مدل‌سازی و پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های قابل پذیرش در بورس برق: مطالعهٔ موردی بر روی شرکت‌های مرتبط با حوزهٔ برق پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران

سید مهدی مظهری[۱]، علیرضا فریدونیان[۲] و حمید لسانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران- ایران
mazhari@aut.ac.ir
۲- استادیار، دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی- تهران- ایران
arf@ece.ut.ac.ir
۳- استاد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر- دانشگاه تهران- تهران- ایران
lesani@ut.ac.ir

چکیده: بورس برق بستر اصلی خصوصی‌سازی در صنعت برق و گذرگاه اقتصاد بازار آزاد به شمار می‌رود. از جمله مهمترین اهداف بورس برق می‌توان به تسهیل مبادلهٔ محصولات استانداردشده (کالای برق)، انتشار اطلاعات بازار، ارتقای رقابت، افزایش نقدشوندگی بازار و تأمین بازار عادلانه و بی‌طرف، اشاره نمود. با این وصف، نبود شناخت مناسب از فعالان بازار ریسک، فعالیت اقتصادی در این محیط را برای موسسات سرمایه‌گذاری بسیار زیاد می‌کند. با توجه به تاسیس بورس برق و انرژی در ایران (۱۳۹۰) و انجام مراحل پذیره‌نویسی، در آیندهٔ نزدیک سهام شرکت‌ها در قالب بورس سهام و کالای برق در قالب بورس کالا در تالار بورس برق عرضه می‌شود. در چنین شرایطی ارائهٔ مشاوره‌های جانبی به سرمایه‌گذاران به منظور آشنایی آنها با شرایط بازار برق بسیار سودمند خواهد بود. بررسی ورشکستگی شرکت‌های قابل پذیرش در بورس برق و انرژی و ارائهٔ مدل قابل توسعه به سایر شرکت‌ها، به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا در اولویت‌دهی‌های اقتصادی خود هدفمند حرکت نموده، تا حد ممکن از دست‌رفتن اصل و فرع سرمایه جلوگیری کنند. علاوه بر این، پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های حاضر در تالار بورس تاثیر بسزایی در نحوهٔ اعتباردهی به آنها داشته، از نابودی بنگاه اقتصادی و کاهش اعتبار بورس برق جلوگیری می‌نماید. در این مقاله، بر مبنای اساسنامهٔ شرکت‌ها اطلاعات ۱۱۸ شرکت از موسسات حاضر در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۲ اخذ شده است. سپس مطالعهٔ وسیعی برای یافتن یک الگوی نسبتاً جامع برای پیش‌بینی درماندگی مالی این شرکت‌ها انجام گرفته است. به منظور بررسی کیفیت مدل پیشنهادی، درماندگی مالی برای ۴۰ شرکت متفاوت و جدید، پیش‌بینی و توضیحات تکمیلی در راستای تحلیل نتایج ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار؛ درماندگی مالی؛ شرکت‌های مرتبط با حوزهٔ برق؛ صورت مالی سالانه

۱- مقدمه

پیشرفت سریع فناوری و تغییرات محیطیِ وسیع، شتاب فزاینده‌ای به اقتصاد بخشیده است. رقابت روزافزون بنگاه‌های اقتصادی، دستیابی به سود را محدود کرده و احتمال درماندگی مالی شرکت‌ها را افزایش داده است [۲-۱]. بدین ترتیب، تصمیم‌گیریِ مالی نسبت به گذشته راهبردی‌تر شده و همواره با ریسک و نایقینی همراه است. از طرف دیگر، ورشکستگی شرکت‌ها بر نقدینگی بازار سرمایه و توسعهٔ اقتصاد مؤثر است [۳].

[۱] تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۱/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۱/۲۴
نام نویسنده مسئول: سید مهدی مظهری
نشانی نویسنده مسئول: ایران – تهران – خیابان حافظ – دانشگاه صنعتی امیرکبیر – دانشکدهٔ مهندسی برق

Archive of SID
www.SID.ir

پیش‌بینی درماندگی مالی یکی از راه‌هایی است که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تخصیص بهتر منابع کمک نمود. در صورت پیش‌بینی احتمال ورشکستگی می‌توان با ارائه هشدارهای لازم شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی مالی هوشیار کرد. طبعاً آنها با توجه به این هشدارها دست به اقدام‌های مقتضی زده، از ورشکستگی می‌گریزند. در کنار این، پیش‌بینی درماندگی مالی کمک می‌کند تا سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص داده، منابعشان را در مسیر مناسب، جهت‌دهی کنند. با توجه به این موارد، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها همواره یکی از موضوع‌های مورد توجه سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و دولت‌ها بوده، آنها به تشخیص بموقع شرکت‌های در شرف ورشکستگی علاقه‌مند هستند.

از نظر اقتصادی، درماندگی مالی به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر شده و اصطلاحاً شرکت دچار عدم‌موفقیت در دسترسی به اهداف اساس‌نامه شده است. در حقیقت، در این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه است. با این وصف، توجه به این نکته حایز اهمیت است که درماندگی مالی لزوماً به ورشکستگی منجر نمی‌شود؛ بلکه اعلام ورشکستگی یکی از پیامدهای آن بوده، معمولاً آخرین راه حل است.

با توجه به تاثیرات معکوس ورشکستگی بر بازارهای سرمایه و اقتصاد، پژوهشگران و ذی‌نفعان بر آن شدند تا با استفاده از رویکردهای مختلف، الگوهای پیش‌بینی دربارهٔ دورنمای کلی شرکت‌ها را توسعه داده و میزان زیآنهای وارده و تاثیرهای ناشی از آن را کاهش دهند. برای این منظور، تحقیقات متعددی در زمینهٔ انتخاب نسبت‌های مالی و نحوهٔ ترکیب آنها برای ارائهٔ بهترین تخمین از وضعیت درماندگی مالی شرکت‌ها، انجام شده است [۱۷-۱].

تحقیقات اولیه بر مدل‌های تک‌متغیره مانند یک نسبت مالی، تمرکز داشتند. چارلز مروین اثر نسبت‌های مالی را برای شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته در یک دوره شش ساله بررسی کرد. ویلیام بیور برای بررسی توان نسبت‌های مالی در پیش‌بینی درماندگی مالی، از تجزیه و تحلیل تک متغیره استفاده نمود [۲]. در تحقیقات بعدی مدل‌های چند متغیره مورد توجه قرار گرفتند. در واقع، محققان دریافته بودند که عوامل گوناگونی وجود دارند که به طور همزمان بر درماندگی مالی شرکت‌ها اثر می‌گذارند. ادوارد آلتمن، برای نخستین بار اثر ترکیبات مختلف نسبت‌های مالی را برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها بررسی نمود. پس از او، [۴] با ارائهٔ متغیرهای مستقل و [۵] با استفاده از تجزیه و تحلیل لوجستیک به نتایج مناسبی دست یافتند.

