



## ارائه مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر (ANFIS)

حمیدرضا وکیلی‌فرد<sup>۱</sup>  
نازنین پیله‌وری<sup>۲</sup>  
سیده سمانه زیدی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۱۰

### چکیده

یکی از مهم‌ترین تهدیدات اقتصاد ملی، ورشکستگی شرکت‌ها است. ارزیابی ورشکستگی، اطلاعات ارزشمندی را فراهم می‌نماید که به واسطه آن، دولت‌ها، سرمایه‌گذاران و سهامداران می‌توانند تصمیم‌گیری‌های مالی خود را به منظور جلوگیری از ضرر و زیان‌های احتمالی پایه‌گذاری کنند. هدف از این تحقیق، ارائه مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر (ANFIS) است. جامعه آماری برای انجام تحقیق، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ است که با توجه به ماده ۱۴۱ قانون تجارت، شامل ۴۰ شرکت ورشکسته و ۴۰ شرکت غیر-ورشکسته می‌باشد. این شرکت‌ها به طور تصادفی به سه مجموعه تقسیم شدند: مجموعه آموزش جهت طراحی مدل، مجموعه آزمایش و مجموعه واریسی جهت اعتبارسنجی مدل. نسبت‌های مالی این شرکت‌ها در سال قبل از ورشکستگی به عنوان متغیرهای ورودی ANFIS در نظر گرفته شد. مدل طراحی شده ورشکستگی را با دقت ۸۳٫۷۵ درصد یک سال پیش از وقوع آن پیش‌بینی نمود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ANFIS ابزاری مناسب برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

**واژه‌های کلیدی:** پیش‌بینی ورشکستگی، سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر (ANFIS)، نسبت‌های مالی.

۱- دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات [zeidi63@gmail.com](mailto:zeidi63@gmail.com)

## ۱- مقدمه

موضوع ورشکستگی یکی از موضوعات مورد توجه فعالان بازارهای مالی است. این موضوع، برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و موسسات رتبه‌بندی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. همواره ذینفعان شرکت‌ها نگران هستند که در صورت وقوع پدیده ورشکستگی چه پیامدهایی در انتظار آنان خواهد بود و چگونه می‌توان از قبل، ورشکستگی شرکت‌ها را پیش‌بینی و چاره‌اندیشی نمود. از دیدگاه نظریه‌های کلان اقتصادی، میزان پیشرفت اقتصادی جامعه با میزان سرمایه‌گذاری انجام شده در آن رابطه‌ای همسو و متناسب دارد. حال اگر این سرمایه‌گذاری در فرصت‌های مناسب صورت نگیرد یا به نحوی از آن استفاده شود که کارایی لازم را نداشته باشد، باعث لطمه به اقتصاد ملی خواهد شد.

یکی از راه‌های کمک به سرمایه‌گذاران، ارائه الگوهای پیش‌بینی درباره وضعیت مالی شرکت‌ها است. هرچه پیش‌بینی‌ها به واقعیت نزدیک‌تر باشد، مبنای تصمیمات صحیح‌تری قرار خواهد گرفت. الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی یکی از ابزارهای برآورد وضعیت آینده شرکت‌ها است. سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تمایل زیادی برای پیش‌بینی ورشکستگی بنگاه‌ها دارند، زیرا در صورت ورشکستگی هزینه‌های زیادی به آنها تحمیل می‌شود. هر کدام از این الگوها نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند. بنابراین می‌توان گفت مدل‌های ترکیبی از حداقل معایب برخوردار هستند، زیرا نقاط ضعف یک تکنیک را با استفاده از سایر تکنیک‌ها برطرف می‌کنند.

