌شود.

هارلی[۴۶] (۲۰۱۳) مدل‌های ارزشگذاری سهام را ارائه می‌کند که در آنها فرض می‌شود سودهای تقسیمی آتی از یک فرآیند برنولی تعمیم‌یافته سازگار با رفتار پرداخت سود تقسیمی اغلب شرکت‌ها تبعیت می‌کنند. وی دو مدل تصادفی تنزیل سود تقسیمی تعمیم یافته را بر اساس مدل تنزیل سود تقسیمی گوردون ارائه می‌دهد. وی توجیهاتی برای ارزش فعلی موردانتظار ابراز کرده و از شبیه‌سازی مونته کارلو[۴۷] برای ایجاد یک فاصله اطمینان برای این ارزش استفاده کرده است. این فاصله به محقق



Archive of SID
www.SID.ir

اجازه می‌دهد تا تعیین کند که یک سهم بیش از واقع ارزشگذاری شده است یا کمتر از واقع.

**۲-۴- فرضیه پژوهش**

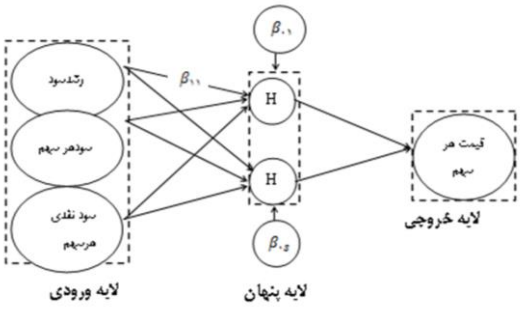
مطالعات مذکور اغلب به نوعی بر امکان غیرخطی بودن رابطهٔ گوردون تاکید کرده‌اند. بر اساس دانسته‌های محققین، تحقیق حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی احتمال غیرخطی بودن رابطهٔ گوردون با استفاده از شبکهٔ عصبی می‌پردازد. به این ترتیب در تحقیق حاضر با استفاده از شبکهٔ عصبی به بررسی فرضیهٔ پژوهش به شرح زیر پرداخته شده است.

با در نظر گرفتن رابطهٔ غیر خطی بجای خطی، قدرت برازش مدل گوردون افزایش خواهد یافت.

**۳- روش شناسی پژوهش**

**۳-۱- معرفی و برآورد مدل مفهومی پژوهش**

شبکهٔ عصبی پیش خور مورد استفاده برای مدل گوردون به شرح زیر است:




**شکل ۲: شبکه عصبی پیشخور مورد استفادبرای مدل گوردون**

بر اساس فرضیات پیشگفتهٔ مدل، گوردون، معادلات رگرسیونی ذیل را برای بررسی تجربی قیمت سهام در نظر گرفت:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 Y_i$$ رابطه ۴)

در عبارت فوق $P_i$ قیمت سهام شرکت ام، $D_i$ سود نقدی شرکت ام، $Y_i$ سود هر سهم شرکت ام $i$ و $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ پارامترهای مدل هستند. شکل بازنویسی شدهٔ معادلهٔ فوق به شرح معادلهٔ (۶) خواهد بود:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 (Y_i - D_i)$$ رابطه ۵)

در صورتی‌که فرضیه سود نقدی قابل رد نباشد، لازمست $\beta_1$ در معادلهٔ (۱) معنی دار باشد و در صورت عدم رد فرضیهٔ رشد، معناداری ضریب $\beta_2$ در معادلهٔ (۲) مورد نیاز است. برای بررسی فرضیهٔ در آمد (سود) هر سهم باید از مدل اصلاح شدهٔ رگرسیونی که مبتنی بر مدل رشد ثابت گوردون است، استفاده نمود. گوردون مدل رشد ثابت خود را با استفاده از انتگرال تابع سود نقدی بشرح ذیل استخراج نمود: اگر $Y_t$ سود هر سهم، bدرصد نگهداشت سود، $r$بازده سرمایه گذاری، $P_0$ قیمت سهام و $k$ بازده مورد انتظار سهامدار باشد، می توان نوشت:

$$P = \int_0^{\infty} (1-b) Y_t e^{-kt} dt = \int_0^{\infty} (1-b) Y_0 e^{brt} e^{-kt} dt$$ رابطه ۶)

در صورتیکه $k > br$ باشد، با انتگرال گیری، مدل رشد ثابت بصورت $P_0 = \frac{(1-b)}{k-br} Y_0$ بدست خواهد آمد. مدل اصلاح شدهٔ گوردون بشرح ذیل است:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{d}_i + \beta_2 (d_i - \bar{d}_i) + \beta_3 \bar{g}_i + \beta_4 (g_i - \bar{g}_i)$$ رابطه ۷)



Archive of SID
www.SID.ir

در عبارت فوق متغیرهای میانگین، میانگین سه سال اخیر هستند.

با توجه به اینکه رابطه نهایی بدست آمده خطی نیست (رابطهٔ (۷))، مدل اصلاح شدهٔ گوردون که در بالا به آن اشاره شده است، می تواند با استفاده از شبکهٔ عصبی که رابطهٔ مذکور را غیرخطی در نظر می گیرد، تقویت شود.