در سال‌های اخیر، با گسترش الگوریتم‌های ریاضی و بهینه‌سازی تکاملی، مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی در قالب یک مسألهٔ بهینه‌سازی بررسی شده است. استفاده از روش تجزیه و تحلیل چندگانه (MDA)[1] [۸-۶]، الگوریتم ژنتیک [۱۱-۹]، شبکه‌های عصبی [۱۴-۱۲]، استدلال موردگرا [۱۶-۱۵] و برنامه‌ریزی خطی [۱۷] نمونه‌هایی از فعالیت‌های انجام شده در این زمینه هستند.

مطابق مادهٔ ۹۵ برنامهٔ سوم توسعه و با توجه به رویکرد خصوصی‌سازی در صنعت برق، بورس برق و انرژی نقش مهمی در چرخه اقتصادی کشور ایفا خواهد کرد. بازار بورس مهمترین اهرم، شاخصه و مکانیزم بازار آزاد و نیز مهمترین راهکار موجود برای پیشبرد پروژهٔ خصوصی‌سازی در اقتصاد برق است. اقتصاد برق از دو عنصر اساسی: صنعت برق و کالای برق، تشکیل گردیده و بازار بورس نیز مشتمل بر دو بازار بورس سهام و بورس کالاست. بورس سهام محل واگذاری مالکیت دولتی بر صنعت برق از طریق عرضه و فروش سهام صنعت برق به بخش خصوصی است [۱۸].

با توجه به اهمیت این موضوع، راه‌اندازی بورس برق در ایران یکی از مهمترین مأموریت‌ها و موضوع‌های فعالیت شرکت مدیریت شبکه برق ایران را تشکیل داده است. در این راستا بورس انرژی با محوریت برق در سال ۱۳۹۰ آغاز به کار نموده و پذیره‌نویسی آن نیز انجام گرفته است. لذا، در آیندهٔ نزدیک سهام شرکت‌ها در قالب بورس سهام و کالای برق در قالب بورس کالا در تالار بورس برق عرضه شده و موسسات مالی و اشخاص حقیقی به سرمایه‌گذاری دعوت می‌شوند. با توجه به این موارد، ارائهٔ فعالیت‌های مشاوره‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

برای تشویق سرمایه‌گذاران در این طرح و جلوگیری از دست رفتن اصل و فرع سرمایه با استفاده از مطالعات ورشکستگی، از جمله مواردی است که سبب رونق در بورس برق و انرژی می‌گردد.

بورس برق همچون سایر بسترهای مبادلاتی، به علت ماهیتی که دارد، متاثر از عوامل قابل پیش‌بینی و یا تصادفی متفاوتی است. متغیرهایی از جمله نرخ تورم مورد انتظار، نرخ سود تسهیلات بانکی، نرخ بازدهی مورد انتظار بازارهای موازی، بازارهای جهانی و قیمت کالاهای صادراتی در حوزهٔ برق و انرژی، نرخ ارز، میزان خصوصی‌سازی در قالب بورس سهام برق و سایر متغیرهای سیاسی و تحولات بین المللی است [۲] و [۱۸].

در این مقاله با هدف ارائهٔ یک تخمین اولیه از وضعیت درماندگی مالی شرکت‌ها، مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های قابل پذیرش در بورس برق و انرژی بررسی می‌شود. برای این منظور، مسأله در قالبی نوین فرمول‌بندی شده، پیش‌بینی‌ها از طریق یک الگوریتم مبتنی بر کلونی مصنوعی زنبور انجام می‌شود. با توجه به نوپا بودن بورس برق و نبود اطلاعات مالی شرکت‌های قابل پذیرش در آن، شرکت‌های متعددی از میان شرکت‌های مرتبط با حوزهٔ برق و پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بر مبنای اساس‌نامهٔ آنها انتخاب‌شده و فضای آموزشِ نسبتاً جامعی را تشکیل داده‌اند؛ شرکت‌های ورشکسته بر مبنای مادهٔ ۱۴۱ قانون تجارت انتخاب شده‌اند. مدل‌سازی‌های متنوعی برای مسأله اجرا شده و کارایی راهکار پیشنهادی در قالب چندین سناریو، بررسی و نشان داده شده است.

۲- فرمول‌بندی مسأله

هدف از حل مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی، ارائهٔ مدلی برای ترکیب نسبت‌های مالی به گونه‌ای است که مدل حاصل شده قادر باشد با بیشترین میزانِ صحت، ورشکستگی و یا عدم‌ورشکستگی یک بنگاه اقتصادی را تخمین بزند. برای این منظور، دسته‌ای از شرکت‌ها به عنوان داده‌های آموزش انتخاب و سعی می‌شود تا با استفاده از آنها ضرایب یک مدل پیش‌بینی کننده آموزش داده شود. تاکنون روش‌های مختلفی برای ترکیب نسبت‌های مالی ارائه‌شده که بیشترین فراوانی به ترکیب خطی آنها مربوط می‌شود. مطابق این ترکیب، مسألهٔ پیش‌بینی ورشکستگی در قالب یک مسألهٔ بهینه‌سازی با هدف بیشینه‌سازی میزان تخمین‌هایِ صحیح در مجموعهٔ داده‌های آموزش مطابق روابط زیر بررسی می‌گردد:

$$Max \;\; Fit = \sum_{i\in\Omega^F} \beta_i \qquad (۱)$$

$$\beta_i = \varphi_i \cdot \gamma_i + (1-\varphi_i)\cdot(1-\gamma_i) \qquad (۲)$$

$$\zeta_i = \sum_{j=\Omega^R} \alpha_j \cdot \chi_{ij} \;, \quad \forall i \in \Omega^F \qquad (۳)$$

$$\gamma_i = \begin{cases} 1 & , \quad \zeta_i \geq \bar{z} \\ 0 & , \quad \zeta_i < \bar{z} \end{cases} \qquad (۴)$$