مدیران، سهام‌داران و سایر افراد ذینفع برای تصمیم‌گیری به اطلاعات نیازمند هستند و این نوع اطلاعات می‌تواند از طریق صورت‌های مالی که یکی از منابع تامین‌کننده نیازهای اطلاعاتی استفاده‌کنندگان است، برآورده شود. تجزیه و تحلیل‌کنندگان صورت‌های مالی با استفاده از اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی شرکت‌ها قدرت تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهند. یکی از ابزارهای تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی، استفاده و بکارگیری نسبت‌ها و شاخص‌های مالی و غیرمالی حاصل از صورت‌های مالی است که می‌توانند برای استفاده‌کنندگان موثر باشند.

تحقیق حاضر در نظر دارد با استفاده از تکنیک‌های مدل‌سازی هوش مصنوعی، مدلی را برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران طراحی نماید تا با استفاده از آن بتوان آثار مخرب ناشی از اعلام ناگهانی ورشکستگی را کاهش داد و یا با اتخاذ تدابیر مناسب و اصلاح ساختار مانع از ورشکستگی شرکت‌ها شد.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در بازه زمانی ۱۹۶۵-۱۹۳۰ مطالعات اندکی در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی صورت گرفته است (Bellovary & et al., 2007). مطالعات اولیه در رابطه با کاربرد تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها از نوع تحلیل تک متغیره و شاخص‌ترین آن، مدل بیور (۱۹۶۶) است. تمری در سال ۱۹۶۶ در پاسخ به بیور نشان داد سلامت مالی یک شرکت تنها به یک متغیر وابسته نیست. شاخص ریسک که از سوی تمری معرفی گردید در واقع یک سیستم امتیازدهی ساده است که در آن از چندین نسبت مالی به عنوان معیارهای اندازه‌گیری سلامت مالی استفاده می‌شود. نخستین بار آلمن در سال ۱۹۶۸ از روش تحلیل تشخیصی چندگانه برای پیش‌بینی ناتوانی تجاری استفاده کرد. اهلسون در سال ۱۹۸۰ یک مدل تجزیه و تحلیل لاجیت برای پیش‌بینی ورشکستگی معرفی نمود. مدل لاجیت چندین ویژگی یا خصیصه شرکت را باهم ترکیب کرده و از این طریق یک احتمال را برای شرکت مورد نظر محاسبه می‌کند. این عدد، احتمال ورشکستگی یا آسیب‌پذیری در مقابل ورشکستگی را نشان می‌دهد.

روند مطالعات نشان می‌دهد که هرچند مدل‌های آماری توانستند پیش‌بینی‌های خوبی را در مورد ورشکستگی شرکت‌ها ارائه نمایند، در عین حال مفروضات محدودکننده برخی از این مدل‌ها مانند خطی بودن، نرمال بودن و مستقل بودن متغیرهای پیش‌بینی از یکدیگر، بر روی اثربخشی آن‌ها موثر بود (راعی و فلاح‌پور، ۱۳۸۷). بنابراین به تدریج تکنیک‌های هوش مصنوعی به منظور غلبه بر این محدودیت‌ها و بهبود عملکرد پیش‌بینی‌ها، توسعه یافتند. مدل‌های هوش مصنوعی، در زمینه ورشکستگی اساساً بر نشانه‌های ناتوانی تجاری تمرکز دارند، عموماً چند متغیره بوده و متغیرهای مورد استفاده در آن‌ها از اطلاعات موجود در صورت‌های مالی شرکت استخراج می‌گردد (Aziz & Dar, 2006). تکنیک‌های هوشمند از تقسیم بازگشتی (درخت تصمیم)، استدلال مبتنی بر افته، مجموعه‌های سخت، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک و منطق فازی تشکیل شده‌اند.