برای مدل‌سازی شبکهٔ عصبی لازم است ابتدا معماری آن را با استفاده از روش‌های آماری و معیارهای اطلاعاتی مانند آکائیک و شوارتز یا معیارهای خطایی مانند میانگین مربعات خطا، میانگین قدر مطلق خطاها و ضریب تعیین، مشخص کرد. منظور از معماری شبکه، تعیین تعداد لایه‌های پنهان[۴۸]، تعداد نرون‌های هر لایهٔ پنهان، نوع تابع فعال‌سازی، الگوریتم یادگیری و معیار ارزیابی عملکرد شبکه است. در این‌جا تعداد لایهٔ پنهان، یک لایه در نظر گرفته شده است. زیرا در اکثر مقالات و پژوهش‌های قبلی، یک یا دو لایهٔ پنهان، بهترین عملکرد را داشته است (کاآسترا و بوید، ۱۹۹۶). برای انتخاب تعداد نرون‌های بهینهٔ شبکه‌های هر کدام از صنایع و کلیهٔ شرکت‌ها، تعداد نرون‌ها از دو نرون تا پانزده نرون تغییر داده شده و شبکه‌ای که کمترین میانگین مجذور خطا را داشته، انتخاب گردیده است. الگوریتم یادگیری پیش‌تعریف شبکهٔ لونبرگ- مارکوات[۴۹] (LM) است که از نظر سرعت و دقت بر اکثر الگوریتم‌های یادگیری شبکهٔ عصبی ترجیح دارد که در آنها نیز از همین الگوریتم استفاده شده است. همچنین در این مدل‌سازی، تابع فعال-سازی تانژانت هیپربولیک انتخاب شده است. برای مدل‌سازی رگرسیون و شبکهٔ عصبی از نرم‌افزار متلب[۵۰] استفاده شده است.

**۳-۲- نمونه گیری و تحلیل داده ها**

در این بخش از مطالعه به بررسی و تحلیل داده-ها پرداخته شده است. به منظور بررسی فرضیهٔ پژوهش، از داده‌های قیمت، سود هر سهم، سود نقدی (تقسیمی) و رشد سود تقسیمی (که برابر با میانگین رشد سه سال اخیر هر شرکت-سال است) مربوط به ۲۴۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۲ استفاده شده است. در نهایت، ۱۱۳۵ مشاهدهٔ شرکت-سال استخراج شده است. جامعهٔ آماری کل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده و دورهٔ زمانی اخذ اطلاعات از سال ۱۳۸۳-۱۳۹۲ بوده است که بدلیل استفاده از اطلاعات میانگین رشد سود سه سال اخیر برای رشد سود، اطلاعات حاصل بازهٔ ۱۳۸۵-۱۳۹۲ را به خود اختصاص داده است. نمونه‌گیری با روش حذفی و بر اساس گامهای زیر انجام گرفت:

۱) داده‌های مربوط به کل شرکت‌های بورسی بر اساس داده های بانک اطلاعات شرکت‌ها موجود در وب‌سایت بورس اوراق بهادار تهران استخراج شد.
۲) شرکت-سال‌های زیان‌ده از بین مشاهدات موجود حذف شدند.
۳) شرکت‌های سرمایه‌گذاری و هلدینگ بدلیل متفاوت بودن ماهیت عملیات و نحوه گزارشگری حذف شدند.
۴) در نهایت نرخ رشد سود تقسیمی بر اساس میانگین نرخ رشد سه سال متوالی اخیر سود تقسیمی هر شرکت-سال محاسبه شد و مشاهداتی که این محاسبه برای آنها امکان‌پذیر نبود، حذف شدند (با توجه به اینکه در برخی از



Archive of SID
www.SID.ir

سال‌ها، شرکت‌ها گزارش کاملی ارائه نکرده و محاسبهٔ رشد سود نقدی تحت تاثیر مشاهدات حذف شده قرار گرفته است).

نهایتا ۱۱۳۵ مشاهدهٔ شرکت-سال وارد تجزیه و تحلیل‌ها شدند. بدین ترتیب، سه متغیر مستقل سود هر سهم، سود نقدی و رشد سود نقدی برای تبیین رفتار قیمت به کار گرفته شده اند. در داده‌ها هیچ گونه میانگین زدایی، روندزدایی، تفاضل‌گیری و لگاریتم گیری مورد استفاده قرار نگرفته است. قیمت‌های به‌کار رفته، قیمت پایان سال بوده است.

## ۴- نتایج پژوهش

در این بخش از مطالعه به بررسی نتایج حاصل از آزمون فرضیه پرداخته شده است. به منظور بررسی یافته‌های پژوهش، نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی گزارش و واکاوی شده و سپس به نتایج حاصل از مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی پیش خور پرداخته شده است. در انتهای این بخش نتایج حاصل از این دو تحلیل با یکدیگر مقایسه شده و در مورد دقت مدل‌سازی رابطهٔ گوردون در دو حالت خطی و غیرخطی بحث و بررسی انجام گرفته است. ضمناً به منظور افزایش همگونی داده‌ها، رابطهٔ موردنظر در ۶ صنعت دارویی، فلزات اساسی، غذایی به جز قند، خودرویی، شیمیایی و سیمان، که بین سایر گروه‌های صنایع موجود در بورس، بیشترین تعداد شرکتها را به خود اختصاص می‌دهند نیز بررسی شده است. جدول شمارهٔ ۱ نتایج حاصل از برازش رگرسیونی مدل گوردون که توسط نرم‌افزار متلب پردازش شده است را قبل از حذف مشاهدات دورافتاده نشان می‌دهد.