در این روابط، (۱) تابع هدف مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی بوده و با هدف بیشینه‌سازی میزان تخمین‌هایِ صحیح، بهینه می‌گردد. رابطهٔ (۲) معرف متغیر تصمیم‌گیری نشان‌دهندهٔ صحت یا عدم‌صحت پیش‌بینی انجام‌شده است. چنانچه تخمین ارائه‌شده با واقعیت شرکت مطابقت داشته باشد، مقدار آن برابر یک شده و در غیر این صورت مساوی صفر است. با توجه به اینکه رابطهٔ ارائه‌شده غیرخطی است، چنانچه تمایل به استفاده از الگوریتم‌های برنامه‌ریزی خطی موجود باشد، می‌توان آن‌را مطابق روابط زیر خطی‌سازی نمود:

$$\beta_i = 2\varphi_i \cdot \gamma_i - \varphi_i - \gamma_i \qquad (۵)$$

$$\beta_i = 2\omega_i - \varphi_i - \gamma_i \qquad (۶)$$

$$\omega_i = \varphi_i \cdot \gamma_i \qquad (۷)$$

$$2\omega_i \leq \varphi_i + \gamma_i \qquad (۸)$$

$$\omega_i + 1 \geq \varphi_i + \gamma_i \qquad (۹)$$

رابطهٔ (۵) ساده‌شدهٔ رابطهٔ (۲) است که با جایگزینی یک متغیر دودویی کمکی، همچون ω_i در آن، رابطهٔ (۶) حاصل می‌شود. به منظور خطی‌سازی این رابطه کافی است به جای رابطهٔ (۷) نامساوی‌های ارائه‌شده در روابط (۸) تا (۹) استفاده شود.

رابطهٔ (۳) نمایانگر تابع درماندگی مالی شرکت‌ها بوده،

Archive of SID

www.SID.ir

ورشکستگی یا عدم‌ورشکستگی یک شرکت مطابق رابطهٔ (۴)، تعیین می‌گردد.

توجه به این نکته حایز اهمیت است که اگر چه تابع هدف رابطهٔ (۱) در قالب توابع خطی فرمول‌بندی شده و قابل حل با استفاده از الگوریتم‌های برنامه‌ریزی خطی است، ولی با توجه به اینکه در مسائل پیش‌بینی نزدیکی به داده‌های آموزش الزاماً مطلوبیت مدل آموزش‌دیده را نتیجه نمی‌دهد، لذا استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی تکاملی در پروسه‌های پیش‌بینی کاملاً مرسوم است [۱۷-۸].

۳- بحث در مورد اهمیت بررسی مسأله پیش‌بینی درماندگی مالی در محیط تجدیدساختارشده

همان طور که در بحث تجدیدساختار مطرح می‌شود، یکی از گام‌های تجدیدساختار خصوصی‌سازی و عرضهٔ شرکت‌ها در بورس است. چنانچه شرکتی در ابعاد شرکت‌های تولید، انتقال و توزیع خصوصی‌سازی گردد، قطعاً در قالب سهام به تعداد زیادی از سرمایه‌گذاران واگذار می‌شود. در چنین شرایطی شرکت‌ها از قالب تصمیم‌گیری‌های محیط سنتی خارج و تابع قوانین بورس می‌شوند. کلیهٔ فعالیت‌های آنها روشن شده، در معرض عموم قرار می‌گیرند و اثرات آن به صورت روزانه در ارزش سهام شرکت در قالب تالار بورس مشاهده می‌شود. در این شرایط، امنیت سرمایه‌گذاری یکی از مهمترین لوازم بوده، از دست‌رفتن اصل و فرع سرمایه جلوگیری می‌کند. بدین ترتیب، تصمیم‌گیریِ مالی نسبت به گذشته راهبردی‌تر شده و همواره با ریسک و عدم‌اطمینان همراه است.

از طرف دیگر، تصمیمات شرکت‌ها بر نقدینگی بازار سرمایه و توسعهٔ آنها مؤثر است. چنانچه تصمیم‌های آنها در مسیر درماندگی مالی تلقی شود، بانک‌ها اعتباردهی به آنها را کاهش داده، در ازای وامی که به شرکت‌ها می‌دهند، بهرهٔ بالاتری را برای جبران ریسک اضافی درخواست می‌کنند. این درحالی است که کلیهٔ فعالیت‌های مرتبط با توسعهٔ شرکت‌ها از طریق اعتبارهای بانکی انجام می‌گیرد. به صورت مشابه، موسسات سرمایه‌گذاری همچون صندوق‌های بازنشستگی و شرکت‌های بیمه و یا اشخاص حقیقی، خرید سهام آنها را کاهش داده، به خرید اوراق قرضهٔ بانک‌ها و یا بازارهای مشابه اقدام می‌کنند. تمامی این موارد به کاهش نقدینگی در بازارهای سرمایه، افزایش هزینهٔ سرمایهٔ شرکت‌ها و کاهش رشد اقتصادی شرکت خصوصی‌شده منجر می‌شود.

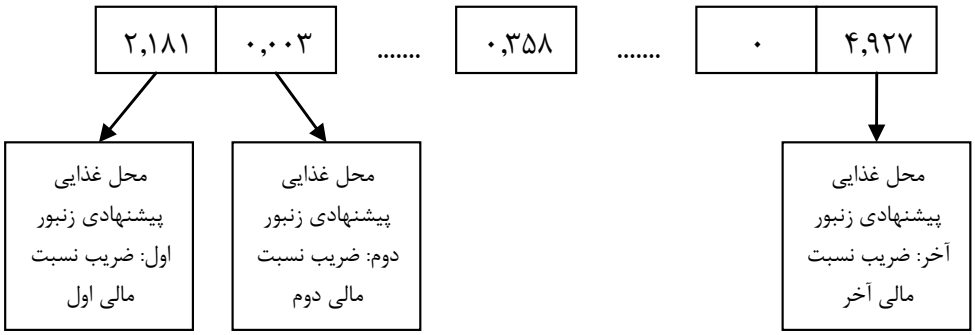
نتیجهٔ عملی چنین رخدادی را می‌توان در ورشکسته‌شدن اولین شرکت‌های خصوصی انتقال (TransCo) جهان مشاهده نمود؛ این در حالی است که نتایج حاصل از برنامه‌ریزی‌ها، پیش از رسیدن به مرحلهٔ اجرا، کاملاً سوددهی شرکت را نشان می‌دادند. به عنوان یک نمونهٔ دیگر، بررسی‌های اقتصاددانان فلیپین باعث شد تا دولت علی‌رغم خصوصی نمودن تمامی بخش‌های صنعت برق از واگذاری شبکهٔ انتقال به بخش خصوصی خودداری کند [۱۹].