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی کالیفرنیا تحت مقاله‌ای با عنوان "سیستم‌های فازی" معرفی گردید. وی بیان کرد که تئوری کلاسیک بیش از حد بر روی دقت تاکید داشته و از این جهت با سیستم‌های پیچیده و دنیای واقعی چندان سازگاری ندارد و باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کند. نخستین بار استفاده از شبکه‌های عصبی در طراحی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی توسط ادام و شاردا در سال ۱۹۹۰ پیشنهاد شد. جانگ نیز در سال ۱۹۹۳ توانست از قدرت زبانی سیستم‌های فازی و آموزش

شبکه‌های عصبی استفاده و سیستمی تحت عنوان سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر ارائه نماید. این سیستم‌ها به سیستم‌های ANFIS معروف شده‌اند. در سال‌های اخیر نیز مطالعات بسیاری در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی صورت گرفته است که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

### مطالعات خارجی

هدف از تحقیق پورونیس و دیگران (۲۰۰۸)، ارائه‌ی مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت لیتوانیایی مبتنی بر نسبت‌های مالی و پویایی آن در طول زمان توسط ادغام شبکه‌های عصبی مصنوعی و منطق فازی با استفاده از ANFIS بود و آزمون این مدل نشان داد که دقت پیش‌بینی ۸۰٪ است. گیوانیز (۲۰۱۰)، با مقایسه دو مدل لاجیت و ANFIS جهت پیش‌بینی درماندگی مالی، نشان داد ANFIS یک ابزار مناسب برای مدیران ریسک مالی و سیاست‌گذاران اقتصادی در بانک‌های مرکزی و خدمات آماری است. ویلدیز و دیگران (۲۰۱۰) نیز برای پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌ها، مدل فازی عصبی به کار بردند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که مدل فازی عصبی همانند مدل شبکه عصبی مصنوعی توانایی یادگیری دارد اما دارای برتری‌هایی نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد و می‌تواند به عنوان جایگزینی برای پیش‌بینی ورشکستگی محسوب شود که از دقت بالایی در پیش‌بینی برخوردار است. باچوم و دیگران (۲۰۱۱) نیز از ترکیب الگوریتم ژنتیک و ANFIS جهت پیش‌بینی ورشکستگی استفاده نمودند.

### مطالعات داخلی

در ایران نیز تحقیقاتی در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی صورت گرفته است که می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود. فلاح‌پور (۱۳۸۳)، نشان داد که مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی نسبت به مدل تحلیل ممیز چندگانه از دقت پیش‌بینی بیشتری برخوردار است. کمیجانی و سعادت‌فر (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود نشان دادند که به کارگیری مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی، توانایی مدیریت‌های مالی را برای مقابله با نوسان‌های اقتصادی و ورشکستگی نسبت به مدل‌های رقیب افزایش می‌دهد. فرج‌زاده‌دهکردی (۱۳۸۶) نشان داد که الگوریتم ژنتیک در مقایسه با تجزیه و تحلیل تفکیکی چند متغیره در پیش‌بینی ورشکستگی از دقت بالاتری برخوردار است. رهنمای-رودپشتی و دیگران (۱۳۸۸)، کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند مدل آلتمن در پیش‌بینی ورشکستگی محافظه‌کارانه‌تر از مدل فالمر عمل می‌کند. نبوی‌چاشمی و دیگران (۱۳۸۹)، تحقیقی در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لاجیت انجام دادند.

### ۳- فرضیه پژوهش

"ANFIS ابزار مناسبی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است."

### ۴- روش پژوهش

این تحقیق از حیث هدف در رده تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد و از نوع مدل‌سازی است. جامعه آماری مورد بررسی، کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۰ است. شرکت‌هایی که در این بازه زمانی مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شدند و سال مالی آن‌ها منتهی به ۱۲/۲۹ است به عنوان نمونه شرکت‌های ورشکسته انتخاب می‌شوند. برای مطابقت با شرکت‌های ورشکسته، شرکت‌های غیرورشکسته نیز به صورت تصادفی به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در بازه زمانی فوق مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت نشده و سال مالی آن‌ها منتهی به ۱۲/۲۹ باشد؛ همچنین از نظر نوع صنعت و سال مالی مورد بررسی تا حد امکان با نمونه شرکت‌های ورشکسته مطابقت داشته باشند. نمونه آماری تحقیق حاضر با توجه به موارد فوق شامل ۸۰ شرکت (۴۰ شرکت ورشکسته و ۴۰ شرکت غیرورشکسته) است.