**جدول۱: نتایج برازش رگرسیون قیمت و متغیرهای اثرگذار بر آن مطابق مدل گوردون برای کل شرکتهای نمونه**

| عنوان | کل شرکت‌های نمونه | |
|---|---|---|
| | ضرایب | آماره P |
| عرض از مبدا | ۱۰۵۹/۱۹ | ۰/۰۰ |
| سود هر سهم | ۳/۲۴ | ۰/۰۰ |
| سود نقدی | ۱/۳۲ | ۰/۰۰ |
| رشد سود نقدی | ۱۴۷/۹۷ | ۰/۰۰ |
| آماره ی F مدل | | ۶۸۹/۱۵ |
| آماره ی P مدل | | ۰/۰۰ |
| ضریب تعیین | | ۰/۶۵ |
| ضریب تعیین تعدیل شده | | ۰/۶۵ |

همانگونه که ملاحظه می‌شود مدل گوردون در کل شرکتهای بورس و اوراق بهادار تهران موجود در نمونه از معنی‌داری برخوردار است. آمارهٔ P مدل نزدیک به صفر است که حاکی از معنی‌داری مدل در سطح خطای کمتر از ۱ درصد است. البته همانگونه که ذکر شد، این نتایج پیش از حذف مشاهدات دورافتاده حاصل شده است. به منظور افزایش دقت برازش رگرسیونی، مشاهدات دورافتاده حذف و مدل مجددا تخمین زده شد. در خصوص کل نمونه، ضریب تعیین پس از حذف مشاهدات، تغییر چشمگیری از خود نشان نمی‌دهد. با توجه به اینکه اضافه کردن یک پارامتر به عنوان متغیر دامی (که مشاهدات دورافتاده را تفکیک می‌کند) باعث کاهش درجه آزادی و کاهش کارایی تخمین می شود، در مدلسازی رگرسیون و شبکه عصبی مربوط به گروه کل مشاهدات، استفاده از متغیر مجازی ضرورتی نداشته و در نتیجه اعمال نمی‌شود.

در تفسیر ضرایب مدل خطی رشد گوردون، همانگونه که ملاحظه می‌شود ضریب سود هر سهم



Archive of SID
www.SID.ir

در کل شرکتهای نمونه (جدول ۱) در سطح کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار و معادل ۳/۲۴ که جهت آن موافق تئوری زیربنایی است. بعبارت دیگر در شرکت‌های ایرانی موجود در نمونهٔ تحقیق با افزایش سود هر سهم، قیمت سهام با ضریب ۳/۲۴ افزایش می‌یابد. ضریب سود نقدی نیز معنی دار و ۱/۳۲ بوده و موافق با تئوری است. نتایج نشان دهندهٔ این است که سرمایه‌گذاران، علامت سود تقسیمی را درک کرده و در تجزیه و تحلیل‌های مربوط به قیمت سهام لحاظ می‌کنند. در نهایت نتایج حاصل از رشد سود نقدی، در کل شرکت‌های نمونه در سطح کمتر از ۰/۰۱ معنادار و موافق با تئوری با ضریب ۱۴۷/۹۷ است. می‌توان چنین تفسیر کرد که رشد سود تقسیمی یک سهم (میانگین رشد سه سال اخیر یک سهم)، در تصمیمات سرمایه‌گذاری مدنظر قرار گرفته و تاثیر مثبت و قابل توجهی بر قیمت سهام دارد. یعنی با افزایش یک درصد رشد سود تقسیمی هر سهم، قیمت آن سهم با ضریب ۱۴۷/۹۷ افزایش می‌یابد. نتایج کلی مدل، موید مدل تنزیل عایدات بوده و با قانون اول مالی که بیان می کند ارزش هر دارایی به ارزش حال عایدات آتی آن بستگی دارد سازگار است. بنابراین انتظار می رود اگر سرمایه گذاران بتوانند سود هر سهم و سود نقدی را که با فرض با ثبات بودن سیاست تقسیم سود، تابعی از سود هر سهم خواهد بود پیش بینی کنند، می توانند در خصوص خرید یا فروش سهم با توجه به قیمت جاری آن تصمیم گیری نمایند. ضریب تعیین مدل نشان می دهد که اطلاع از سه متغیر مستقل مدل می تواند سرمایه گذار را تا ۶۵ درصد از موارد، در تعیین درست قیمت یاری نماید

مرحلهٔ دوم تحلیل یافته‌ها مربوط به مدل‌سازی شبکهٔ عصبی است. نتایج حاصل از مدل‌سازی رابطهٔ گوردون بر اساس شبکهٔ عصبی پیش‌خور در جدول ۲ برای کل شرکت‌ها نشان داده شده است. اعداد جدول مذکور، ضرایب تعیین مدل‌سازی رابطهٔ گوردون بر اساس شبکهٔ عصبی با نرون‌های مختلف، برای دستیابی به مدل بهینه است. کادری که با رنگ تیره مشخص شده است، شبکهٔ عصبی با نرون بهینه را نشان می‌دهند.