نمی‌توان ادعا نمود که چالش‌های شرکت‌های تولید و توزیع انرژی الکتریکی مشابه شرکت‌های انتقال است، ولی با یک قیاس ساده می‌توان پذیرفت که چنین شکل از مشکلاتی در سطح پایین‌تر برای شرکت‌ها توزیع خصوصی‌سازی شده نیز وجود دارد. در حقیقت، در یک محیط تجدید ساختارشده و برای یک شرکت خصوصی‌سازی‌شده از طریق بورس، کمینه‌سازی هزینه‌ها و یا بیشینه‌سازی سود (مطابق تعریف مرسوم) قادر به مدل‌سازی مناسب مسأله برنامه‌ریزی توسعه نیست. در چنین شرایطی انجام مطالعات جدید برای یافتن تابع هدف مناسب بسیار سودمند است.

تابع پیش‌بینی درماندگی مالی می‌تواند به عنوان معیار جدیدی برای توسعهٔ سیستم قدرت (علی‌الخصوص سیستم انتقال) در محیط تجدیدساختارشده به کار رود. در حقیقت، به‌جای کمینه‌سازی هزینه‌ها یا بیشینه نمون اختلاف درآمدها از هزینه‌ها، دوری از مرز ورشکستگی به عنوان هدف مسألهٔ توسعهٔ سیستم پیشنهاد می‌گردد. طبعاً هدفِ هر شرکتی افزایش سرمایه، سودآوری و دوری هر چه بیشتر از ورشکستگی است؛ با توجه به اینکه مدل‌سازی دقیق

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱): نمونه کدگذاری در الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل

سودآوری در محیط بورس نیازمند مدل‌سازی مناسب ریسک است، استفاده از تابع پیش‌بینی درماندگی مالی به علت ترکیب مناسب نسبت‌های مالی گزینهٔ مناسبی می‌نماید. نسبت‌های مالی این امکان را فراهم می‌کنند تا کلیهٔ جزئیات اقتصادی مسألهٔ مورد مطالعه که پیش از این در قالب تابع هدف محیط سنتی استفاده می‌شوند، در قالب نسبت‌های مالی مدل شوند (پیوست دو).

مطابق این توضیحات، اگر چه هدف اولیهٔ این پژوهش ارائهٔ مدل درماندگی مالی برای شرکت‌های قابل پذیرش در بورس برق به منظور کمک به سرمایه‌گذاران است، ولی مدل حاصل‌شده می‌تواند با اعمال ملاحظاتی برای برنامه‌ریزی توسعهٔ سیستم‌های قدرت در محیط تجدیدساختارشده نیز استفاده شده، یکی از اهدف آتی نویسندگان است.

۴- روش حل مسأله

به منظور حل مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی برای مجموعه‌ای از داده‌های آموزش، از کلونی مصنوعی زنبور عسل استفاده شده است؛ در حالی که توضیحات متناظر با این الگوریتم در مراجع [۲۱-۲۰] ارائه‌شده، خلاصهٔ مختصری از آنها در پیوست مقاله گنجانیده شده است.

برای مدل‌سازی مناسب ساختار مسأله، تعداد مجموع زنبورهای کارگر و ناظر برابر تعداد کل نسبت‌های مالی فرض می‌گردد. بر این اساس، هر یک از این زنبورها باید با جستجو در فضای نسبت مالی خود، بهترین میزان برای ضریب نسبت مالی متناظر را پیدا نماید. به منظور کدگذاری مسأله در شبیه‌سازی کامپیوتری مطابق شکل (۱) عمل شده است.

مطابق این کدگذاری، هر یک از زنبورها موظفند ضریب یکی از نسبت‌های مالی را دریافت کنند. وقتی که هر یک از این زنبورها پاسخ خود را پیشنهاد دادند، یک جمعیت اولیه تولید شده است. سپس تابع درماندگی مالی کلیهٔ شرکت‌ها محاسبه و با توجه به وضعیت واقعی شرکت و مطابق رابطهٔ (۱) برازندگی پاسخ پیشنهادی محاسبه می‌گردد.

سپس، جمعیت منابع غذایی (راه‌حل‌ها) به فاز اصلی الگوریتم که جستجو توسط زنبوران کارگر، ناظر و دیده‌بان است، فرستاده می‌شود. پس از آن، هر یک از زنبورهای کارگر به سوی موقعیت غذایی (راه‌حل) مربوط به خود فرستاده شده، روند تکراری الگوریتم تا برقراری شرط توقف برنامه ادامه می‌یابد.

۵- مطالعات عددی و نتایج

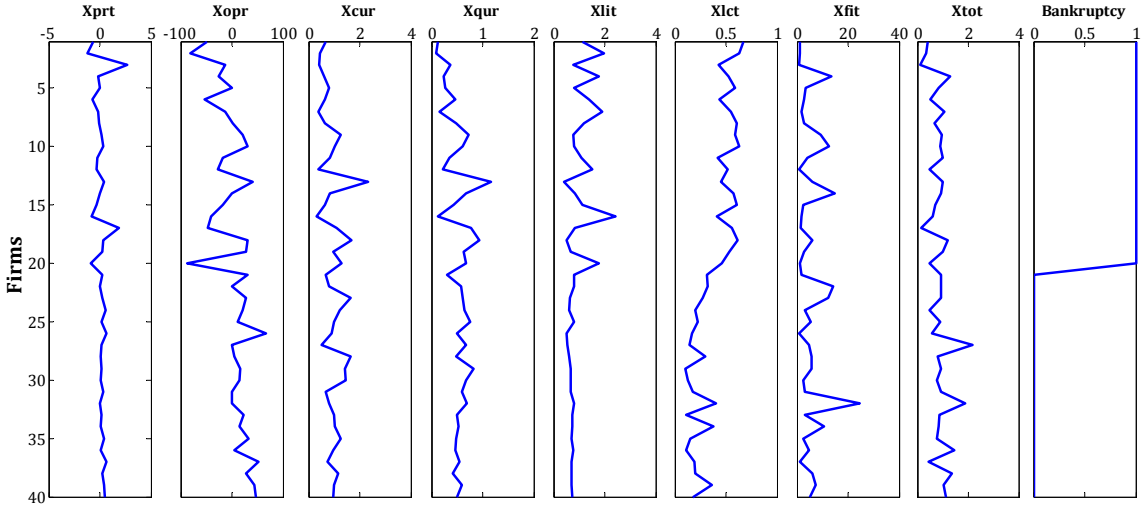
۵-۱- معرفی

به منظور استفاده از روش پیشنهادی، برنامه‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار *Matlab* نوشته شده است. کاربر با ارائهٔ مجموعهٔ داده‌های آموزش، داده‌های تست و سایر اطلاعات فنی و اقتصادی نتایج شبیه‌سازی‌ها را به صورت گرافیکی مشاهده می‌نماید.