### ۴-۱- مدل مفهومی

در این تحقیق براساس بررسی انجام شده از پیشینه تحقیق، ۲۶ نسبت مالی به شرح شکل ۱ به عنوان متغیرهای اولیه در پیش‌بینی ورشکستگی شناسایی گردید. با مراجعه به صورت‌های مالی شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته که در نمونه انتخاب شده‌اند و به کمک نرم‌افزار اکسل، نسبت‌های مالی آن‌ها برای یک سال قبل از ورشکستگی محاسبه می‌گردد. سپس به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نسبت‌های مالی مناسب جهت بکارگیری در طراحی مدل پیش‌بینی ورشکستگی انتخاب و به عنوان ورودی سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر در نظر گرفته می‌شود. در نهایت برای طراحی مدل پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق‌پذیر از نرم افزار متلب استفاده خواهد شد.



شکل ۱- مدل مفهومی متغیرهای مستقل

#### ۲-۴- مدل فازی

منطق فازی، تکنولوژی جدیدی است که شیوه‌های مرسوم برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم را که نیازمند ریاضیات پیشرفته و نسبتاً پیچیده است با استفاده از دانش فرد خبره و با

هدف ساده‌سازی و کارآمدتر شدن طراحی سیستم، جایگزین و یا تا حدود زیادی تکمیل می‌کند. یکی از ویژگی‌های منطق فازی این است که ورودی‌های ناقص و غیرمنطقی را با استفاده از قوانینی مثل (اگر... آنگاه...) به پاسخ‌های قطعی می‌رساند (فاسم‌نژاد و دیگران، ۱۳۸۷).

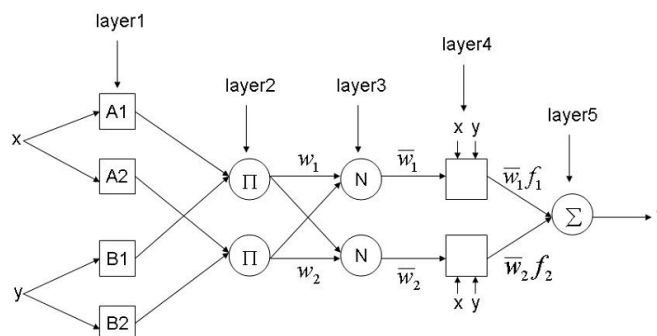
ANFIS به کمک مجموعه‌ای از داده‌های ورودی/ خروجی یک سیستم استنتاج فازی (FIS) ایجاد می‌کند (کیا، ۱۳۹۰). یک نمونه از سیستم استنتاج فازی سوگنو در شکل ۱ نشان داده شده است. فرض می‌شود که FIS مورد بررسی از دو ورودی  $x$  و  $y$  و یک خروجی  $z$  تشکیل شده و قوانین موجود در این سیستم عبارتند از (Jang, 1993):

Rule 1: if  $x$  is  $A_1$  and  $y$  is  $B_1$  then  $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Rule 2: if  $x$  is  $A_2$  and  $y$  is  $B_2$  then  $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

اگر برای غیرفازی‌سازی از غیرفازی‌سازی میانگین مراکز استفاده کنیم، خروجی به صورت زیر خواهد بود.

$$f = \frac{w_1 f_1 + w_2 f_2}{w_1 + w_2} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \quad \text{st} \quad \bar{w}_1 = \frac{w_1}{w_1 + w_2}, \quad \bar{w}_2 = \frac{w_2}{w_1 + w_2}$$



شکل ۲- ساختار ANFIS

لایه ۱: در این لایه، درجه عضویت گره‌های ورودی به بازه‌های مختلف فازی با استفاده از تابع عضویت مشخص می‌گردد.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), \quad i = 1, 2$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y), \quad i = 3, 4$$