**جدول ۲: ضرایب تعیین شبکه های عصبی با نرون‌های مختلف**

| کل شرکتهای نمونه | ۰/۷ | ۰/۶۹۳ | ۰/۶۸۸ | ۰/۷۲۲ | ۰/۶۷۹ | ۰/۷ | ۰/۶۸۸ | ۰/۶۸۵ | ۰/۷۰۵ | ۰/۶۸۷ | ۰/۶۹۲ | ۰/۶۹ | ۰/۶۸۳ | ۰/۶۷۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

نتایج نشان می‌دهد که ضریب تعیین ($R^2$) شبکه عصبی بهینه از ضریب تعیین رگرسیون خطی بالاتر است ( حتی ضرایب تعیین غیربهینه نیز از ضریب تعیین رگرسیون بالاتر است). ضریب تعیین رگرسیون خطی در کل نمونه، ۰/۶۵ است، در حالیکه این ضرایب برای شبکهٔ عصبی برابر با ۰/۷۲۲ است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی غیرخطی در مدل گوردون توان تبیین بالاتری ارائه می‌دهد. به‌این ترتیب فرضیهٔ مطالعهٔ حاضر مبنی بر برتری الگوی غیرخطی بر الگوی خطی در تبیین رابطهٔ بین قیمت با سود هر سهم، سود نقدی و رشد سود نقدی در کل نمونه شامل ۲۴۷ شرکت و ۱۱۳۵ مشاهده تایید می‌گردد. اگر سهامداران تمایل به استفاده از شکل تجربی مدل گوردون در تصمیم-گیری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های خود داشته باشند، استفاده از شبکهٔ عصبی می‌تواند در کاهش خطای



Archive of SID
www.SID.ir

پیش‌بینی آن‌ها و افزایش سودآوری و دقت سرمایه-گذاری‌های آن‌ها موثرتر باشد. همچنین از نظر اثبات رابطهٔ تجربی مدل تنزیل عایدات و محاسبهٔ هزینهٔ سرمایه که هزینهٔ حقوق صاحبان سرمایه یکی از آنهاست، این یافته می‌تواند مفید باشد. اگرچه شبکه عصبی در خصوص تحلیل اهرمی(تحلیل حساسیت) به اندازه رگرسیون خطی دارای صراحت نیست و مستقیماً نمی توان از کشش ها[51] در آن بهره گرفت، اما برای مقاصد پیش بینی و بدست آوردن برآورد قیمت، مشروط به اطلاع از متغیرهای مستقل شبکه عصبی، نسبت به مدل خطی گوردون مزیت دارد.

به منظور افزایش همگونی داده‌ها و احتمال اهمیت عامل صنعت در بررسی رابطهٔ گوردون، رابطهٔ موردنظر در ۶ صنعت دارویی ذکر شده نیز بررسی شد. نتایج حاصل از تخمین رگرسیون در گزیده ای از صنایعی که بیشترین تعداد شرکت‌ها را به خود اختصاص می‌دهند، در جدول ۳ ذکر شده است.

با این حال، حذف مشاهدات دورافتاده در خصوص صنایع به تفکیک، ضریب تعیین مدل را افزایش می‌دهد. نتایج حاصل در جدول ۴ آورده شده است. علاوه بر معناداری کل مدل‌ها در صنایع، توان تبیین این مدل‌ها با توجه به ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده افزایش یافته است.

مدل گوردون در تمامی گروه‌های صنایع مذکور از معنی‌داری برخوردار است. آمارهٔ P مدل نزدیک به صفر است که حاکی از معنی‌داری مدل در سطح خطای کمتر از ۱ درصد است. در تفسیر ضرایب مدل رشد گوردون، همانگونه که ملاحظه می‌شود ضریب سود هر سهم در صنعت دارویی، شیمیایی و سیمان غیرمعنی دار است. ضرایب این متغیر برای صنایع فلزات اساسی، غذایی و خودرویی معنی دار و به ترتیب ۱/۹۰، ۲/۹۶ و ۲/۸۵ بوده و جهت ضرایب در این صنایع نیز موافق با تئوری زیربنایی و مثبت است. ضریب سود نقدی نیز در صنایع دارویی و شیمیایی معنی دار و به ترتیب ۴/۷۳ و ۱/۷۲ بوده و موافق با تئوری است. تفاسیر مربوط به ضرایب در کل نمونه، برای ضرایب معنادار در گروه‌های صنایع نیز قابل ذکر است. در نهایت نتایج حاصل از رشد سود نقدی، برای صنایع موردنظر به جز فلزات اساسی معنی دار نبوده و بحث در خصوص علامت و مقدار آن امکان‌پذیر نیست. با این حال در خصوص فلزات اساسی این ضریب معنادار و منفی است. نتایج نشان می‌دهد که ضرایب مدل خطی رشد گوردون هنگامی که شرکت‌ها بر اساس صنایع تفکیک می‌شوند، همواره مطابق با تئوری مبنا نبوده و با انجام این تفکیک، نتایجی مخالف با نتایج پژوهش گوردون حاصل می‌شود.

مرحلهٔ دوم بررسی‌های مربوط به تفکیک صنایع طبق طرح پژوهش، بررسی مدل غیرخطی با شبکه عصبی است. همانگونه که در مورد کل شرکت‌های نمونه بحث شد، اعداد جدول ۵، ضرایب تعیین مدل‌سازی رابطهٔ گوردون بر اساس شبکهٔ عصبی با نرون‌های مختلف، برای دستیابی به مدل بهینه است. کادرهایی که با رنگ تیره مشخص شده است، شبکهٔ عصبی با نرون بهینه را نشان می‌دهند.