به منظور جمع‌آوری اطلاعات شرکت‌ها از صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده که این صورت‌ها از طریق سایت بورس اوراق بهادار و کتابخانه بورس و سایت مدیریت پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی بورس اوراق بهادار قابل دسترسی است [۲۳-۲۲].

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۲): مجموعهٔ کامل اطلاعات داده‌های تست

در مطالعهٔ حاضر از اطلاعات مربوط به شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۸۷ استفاده شده است. مطابق با اساسنامهٔ شرکت‌ها ۱۱۸ سال- شرکت قابل پذیرش در بورس برق و انرژی انتخاب شده و مجموعهٔ نسبت‌های مالی شامل: نسبت جاری، نسبت آنی، درصد بدهی به مجموع دارایی، گردش مجموع دارایی‌ها، گردش دارایی‌های ثابت، درصد سود به درآمد، درصد سود عملیاتی به درآمد، نسبت فروش به دارایی‌های جاری و نیز نسبت بدهی جاری به بدهی کل برای آنها محاسبه شده است.

علاوه بر این، ۴۰ سال- شرکت به عنوان داده‌های تست، برای بررسی نهایی کیفیت پاسخ‌های پیشنهادی، انتخاب شده‌اند. مجموعهٔ کامل اطلاعات متناظر با داده‌های تست در شکل (۲) گزارش شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، تعداد شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته یکسان بوده، داده‌ها از پراکندگی مناسبی برخوردارند. لذا مجموعهٔ حاضر قادر است تا کیفیت مدل ورشکستگی را به صورت مناسب بررسی نماید. معیار ورشکسته بودن شرکت‌ها اصل ۱۴۱ قانون تجارت است. در کنار این موارد، سعی شده تا با توجه به ماهیت پژوهش و به علت وجود برخی ناهماهنگی‌ها میان شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، شرایط ذیل با هدف دستیابی به جامعهٔ آماری مناسب مد نظر بوده است:

الف) به منظور همگن‌شدن نمونه آماری در سال‌های مورد بررسی، قبل از سال ۱۳۸۲ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته‌شده باشند؛

ب) به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه، دوره مالی آنها منتهی به پایان اسفندماه باشد؛

پ) طی سال‌های مالی مذکور تغییر فعالیت یا تغییر سال مالی نداده باشند؛

ت) سهام شرکت در طول اسفندماه هر سال حداقل یک بار معامله شده باشد. این شرط محاسبهٔ ارزش بازار حقوق صاحبان سهام را امکان‌پذیر می‌نماید؛

ث) جزو شرکت‌های سرمایه‌گذاری، واسطه‌گری مالی، هلدینگ، بانک و لیزینگ نباشد.

مسأله در قالب چندین سناریو بررسی شده و کامپیوتر استفاده شده در شبیه‌سازی‌ها دارای اطلاعات فنی شامل، سی‌پی‌یو *Centrino 1.8*^{GB} و 1^{GB} رم است.

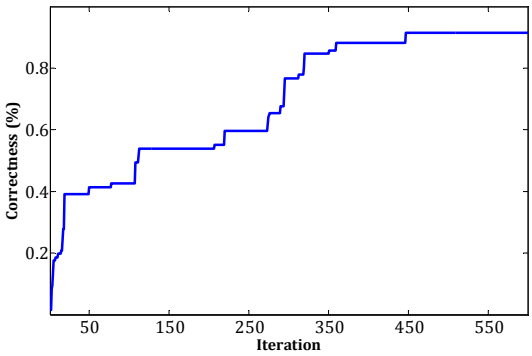
۵-۲- نتایج

سناریوی اول

در این سناریو، مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی بنگاه‌های اقتصادی با توجه به نسبت‌های مالی ذکرشده بررسی شده است. الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل می‌کوشد با استفاده از مجموعه داده‌های آموزش، بهترین مدل خطی را پیشنهاد نماید. نتایج حاصل از اجرای

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۳): نحوهٔ همگرایی الگوریتم به پاسخ بهینه در سناریوی اول

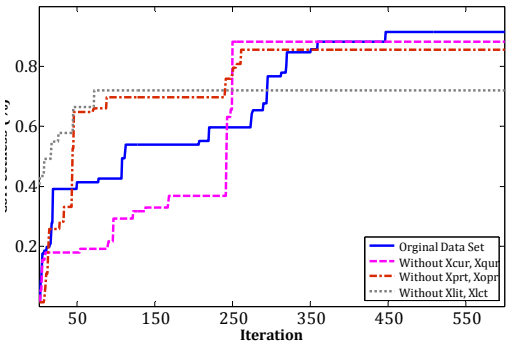
جدول (۱): نتایج سناریوی اول بر روی داده‌های آموزش

وضعیت	ورشکسته		غیرورشکسته	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ورشکسته	۵۷	۹۶/۶۱	۲	۳/۳۹
غیرورشکسته	۷	۱۱/۸۶	۵۲	۸۸/۱۴

الگوریتم که حدوداً پس از چهار دقیقه محاسبات کامپیوتری نتیجه‌شده در شکل (۳) و جدول‌ها (۱) و (۲) گزارش شده‌اند. شکل (۳) نحوهٔ همگرایی الگوریتم به پاسخ بهینه را برای داده‌های آموزش نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل به واسطهٔ اجرای جستجوهای محلی پیرامون هر منبع غذایی، روند همگرایی آرام ولی پیوسته‌ای داشته و در تعداد تکرارهای قابل قبولی به پاسخ بهینه همگرا شده است.