لایه ۲: هر گره در این لایه، درجه فعالیت یک قانون را محاسبه می‌کند.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2$$

لایه ۳: در این لایه، درجه فعالیت قانون  $i$  ام به صورت زیر نرمال سازی می گردد.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^2 w_i}, i = 1, 2$$

لایه ۴: در این لایه، خروجی هر گره برابر است با:

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i), i = 1, 2$$

لایه ۵: در این لایه، مقدار خروجی نهایی که مجموع خروجی گره های لایه قبل است، به صورت زیر محاسبه می گردد.

$$O_{5,i} = \sum_{i=1}^2 \bar{w}_i f_i$$

## ۵- نتایج پژوهش

با استفاده از نظر خبرگان اهمیت نسبی متغیرها نسبت به یکدیگر مشخص شد و به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، متغیرهای نهایی (جدول ۲) تعیین و به عنوان ورودی های سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر معرفی گردید.

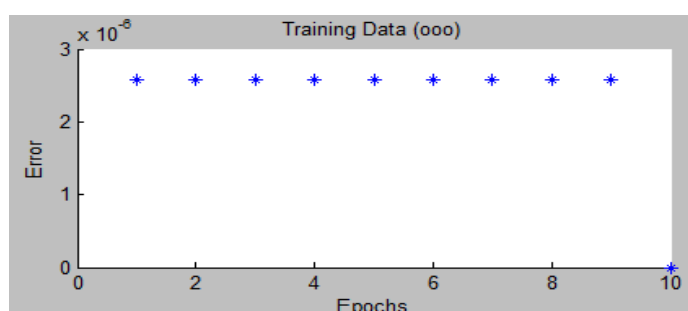
جدول ۱- متغیرهای ورودی ANFIS

شاخص ها	زیرشاخص ها
نسبت های سودآوری	سود عملیاتی به مجموع دارایی
	سود خالص به مجموع دارایی
	سود عملیاتی به فروش
نسبت های نقدینگی	وجه نقد به مجموع دارایی
	خالص سرمایه در گردش به مجموع دارایی
نسبت های توانایی پرداخت بدهی	مجموع بدهی به مجموع دارایی
	دارایی جاری به بدهی جاری
	حقوق صاحبان سهام به مجموع دارایی
نسبت های کارایی	سود (زیان) انباشته به مجموع دارایی
	فروش به دارایی جاری

جهت ساخت مدلی برای پیش بینی ورشکستگی، از پنج ANFIS جداگانه استفاده شد. چهار ANFIS به ترتیب وضعیت سودآوری، نقدینگی، توانایی پرداخت بدهی و کارایی را نشان دادند. آخرین ANFIS به بررسی وضعیت ورشکستگی شرکت پرداخت و خروجی چهار ANFIS فوق به عنوان ورودی آن در نظر گرفته شد. داده ها به سه مجموعه تقسیم شدند: مجموعه آموزش (شامل