نتایج نشان می‌دهد که ضریب تعیین ($R^2$) شبکه-های عصبی بهینه در تمامی گروه‌های صنایع از ضریب تعیین رگرسیون‌های خطی بالاتر است. ضرایب تعیین در صنایع دارویی، فلزات اساسی، غذایی به جز قند، خودرویی، شیمیایی و سیمان در تحلیل رگرسیونی بترتیب ۰/۷۰، ۰/۸۶، ۰/۷۹، ۰/۷۰، ۰/۷۴ و ۰/۸۱ بوده است؛ در حالیکه این ضرایب برای شبکهٔ عصبی به همان ترتیب مذکور، برابر با



Archive of SID
www.SID.ir

۰/۸۵، ۰/۸۹، ۰/۰۹۱، ۰/۹۵، ۰/۸۷و ۰/۹۲ است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی غیرخطی در مدل گوردون به تفکیک صنایع نیز توان تبیین بالاتری ارائه می‌دهد. به‌این ترتیب فرضیهٔ مطالعهٔ حاضر مبنی بر برتری الگوی غیرخطی بر الگوی خطی در تبیین رابطهٔ بین قیمت با سود هر سهم، سود نقدی و رشد سود نقدی در گروه‌های مختلف صنایع نیز تایید می‌گردد.

**جدول ۳: نتایج برازش رگرسیون قیمت و متغیرهای اثرگذار بر آن مطابق مدل گوردون برای گروه‌های صنایع قبل از حذف مشاهدات دورافتاده**

| عنوان | دارویی | | فلزات اساسی | | غذایی به جز قند | | خودرویی | | شیمیایی | | سیمان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P |
| عرض از مبدا | ۲۳۰۰/۴۰ | ۰/۰۰ | ۲۳۳۱/۱۲ | ۰/۰۰ | ۷۵۷/۷۱ | ۰/۰۷ | -۵۶/۳۶ | ۰/۸۳ | ۲۳۵۹/۹۱ | ۰/۰۰ | ۶۷۷/۲۹ | ۰/۱۰ |
| سود هر سهم | ۲/۰۴ | ۰/۰۱ | ۳/۶۵ | ۰/۰۰ | ۴/۶۷ | ۰/۰۰ | ۲/۳۶ | ۰/۰۳ | ۰/۴۸ | ۰/۳۸ | ۲/۹۸ | ۰/۰۸ |
| سود نقدی | ۲/۶۷ | ۰/۰۰ | ۰/۰۳ | ۰/۹۸ | ۰/۵۴ | ۰/۵۴ | ۴/۱۱ | ۰/۰۰ | ۲/۲۸ | ۰/۰۰ | ۱/۸۰ | ۰/۳۰ |
| رشد سود نقدی | -۱۶/۱۳ | ۰/۹۸ | -۴۹۶/۶۴ | ۰/۲۵ | -۳۹/۷۱ | ۰/۷۰ | -۲۵/۱۴ | ۰/۶۹ | -۵۰۵/۷۰ | ۰/۰۴ | -۵۲۸/۶۰ | ۰/۵۰ |
| آماره ی F مدل | ۶۵/۲۳ | | ۵۵/۴۰ | | ۸۳/۱۸ | | ۵۶/۸۱ | | ۷۸/۲۵ | | ۱۹۶/۰۷ | |
| آماره ی P مدل | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | |
| ضریب تعیین | ۰/۶۰ | | ۰/۷۶ | | ۰/۷۷ | | ۰/۶۲ | | ۰/۷۳ | | ۰/۷۹ | |
| ضریب تعیین تعدیل شده | ۰/۵۹ | | ۰/۷۵ | | ۰/۷۷ | | ۰/۶۱ | | ۰/۷۲ | | ۰/۷۹ | |

**جدول ۴: نتایج برازش رگرسیون قیمت و متغیرهای اثرگذار بر آن مطابق مدل گوردون برای گروه‌های صنایع پس از حذف مشاهدات دور افتاده**