علاوه بر این، به منظور بررسی کیفیت پاسخ‌های ارائه‌شده، مسأله با استفاده از حل‌کنندهٔ برنامه‌ریزی خطی *CPLEX* حل شده است. نتایج حاصل از اجرای این آزمون که در کمتر از ۱۰ ثانیه حاصل شدند، از نظرگاه میزان صحت دقیقاً با پاسخ‌های کلونی مصنوعی زنبور عسل مشابه هستند. توجه به این نکته حائز اهمیت است که طبقه‌بندی‌کننده‌ها الزاماً پاسخ بهینه‌ای نداشته، به ازای مقادیر متفاوت از ضرایب ممکن است تابع هدف مسأله چندین بار بیشینه گردد. طبقه‌بندی‌کنندهٔ پیشنهادشده توسط الگوریتم کلونی مصنوع زنبور عسل در این سناریو مطابق رابطهٔ زیر است:

$$z = 0.512x_{PrT} - 0.0138x_{OpR} + 0.9083x_{CuR} - 0.6650x_{QUR} + 1.0699x_{LiT} - 3.0010x_{LcT} + 0.0002x_{FiT} - 0.2705x_{ToT} \quad (۱۰)$$



شکل (۴): نحوهٔ همگرایی الگوریتم بهینه‌سازی با فرض در اختیار نبودن برخی از نسبت‌های مالی در سناریوی دوم

جدول (۲): نتایج سناریوی اول بر روی داده‌های تست

وضعیت	ورشکسته		غیرورشکسته	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ورشکسته	۱۷	۸۵	۳	۱۵
غیرورشکسته	۴	۲۰	۱۶	۸۰

جدول (۳): نتایج اجرای مدل‌های مختلف برای سناریوی اول

مدل استفاده‌شده	دقت بر روی داده‌های آموزش (٪)	دقت بر روی داده‌های تست (٪)
آلتمن [۱]	۶۴/۶۶	۷۰/۰۰
Logit [۵]	۶۶/۰۰	۶۸/۰۰
MDA [۶]	۷۴/۶۶	۷۶/۰۰
رابطهٔ (۱۰)	۹۲/۳۷	۸۲/۵۰

جدول‌های (۱) و (۲) نتایج جذابی را در مورد کیفیت مدل فوق بر روی داده‌های آموزش و تست ارائه می‌دهند. این جدول‌ها بیان می‌کنند که چه تعداد از شرکت‌های ورشکسته اعلام‌شده واقعاً ورشکسته بوده و چه تعداد از آنها واقعاً غیرورشکسته بوده‌اند. به صورت مشابه ، جدول (۲) نتایج گویایی را در مورد وضعیت شرکت‌های غیرورشکسته به دست می‌دهد. چنین جدولی را جدول آلتمن می‌نامند. مطابق نتایج ارائه‌شده، مدل درماندگی مالی رابطهٔ (۱۰) قادر است تا با دقتی نزدیک به ۹۷٪ درماندگی مالی یک شرکت واقعاً ورشکسته و نیز با دقتی نزدیک به ۸۹٪ عدم‌درماندگی مالی یک شرکت واقعاً غیرورشکسته را تخمین بزند. مطابق نتایج جدول (۲)، پاسخ‌های الگوریتم پیشنهادی حدوداً در ۸۲٪ شرکت‌ها با پاسخ‌های واقعی مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۴): نتایج سناریوی دوم بر روی داده‌های آموزش

وضعیت	نسبت‌های مالی حذف‌شده	ورشکسته		غیرورشکسته	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد
ورشکسته	x_{CuR}, x_{QuR}	۵۱	۸۶/۴۴	۸	۱۳/۵۶
	x_{PRT}, x_{OpR}	۵۱	۸۶/۴۴	۸	۱۳/۵۶
	x_{LiT}, x_{LcT}	۴۶	۷۷/۹۶	۱۳	۲۲/۰۳
غیرورشکسته	x_{CuR}, x_{QuR}	۷	۱۱/۸۶	۵۲	۸۸/۱۴
	x_{PRT}, x_{OpR}	۱۱	۱۸/۶۴	۴۸	۸۱/۳۶
	x_{LiT}, x_{LcT}	۱۵	۲۵/۴۲	۴۴	۷۴/۵۷

جدول (۵): نتایج سناریوی دوم بر روی داده‌های تست

وضعیت	نسبت‌های مالی حذف‌شده	ورشکسته		غیرورشکسته	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد
ورشکسته	x_{CuR}, x_{QuR}	۱۵	۷۵	۵	۲۵
	x_{PRT}, x_{OpR}	۱۴	۷۰	۶	۳۰
	x_{LiT}, x_{LcT}	۱۳	۶۵	۷	۳۵
غیرورشکسته	x_{CuR}, x_{QuR}	۴	۲۰	۱۶	۸۰
	x_{PRT}, x_{OpR}	۵	۲۵	۱۵	۷۵
	x_{LiT}, x_{LcT}	۶	۳۰	۱۴	۷۰

به منظور بررسی کیفیت مدل‌های پیشنهادشده نسبت به سایر الگوریتم‌ها، مسأله با استفاده از مدل‌های آلتمن [۱]، *MDA* [۶] و *Logit* [۵] نیز حل‌شده و خلاصهٔ نتایج در جدول (۳) گزارش شده است. شایان ذکر است که نتایج حاصل از دو روش اخیر از طریق نرم‌افزار *SPSS 16* محاسبه شده‌اند. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، نتایج راهکار پیشنهادی از کیفیت قابل قبولی برخوردار بوده، نسبت به مدل‌های ارائه‌شده در [۶-۵] تعمیم‌پذیری بیشتری از خود نشان می‌دهد.

سناریوی دوم

هدف از پیش‌بینی ورشکستگی ترکیب مناسب نسبت‌های مالی به منظور دستیابی به یک مدل تعمیم‌پذیر است. با وجود این، برخی از نسبت‌های مالی ممکن است توانایی بیشتری در شناسایی درماندگی مالی داشته باشند. طبعاً ضریب تاثیر این نسبت‌های مالی نیز در مدل ورشکستگی بیشتر است. برای مثال، در رابطهٔ (۱۰) بیشترین ضرایب به نسبت‌های مرتبط با توانایی پرداخت بدهی‌ها (x_{LiT}, x_{LcT}) مربوط می‌شود. به صورت مشابه، در نمودارهای شکل (۲) نیز می‌توان مشاهده نمود که میزان شباهت ریاضی (correlation) میان نسبت‌های مرتبط با توانایی پرداخت بدهی‌ها و وضعیت درماندگی مالی شرکت‌ها قابل توجه است.

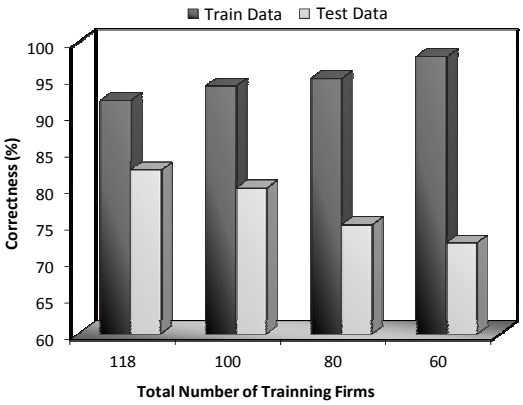
با توجه به اینکه نسبت‌های مالی با استفاده از داده‌های خام ارائه شده به بورس محاسبه می‌شود، لذا ممکن است برخی از این داده‌ها به دلایل متعدد، از جمله: خطای انسانی، انجام نشدن حسابرسی فصلی و سالانه و یا به دلایل مغرضانه به درستی ارائه نشوند؛ قطعاً این موضوع بر نسبت‌های مالی و تابع درماندگی مالی اثرات زیان‌باری می‌گذارد. این سناریو می‌کوشد با حذف برخی از نسبت‌های مالی، تاثیرات آنها را بر کیفیت مدل درماندگی بررسی و بهینه‌ترین تابع درماندگی مالی متناظر با هر وضعیت را ارائه نماید. سرمایه‌گذاران می‌توانند با استفاده از این مدل‌ها، ضمن کاهش ریسک تصمیم‌های آینده، کیفیت اطلاعات شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس برق را رصد نمایند.