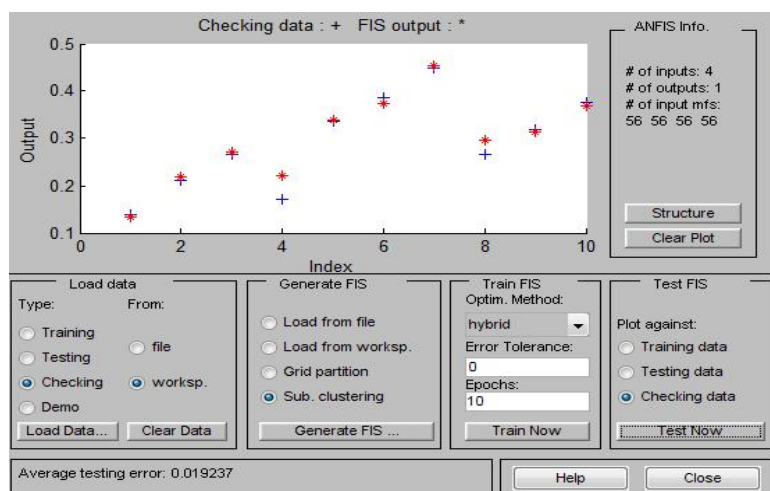


۳۰ شرکت ورشکسته و ۳۰ شرکت غیرورشکسته)، مجموعه آزمایش (شامل ۵ شرکت ورشکسته و ۵ شرکت غیرورشکسته) و مجموعه واری (شامل ۵ شرکت ورشکسته و ۵ شرکت غیرورشکسته). برای ساخت FIS، روش کلاسترینگ کاهش با ضریب تاثیر ۰,۰۸ به کار رفته و از روش هیبریدی به عنوان روش بهینه برای آموزش استفاده گردیده است. این سیستم از نوع سوگنومی باشد و متغیرها با استفاده از تابع گوسی به متغیرهای فازی تبدیل شده‌اند.

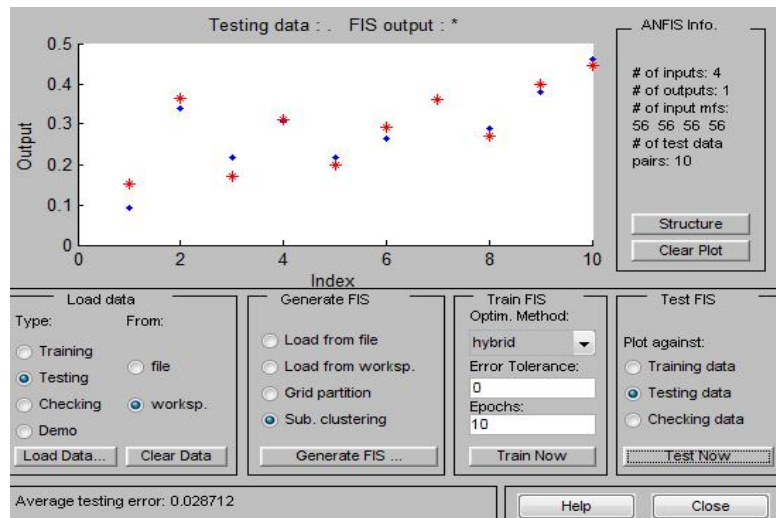


شکل ۳- خطای FIS وضعیت ورشکستگی

پس از ایجاد مدل و آموزش داده‌های آموزش در آن، از داده‌های واری و آزمایشی که در فرآیند آموزش دخالت نداشته‌اند جهت اعتبارسنجی مدل طراحی شده، استفاده گردید.

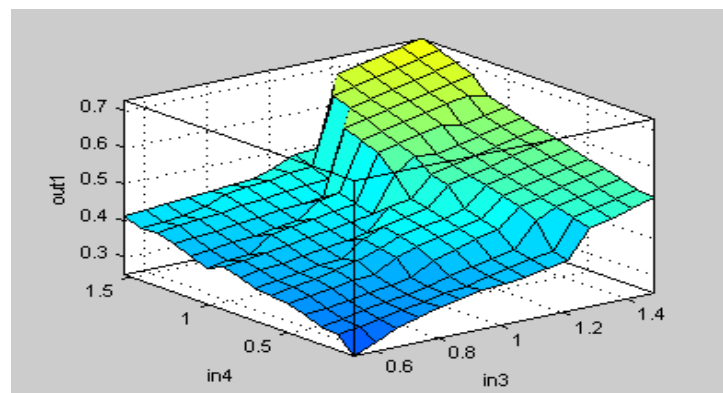


شکل ۴- ساختار داده‌های واری و خطای آن‌ها



شکل ۵- ساختار داده‌های آزمایشی و خطای آن‌ها

در شکل ۵، علامت (\*) نشان‌دهنده خروجی سیستم و علامت (+) نشان‌دهنده داده‌های واری در ANFIS وضعیت ورشکستگی است که تقریباً هم‌پوشانی منطقی دارند و این امر نشان‌دهنده عدم پدیده بیش‌برازش در مدل طراحی شده است. در این حالت، متوسط خطای محاسبه شده برابر ۰,۱۹ می‌باشد. همچنین در شکل ۶، علامت (\*) نشان‌دهنده خروجی سیستم و علامت (o) نشان‌دهنده داده‌های آزمایشی در ANFIS وضعیت ورشکستگی می‌باشد و متوسط خطای محاسبه شده برابر ۰,۲۹ است.