| عنوان | دارویی | | فلزات اساسی | | غذایی به جز قند | | خودرویی | | شیمیایی | | سیمان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P | ضرایب | آماره P |
| عرض از مبدا | ۲۸۷۷/۲۰ | ۰/۰۰ | ۲۶۴۷/۶۷ | ۰/۰۰ | ۱۲۶۵/۸۲ | ۰/۰۱ | ۳۲۳/۵۷ | ۰/۱۹ | ۲۱۸۰/۶۶ | ۰/۰۰ | ۱۰۶۱/۹۶ | ۰/۰۱ |
| سود هر سهم | -۰/۱۰ | ۰/۸۹ | ۱/۹۰ | ۰/۰۳ | ۲/۹۶ | ۰/۰۰ | ۲/۸۵ | ۰/۰۰ | ۱/۱۲ | ۰/۱۱ | ۲/۵۷ | ۰/۱۲ |
| سود نقدی | ۴/۷۳ | ۰/۰۰ | ۱/۳۵ | ۰/۲۱ | ۱/۷۳ | ۰/۰۸ | ۱/۱۹ | ۰/۳۳ | ۱/۷۲ | ۰/۰۱ | ۱/۷۵ | ۰/۲۹ |
| رشد سود نقدی | -۳۸۱/۶۷ | ۰/۴۳ | -۶۹۳/۳۷ | ۰/۰۴ | -۳۶/۹۴ | ۰/۷۱ | -۱۸/۸۳ | ۰/۷۴ | -۴۴۶/۵۴ | ۰/۰۷ | -۹۸۷/۴۶ | ۰/۱۹ |
| متغیر مجازی | ۱۱۰۰۷/۲۳ | ۰/۰۰ | ۶۴۴۹/۰۷ | ۰/۰۰ | ۵۳۶۹/۳۷ | ۰/۰۱ | ۶۳۸۲/۴۰ | ۰/۰۰ | -۲۵۹۹/۰۵ | ۰/۱۳ | ۷۲۳۹/۵۳ | ۰/۰۰ |
| آماره ی F مدل | ۷۵/۸۷ | | ۷۸/۰۷ | | ۶۸/۵۴ | | ۶۰/۲۳ | | ۶۰/۱۵ | | ۱۶۵/۹۷ | |
| آماره ی P مدل | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | | ۰/۰۰ | |
| ضریب تعیین | ۰/۷۰ | | ۰/۸۶ | | ۰/۷۹ | | ۰/۷۰ | | ۰/۷۴ | | ۰/۸۱ | |
| ضریب تعیین تعدیل شده | ۰/۶۹ | | ۰/۸۵ | | ۰/۷۸ | | ۰/۶۹ | | ۰/۷۳ | | ۰/۸۱ | |



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۵: ضرایب تعیین شبکه های عصبی با نرون‌های مختلف**

| دارویی | | فلزات اساسی | | غذایی به جز قند | | خودرویی | | شیمیایی | | سیمان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده | قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده | قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده | قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده | قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده | قبل از حذف مشاهدات دورافتاده | پس از حذف مشاهدات دورافتاده |
| ۰/۶۴۹ | ۰/۸۲۰ | ۰/۷۹۹ | ۰/۸۷۱ | ۰/۷۶۷ | ۰/۸۲۵ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۷۵ | ۰/۸۲۰ | ۰/۸۲۸ | ۰/۸۴۴ | ۰/۸۴۸ |
| ۰/۶۳۷ | ۰/۸۲۵ | ۰/۸۰۸ | ۰/۸۷۶ | ۰/۷۸۹ | ۰/۸۴۷ | ۰/۸۹۱ | ۰/۸۶۳ | ۰/۸۱۴ | ۰/۸۵۷ | ۰/۸۱۴ | ۰/۸۹۷ |
| ۰/۶۵۵ | ۰/۸۱۸ | ۰/۷۹۸ | ۰/۸۷۵ | ۰/۸۲۶ | ۰/۸۵۰ | ۰/۸۶۹ | ۰/۹۱۲ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۳۸ | ۰/۹۰۰ | ۰/۹۱۱ |
| ۰/۶۶۳ | ۰/۸۲۶ | ۰/۷۸۶ | ۰/۸۷۹ | ۰/۸۱۶ | ۰/۸۸۰ | ۰/۸۹۲ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۶۰ | ۰/۸۴۶ | ۰/۹۰۸ | ۰/۸۴۷ |
| ۰/۶۵۲ | ۰/۸۲۵ | ۰/۸۱۲ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۶۱ | ۰/۸۸۶ | ۰/۹۶۷ | ۰/۸۹۸ | ۰/۸۳۴ | ۰/۸۴۸ | ۰/۸۶۰ | ۰/۸۹۱ |
| ۰/۶۷۲ | ۰/۸۳۰ | ۰/۸۱۹ | ۰/۸۶۲ | ۰/۸۱۰ | ۰/۸۳۹ | ۰/۹۰۶ | ۰/۹۲۹ | ۰/۸۶۷ | ۰/۸۷۹ | ۰/۸۶۵ | ۰/۹۲۶ |
| ۰/۶۴۸ | ۰/۸۲۳ | ۰/۸۰۸ | ۰/۸۷۴ | ۰/۸۲۴ | ۰/۹۰۱ | ۰/۹۲۳ | ۰/۹۵۵ | ۰/۸۳۷ | ۰/۸۳۲ | ۰/۹۰۳ | ۰/۹۰۷ |
| ۰/۶۸۱ | ۰/۸۲۸ | ۰/۸۳۵ | ۰/۸۸۳ | ۰/۸۶۴ | ۰/۸۵۲ | ۰/۹۳۵ | ۰/۹۳۲ | ۰/۸۵۰ | ۰/۸۵۷ | ۰/۸۵۴ | ۰/۹۰۹ |
| ۰/۷۰۶ | ۰/۸۳۷ | ۰/۸۱۵ | ۰/۸۵۹ | ۰/۸۰۷ | ۰/۹۱۰ | ۰/۹۰۸ | ۰/۹۱۷ | ۰/۸۵۶ | ۰/۸۶۹ | ۰/۸۹۶ | ۰/۸۷۷ |
| ۰/۶۹۳ | ۰/۸۵۹ | ۰/۸۳۴ | ۰/۸۸۱ | ۰/۸۱۷ | ۰/۸۵۲ | ۰/۹۲۶ | ۰/۹۴۵ | ۰/۸۸۴ | ۰/۸۳۱ | ۰/۹۱۰ | ۰/۹۱۲ |
| ۰/۷۰۷ | ۰/۸۳۹ | ۰/۸۰۷ | ۰/۸۶۷ | ۰/۸۹۳ | ۰/۸۸۶ | ۰/۸۷۸ | ۰/۹۳۲ | ۰/۸۵۲ | ۰/۸۶۳ | ۰/۹۱۶ | ۰/۸۸۲ |
| ۰/۶۹۶ | ۰/۸۱۹ | ۰/۸۰۶ | ۰/۸۷۷ | ۰/۸۰۹ | ۰/۸۴۷ | ۰/۹۳۱ | ۰/۸۶۸ | ۰/۸۶۷ | ۰/۸۵۷ | ۰/۹۱۳ | ۰/۸۸۸ |
| ۰/۷۳۰ | ۰/۸۱۸ | ۰/۸۰۲ | ۰/۸۸۷ | ۰/۷۹۲ | ۰/۸۸۶ | ۰/۸۹۱ | ۰/۹۳۱ | ۰/۸۱۸ | ۰/۸۰۶ | ۰/۹۱۵ | ۰/۹۱۹ |
| ۰/۷۰۸ | ۰/۷۹۷ | ۰/۸۱۶ | ۰/۸۹۱ | ۰/۸۸۱ | ۰/۸۸۳ | ۰/۸۸۸ | ۰/۹۳۳ | ۰/۸۶۰ | ۰/۸۶۴ | ۰/۹۰۸ | ۰/۹۲۴ |