نسبت‌های مالی مورد استفاده در رابطهٔ (۱۰) به چهار دستهٔ کلی نسبت‌های سودآوری (x_{PRT}, x_{OpR})، نسبت‌های نقدینگی (x_{CuR}, x_{Qur})، نسبت‌های مرتبط با توانایی پرداخت بدهی‌ها (x_{LiT}, x_{LcT}) و نسبت‌های دارایی (x_{FiT}, x_{ToT}) تقسیم می‌شوند. لذا چنانچه داده‌های خام ارائه شده توسط شرکت‌ها به تالار بورس نقص داشته باشند، ممکن است نسبت‌های مالی متناظر با یکی از دسته‌های فوق تحت تاثیر قرار گرفته، مدل ورشکستگی پاسخ‌های نامناسبی را ارائه نماید. توجه به این نکته حائز اهمیت است که احتمال وجود نقص در بخش عمده‌ای از داده‌های خام به دلیل بازرسی‌های بورس اندک بوده، لذا معمولاً فقط یک دسته از نسبت‌های مالی با مشکل مواجه می‌شوند. علاوه بر این، نسبت‌های دارایی به علت عرضه در بورس معمولاً شفاف هستند.

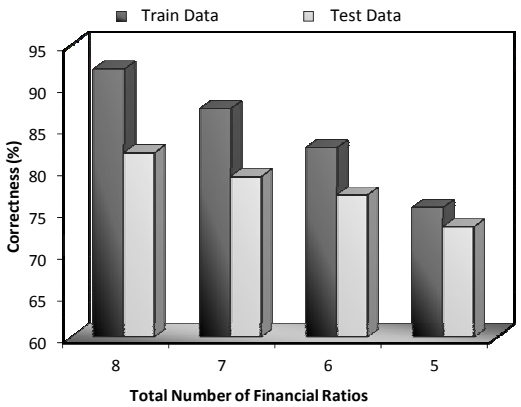
شکل (۴) نحوهٔ همگرایی الگوریتم به پاسخ بهینه در صورت نبودن برخی از نسبت‌های مالی را نمایش می‌دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود، عدم‌حضور نسبت‌های مرتبط با توانایی پرداخت بدهی‌ها (x_{LiT}, x_{LcT}) تاثیر چشم‌گیری در همگرایی الگوریتم دارند؛

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۵): نتایج حاصل از مدل درماندگی مالی در سناریوی سوم



شکل (۶): نتایج حاصل از مدل درماندگی مالی در سناریوی چهارم

اگر چه مقدار تابع هدف در تکرارهای اول کاملاً مناسب است، ولی به علت ضعف سایر نسبت‌های مالی در شناسایی درماندگی مالی، مقدار تابع هدف در آخرین تکرار فاصلهٔ بسیار زیادی با پاسخ بهینه دارد.

جدول‌های (۴) و (۵) جزئیات دقیق حاصل از اجراهای مختلف الگوریتم پیشنهادی را گزارش می‌نمایند. همان طور که در این جداول مشاهده می‌شود، در صورت حذف نسبت‌های نقدینگی، مدل آموزش‌یافته قادر است تا داده‌های آموزش و تست را به ترتیب با دقت ۸۷/۲۹٪ و ۷۲/۵۰٪ پیش‌بینی نماید که این مقادیر نسبت به نتایج رابطهٔ (۱۰) به ترتیب به اندازهٔ ۵/۰۸٪ و ۵٪ کاهش یافته‌اند. مدل بهینهٔ درماندگی مالی بافرض در اختیار نداشتن نسبت‌های نقدینگی به صورت زیر است:

$$z = 0.4098x_{\mathrm{Pr}T} + 0.0144x_{OpR} + 0.5421x_{L} - 2.7311x_{LcT} - 0.0370x_{FiT} + 0.8626x_{ToT} \quad (۱۱)$$

مطابق نتایج به دست آمده، در صورت حذف نسبت‌های سودآوری، مدل پیشنهادی مطابق رابطهٔ (۱۲) بوده، دقت آن بر روی داده‌های آموزش و تست به ترتیب برابر ۸۳/۹٪ و ۷۲/۵٪ است.

$$z = 0.0216x_{CuR} + 0.2156x_{QUR} + 0.0082x_{LiT} - 2.8770x_{LcT} - 0.0138x_{FiT} + 1.0750x_{ToT} \quad (۱۲)$$

سطر آخر جدول‌های (۴) و (۵) نتایج متناظر با حذف نسبت‌های مرتبط با توانایی پرداخت بدهی‌ها را نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود، دقت الگوریتم پیشنهادی در این شرایط بر روی داده‌های آموزش و تست به ترتیب برابر ۷۸/۸۱٪ و ۷۰٪ است. تحت این شرایط، مدل بهینهٔ منطبق بر داده‌های آموزش مطابق رابطهٔ (۱۳) خواهد بود:

$$z = 1.9847x_{\mathrm{Pr}T} + 1.8794x_{OpR} - 0.4708x_{CuR} - 0.2626x_{QUR} - 0.0041x_{FiT} + 0.1313x_{ToT} \quad (۱۳)$$

سناریوی سوم

با توجه به اینکه مدل پیش‌بینی درماندگی مالی با مطالعه بر روی مجموعه‌ای از داده‌های آموزش تهیه می‌گردد، لذا بررسی اثر تغییر کمیت داده‌های آموزش بر کیفیت نهایی پاسخ‌ها در این سناریو ارزیابی شده است.