شکل ۶- منحنی وضعیت ورشکستگی با دو مولفه توانایی پرداخت بدهی و کارایی شرکت

جدول ۲. دقت مدل پیش‌بینی ورشکستگی یک سال پیش از وقوع

طبقه بندی صحیح شرکت‌ها براساس مدل	تعداد کل نمونه‌ها	داده‌ها	
		تعداد	درصد
۵۲	۶۰	تعداد	۸۶.۷
		درصد	
۷	۱۰	تعداد	۷۰
		درصد	
۸	۱۰	تعداد	۸۰
		درصد	
۶۷	۸۰	تعداد	۸۳.۷۵
		درصد	

همان‌گونه که در جدول ۳ آمده است، مدل طراحی شده به وسیله ANFIS توانست ورشکستگی را یک سال پیش از وقوع با دقت ۸۳،۷۵ درصد پیش‌بینی نماید.

#### ۶- نتیجه‌گیری و بحث

بحران مالی و در نهایت ورشکستگی می‌تواند زیان‌های سنگینی را برای سهام‌داران، مدیران شرکت‌ها و اقتصاد کشور ایجاد کند. بنابراین انجام تحقیقی که بتواند به حل این مساله کمک کند، ضرورت می‌یابد. در واقع اگر بتوان از طریق مدلی، وقوع احتمالی ورشکستگی در شرکت‌ها را پیش‌بینی کرد و پس از آن با علت‌یابی و استفاده از روش‌های حل مساله به اصلاح امور شرکت پرداخت، می‌توان از هدر رفتن ثروت ملی در قالب سرمایه‌های فیزیکی و انسانی و آثار آن جلوگیری کرد. این مقاله نشان داد که ANFIS ابزار مناسبی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. مدل طراحی شده به کمک ANFIS از دقت بالایی برخوردار است و با یافته‌های حاصل از تحقیقات صورت گرفته توسط هو و تسینگ (۲۰۰۵)، پورونیس و دیگران (۲۰۰۸) و باچوم و کاسمان (۲۰۱۱) سازگار می‌باشد. بنابراین، با توجه به مدل ارائه شده می‌توان از یک‌سال قبل، بحران مالی را در شرکت‌ها پیش‌بینی نمود و با اتخاذ تدابیر لازم از وقوع ورشکستگی جلوگیری کرد.

- با توجه به نتیجه حاصل از فرضیه تحقیق، موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد.
- به مدیران و صاحبان شرکت‌ها توصیه می‌گردد که از این مدل سالانه استفاده نموده و بحران مالی و ورشکستگی را قبل از وقوع پیش‌بینی نمایند و با اتخاذ تدابیر لازم درخصوص تجدیدنظر در کنترل شرکت، از بروز ورشکستگی جلوگیری نمایند.
  - به سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود که برای ارزیابی وضعیت شرکت‌ها و تصمیم‌گیری در مورد خرید یا فروش سهام آن‌ها، از این مدل استفاده نمایند.
  - به اعتباردهندگان، بانک‌ها و سایر نهادهای تامین‌مالی پیشنهاد می‌شود برای ارزیابی شرکت‌ها جهت اعطای وام، مدل ارائه شده را مدنظر قرار دهند.
  - به حسابرسان توصیه می‌گردد درخصوص اظهارنظر درباره تداوم فعالیت شرکت‌های مورد حسابرسی از مدل ارائه شده استفاده نمایند.
- همچنین جهت پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌گردد مدل ارائه شده با استفاده از ANFIS، با سایر مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی مانند شیراتا، زیمسکی، الگوریتم ژنتیک و ... مقایسه گردد و به‌منظور طراحی مدل پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از ANFIS، از سایر نسبت‌های مالی، همچنین متغیرهای بازار و متغیرهای کیفی استفاده شود.