## ۵- نتیجه‌گیری و بحث

مطالعهٔ حاضر به بررسی رابطهٔ گوردون با استفاده از شبکهٔ عصبی و رگرسیون خطی و مقایسهٔ این دو رویکرد جهت تشخیص خطی یا غیرخطی بودن رابطهٔ مذکور پرداخته است. بررسی رابطه غیرخطی گوردون با استفاده از شبکهٔ عصبی تاکنون در مطالعات مورد توجه قرار نگرفته است و این اولین مطالعه‌ای است که به بررسی این فرضیه می پردازد. نتایج حاصل از تخمین رگرسیون خطی از جمله علامت و معناداری ضرایب متغیرهای کل نمونه با نتایج حاصل از مطالعهٔ گوردون (۱۹۵۹) سازگار است. در مقایسهٔ دو روش، همانگونه که در متن پژوهش ذکر شد، نتایج حاکی از این است که شبکهٔ عصبی رویکرد مناسب‌تری را نسبت به رگرسیون خطی ارائه می‌دهد که این خود نشان‌دهندهٔ غیرخطی بودن رابطهٔ گوردون و قدرت بالای مدل‌سازی این رابطه با استفاده از شبکهٔ عصبی در شرکت‌های موجود در نمونهٔ مورد مطالعه است. نتایج این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعهٔ آکرت و هانتر (۱۹۹۹، ۲۰۰۱) و مدسن و میلاس (۲۰۰۵) سازگاری دارد. آکرت و هانتر بصورت نظری و تجربی نشان دادند که رابطهٔ بین سود تقسیمی و قیمت سهام غیرخطی است. مدسن و میلاس (۲۰۰۵) نیز نتیجه گرفتند که در دوره‌های تورمی بالا، مدل گوردون با شکست



Archive of SID
www.SID.ir

مواجه می‌شود. به این ترتیب و با ملاحظهٔ رابطهٔ گوردون به صورت غیرخطی، سرمایه گذاران و فعالان بازار سرمایه می‌توانند با استفاده از این رویکرد، پیش بینی‌های دقیق‌تری انجام داده و تصمیمات بهتری درخصوص سرمایه‌گذاری در سهام اتخاذ کنند. یکی از کاربردهای این مدل استفاده از آن برای پیش بینی اثرات تعدیل سود هر سهم شرکتهاست که در طول یک دوره مالی ممکن است چندین بار رخ دهد. در تحلیل رویدادهایی که منجر به تغییر سیاست های تقسیم سود شرکت می شود نیز شبکه عصبی، نتایج دقیق تری نسبت به مدل خطی بدست خواهد داد. بعنوان مثال در ایران با اجرای سیاست های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی، ۴۰ درصد از سهام شرکتها به سبد سهام عدالت تخصیص داده شده است که بر سیاست تقسیم سود شرکتها اثرگذار است؛ در نتیجه استفاده از مدل شبکه عصبی در برآورد اثرات دقیق تر عمل خواهد کرد.

در این مطالعه از شبکهٔ عصبی پیش‌خور استفاده شده است. با این حال، محققان در پژوهش‌های آتی می‌توانند مدل‌سازی انجام شده در مطالعهٔ حاضر را با استفاده از سایر انواع شبکه‌های عصبی همچون شبکهٔ عصبی المن یا شبکهٔ عصبی دینامیک انجام دهند. به این ترتیب با استفاده از شبکه‌های عصبی بازگشتی و پویا ممکن است بتوان به نتایج بهتری دست یافت. از طرفی انجام پژوهش به تفکیک سال-های مختلف و تحلیل نتایج با توجه به ویژگی‌های خاص سال مالی و تعمیم نتایج به سال‌های مشابه می‌تواند آموزه‌های جدیدی برای سرمایه‌گذاران در خصوص کسب بازده‌هایی بالاتر داشته باشد.