#### فهرست منابع

- \* راعی، رضا و فلاح‌پور، سعید (۱۳۸۷)، کاربرد ماشین‌بردارپشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۵(۵۳)، ۱۷-۳۴.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، علی‌خانی، راضیه و مران‌جوری، مهدی (۱۳۸۸)، بررسی کاربرد مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۶(۵۵)، ۱۹-۳۴.
- \* فرح‌زاده دهکردی، حسن (۱۳۸۶)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در مدل‌بندی پیش‌بینی ورشکستگی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تربیت‌مدرس.
- \* فلاح‌پور، سعید (۱۳۸۳)، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران.
- \* قاسم‌نژاد مقدم، نیما، بقائی‌نیا، فاطمه و بافنده‌زنده، علیرضا (۱۳۸۷)، منطق فازی به زبان ساده، ماهنامه کنترل کیفیت، ۲۴، ۴۳ - ۵۱.

- \* کمیجانی، اکبر و سعادت‌فر، جواد (۱۳۸۵)، کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس، جستارهای اقتصادی، ۳(۶)، ۱۱-۴۳.
- \* کیا، مصطفی (۱۳۹۰)، منطق فازی در MATLAB، چاپ دوم، انتشارات کیان‌رایانه‌سبز.
- \* نبوی‌چاشمی، سید علی، احمدی، موسی و مهدوی‌فرح‌آبادی، صادق (۱۳۸۹)، پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لاجیت، مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، ۵، ۱۱-۵۵.

- \* Altman, E.I. (1968), Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609.
- \* Aziz, M.A. and Dar, H.A. (2006), Predicting corporate bankruptcy: where we stand?. *Journal of Corporate Governance*, 6(1), 18-33.
- \* Beaver, W. H. (1966), Financial ratios as predictors of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111.
- \* Bellovary, J., Giacomino, D. and Akers, M. (2007), A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present. *Journal of Financial Education*, 33.
- \* Buachoom, W., Kasemsan, M.L.K. (2011), Business Failure Prediction by Using the Hybrid Technique of GA and ANFIS Based on Financial Ratio: Evident from Listed Companies in the Stock Exchange of Thailand, *Journal of Financial Studies and Research*.
- \* Giovanis, E. (2010), A Study of Panel Logit Model and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System in the Prediction of Financial Distress Periods, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 64, 646-652.
- \* Hu, Y.C. and Tseng, F.M (2005), Applying backpropagation Neural Networks to Bankruptcy Prediction, *Journal of electronic Business Management*, 3(2), 97-103.
- \* Jang, J.S.R. (1993), ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*, 23(3), 665-685.
- \* Odom, M.D. and Sharda, R. (1990), A neural network model for bankruptcy prediction. *IJCNN International Joint Conference on Neural Networks*, 2, 163-168.
- \* Ohlson, J.A. (1980), Financial Ratios Probabilistic Prediction of Bankruptcy, *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131.
- \* Purvinis, O., Virbickaite, R. and Sukys, P. (2008), Interpretable Nonlinear Model for Enterprise Bankruptcy Prediction, *Nonlinear Analysis: Modeling and Control*, 13(1), 61-70.
- \* Tamari, M. (1966), Financial ratios as a means of forecasting bankruptcy, *Management International Review* 4.

- \* Yildiz, B. and Akkoc, S. (2010), Bankruptcy Prediction Using Neuro Fuzzy: An Application in Turkish Banks, International Research Journal of Finance and Economics,60,114-126.
- \* Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy Sets. Journal of Information and Control, 8, 338-356