**فهرست منابع**


* Ackert, L.F., Hunter, W.C. (1999). Intrinsic Bubbles: The case of stock prices: Comment. American Economic Review, 89 (5): 1372-1376.
* Ackert, L.F., Hunter, W.C. (2001). An empirical examination of the price-dividend relation with dividend management. Journal of Financial Services Research, 19 (2): 115-129.
* Chen, H.J., Shaio-Yan, H., Chung-Long, K. (2009). Using the artificial neural network to predict fraud litigation: Some empirical evidence from emerging markets, Expert Systems with Applications, 36 (2): 1478–1484
* Cuthbertson, K., Nitzsche, D. (2004). Quantitative financial economics: stocks, Bonds and Foreign Exchange. John Wiley and Sons.
* D'Amico, G. (2013). A semi-Markov approach to the stock valuation Problem. Annals of Finance, 2013, 9 (4), 589-610.
* Damodaran, A. (2002). Investment valuation, New York: John Wiley & Sons.
* Gordon, J. M. (1959). Dividend, earning and stock price, Review of Economic and Statistics, 41 (2), 99-105.
* Ferris, K., Petitt, B. (2013). Valuation for mergers and acquistions: An overview. New Jersey, Pearson Education, Inc .
* Gordon, J. M. (1962). The Investment, financing, and valuation of the corporation, Irvin, Homewood, IL.
* Hurley, W.J. (2013). Calculating First Moments and Confidence Intervals for Generalized Stochastic Dividend Discount Models. Journal of Mathematical Finance, 2013, 3, 275-279.
* Kaastra, I., Boyd, M. (1996). Designing a neural networks for forecasting financial and economic time series. Neurocomputing, 10 (3): 215–236 .
* Kaliva, K., Koskinen, L. Dynamic model for stock market risk evaluation. Working Paper.
* Kamstra, M. (2003). Pricing firms on the basis of fundamentals, Federal Reserve Bank of Atlanta, Economic Review, First Quarter 2003.




Archive of SID
www.SID.ir

* Kiley, M.T. (2000). Stock prices and fundamentals in a production economy, Finance and Economics Discussion Series 2000-05, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.(.
* Kuan, C.M., Liu, T. (1995). Forecasting exchange rates using feedforward and recurrent neural networks, Journal of Applied Econometrics, 10(4): 347-364.
* Madsen, J. B., Milas, C. (2005). The price-dividend relationship in inflationary and deflationary regimes, Finance Research Letters, 2 (4): 260–269.
* Mc Nelis, P.D. (2005). Neural networks in finance, gaining predictive edge in the market. San Diego, CA, Elsevier Acadmic Press .
* Olson, D., Mossman, C. (2003). Neural network forecasts of Canadian stock returns using accounting ratios, International Journal of Forecasting, 19 (3): 453–465.
* Serrano-Cinca, C. (1996). Self organizing neural networks for financial diagnosis, Decision Support Systems, 17 (3): 227-238.
* Stewart, G. B. (1991). The Quest for Value: A guide for senior managers. New York, NY: HarperCollins, Publishers Inc.
* Thomas, R., Gup, B. E. (2010). The valuation handbook, valuation techniques from today's top practitioners, Hoboken, New Jersey. John Wiley&Sons, Inc,.
* White, H. (1988). Economic prediction using neural networks: The case of IBM Stock Prices, in Proceedings of the IEEE Second International Conference on Neural Networks, 2, 451-458, SOS Printing, San Diego.
* Zhang, G., Hu, M. Y., Patuwo, B. E., Indro, D. C. (1999). Theory and Methodology, Artificial neural networks in bankruptcy prediction: General framework and cross-validation analysis. European Journal of Operational Research, 116 (1999): 16-32


## یادداشت‌ها

[1]. Gordon
[۲]. Valuation
[۳]. Rational Valuation Formula
[4]. Cuthbertson
[5]. Nitzsche
[۶]. Supernormal Growth
[۷]. Economic value Added
[8]. Stewart
[۹]. Market Value Added
[۱۰]. Ohlson Residual Income
[۱۱]. Bakhshi-Chen
[12]. Damodaran
[13]. Mossman
[14]. Zhang
[15]. Serrano-Cinca
[16]. Kuan
[17]. Liu
[18]. Chen
[19]. Mc Nelis
[20]. Ackert,
[21]. Hunter
[22]. Madsen
[23]. Milas
[24]. Ferris
[25]. Petitt
[26].D'Amico
[27]. Thomas
[28]. Gup
[29].D'Amico
[30]. Shapiro
[31]. Capital Gain
[32]. Rozenblat
[33]. Nonlinearity
[34]. Parallel Processing
[35]. Threshold
[36]. Halbert White
[37]. AutoRegressive Moving Average
[38]. Elman
[39]. Hopfield
[40]. Interpolation
[41]. Kaastra
[42]. Boyd
[43]. Kiley
[44]. Kaliva
[45]. Koskinen
[46]. Hurley
[47]. Monte Carlo Simulation
[48]. Hidden layers
[49]. levenberg-marquardt
[50].Matlab
[51]. Elasticity

Archive of SID



www.SID.ir