برای این منظور، تعدادی از سال-شرکت‌ها از میان داده‌های اولیه حذف و مساله مجدداً بررسی می‌شود. در بیست تکرار مجزا، ابتدا تعدادی از سال-شرکت‌ها به تصادف، حذف شده و الگوریتم پیش‌بینی درماندگی مالی اجرا می‌گردد. با این عمل، میانگین پاسخ‌های به دست آمده از نظر آماری اعتبار مناسبتری پیدا می‌نمایند. نتایج حاصل از این آزمون به صورت گرافیکی در شکل (۵) نمایش داده شده است. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود، در آزمون دوم، ۱۰۰ شرکت در مجموعهٔ داده‌های آموزش قرار دارند؛ بدین معنا که ۱۸ شرکت از مجموعهٔ اولیه حذف شده‌اند. شایان ذکر است که به منظور ایجاد توازن در عملکرد طبقه‌بندی کنندهٔ آموزش‌یافته، تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته یکسان انتخاب شده‌اند.

مطابق نتایج به دست آمده، بر اثر کاهش تعداد سال–شرکت‌های اولیه از ۱۱۸ به ۶۰، میانگین دقت کلی پاسخ‌ها بر داده‌های آموزش به ترتیب از حدود ۹۲٪ به ۹۸٪ افزایش می‌یابد. در حقیقت، به علت کوچک‌شدن داده‌های آموزش، تنوع پاسخ‌ها کمتر شده و طبقه‌کننده ساده‌تر می‌تواند خود را با داده‌ها وفق دهد. با این حال، میانگین دقت کلی پاسخ‌ها بر داده‌های تست، از میزان ۸۲/۵٪ به حدود ۷۲/۵٪ کاهش می‌یابد که به خوبی کافی نبودن داده‌های آموزش در آزمون آخر را روشن می‌نماید. مطابق این نتایج، بیشتر بودن تعداد داده‌های آموزش سبب پراکندگی بهتر ضرایب و دستیابی به مدلی با قابلیت توسعهٔ بالاتر می‌گردد. لذا، ارائهٔ مدل‌های جامع برای شرکت‌های قابل‌پذیرش در بورس برق منوط به در اختیار داشتن داده‌های حاصل از چندین سال فعالیت مستمر بورس است. مطلب اخیر این پیام روشن را به مدیران آتی بورس می‌رساند که بهره‌مندی از مطالعات اقتصادی مرتبط با بورس برق، همچون مسألهٔ حاضر، مستلزم کنار گذاشتن محافظه‌کاری‌های احتمالی در دریافت اطلاعات از شرکت‌های قابل پذیرش در بورس برق است. اهمیت محافظه‌کاری با نگاهی به ترکیب اعضای هیأت مدیرهٔ شرکت‌های بزرگ دولتی که از طریق بورس به سهامداران واگذار شده‌اند، بهتر روشن می‌شود. با توجه به اینکه معمولاً اعضای اصلی هیأت مدیره از اعضای پرنفوذ شاغل در سیستم دولتی انتخاب می‌شوند، آنها ممکن است بنا بر مصالحی از ارائهٔ بخش از اطلاعات مالی شرکت خود، خودداری کرده و با توجه به نفوذی که دارند، بر این امر پافشاری نمایند. لذا، مدیر بورس موظف است به منظور شفاف‌سازی در اطلاعات و ایجاد فضای رقابتی عادلانه که از اهداف اصلی تاسیس بورس هستند، به دور از هر فرصت‌سنجی، از تخطی از قانون جلوگیری کند.

سناریوی چهارم

با توجه به اینکه اطلاعات نسبت‌های مالی سال–شرکت‌های اولیه به عنوان اطلاعات پایه برای پیش‌بینی درماندگی مالی به‌کار می‌روند، لذا تغییر تعداد این داده‌ها در جهت‌گیری استدلال‌ها مؤثر خواهد بود. در این سناریو مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی با تغییر تعداد نسبت‌های مالی سال–شرکت‌های اولیه، اجرا و بررسی شده است.

برای این منظور، در هر تکرار تعدادی از نسبت‌های مالی حذف و الگوریتم به طور مجزا برای بیست مرتبه تکرار شده است. نتایج حاصل از این سناریو در شکل (۶) قرار گرفته است. چنانکه مشاهده می‌شود، تغییر تعداد نسبت‌های مالی در کیفیت پاسخ نهایی موثر است به گونه‌ای که بر اثر کاهش ۳۷ درصدی تعداد نسبت‌های مالی، میانگین دقت مدل بهینه برای داده‌های آموزش و تست به ترتیب به اندازهٔ ۱۸٪ و ۱۲٪ کاهش یافته است. با در نظر داشتن نتایج دو سناریوی اخیر می‌توان گفت که تعیین یک مدل درماندگی مالی جامع مستلزم در اختیار داشتن تعداد درخور توجهی سال–شرکت به همراه نسبت‌های مالی متعدد است.

۶– نتیجه‌گیری

در این مقاله پیش‌بینی درماندگی مالی بنگاه‌های اقتصادی مرتبط با حوزه برق و انرژی، با استفاده از کلونی مصنوعی زنبور عسل بررسی شد. برای این منظور از اطلاعات ۱۱۸–سال شرکت، از میان شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، طی سال‌های ۱۳۸۷–۱۳۸۲ استفاده شده است. شرکت‌های مرتبط با حوزه برق و انرژی با توجه به اساسنامه شرکت‌ها انتخاب شده و نسبت‌های مالی آنها در سال‌های مورد مطالعه، مطابق اطلاعات بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته شده‌اند. مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های مورد نظر، با استفاده از روش پشنهادی بررسی و نتایج حاصله، در قالب چند سناریو ارائه شد. با توجه به آغاز شدن فعالیت رسمی بورس برق و انرژی در آیندهٔ نزدیک، راهکار پیشنهادی مطابق نتایج ارائه‌شده، نیازهای فنی و اقتصادی مسأله را ارضا نموده و می‌تواند در پیش‌بینی دورنمای کلی شرکت‌های مرتبط با حوزه برق و انرژی مورد استفادهٔ سرمایه‌گذاران قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از

Archive of SID

www.SID.ir

دفتر مدیریت پژوهش، توسعه و منابع انسانی حوزهٔ ریاست و نیز دفتر مدیریت فناوری اطلاعات معاونت اجرایی سازمان بورس و اوراق بهادار به سبب در اختیار قرار دادن مجموعهٔ اطلاعات موردنیاز این پژوهش و سایر کمک‌های مادی و معنوی، اعلام می‌دارند.

مراجع

[1] E. I. Altman, "Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy," Journal of Finance, Vol. 23, No. 4, pp. 589–609, 1968.

[۲] ساسان مهرانی، کاوه مهرانی، یاشار منصفی و غلامرضا کرمی، "بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زیمسکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران"، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ش ۴۱، صص. ۱۰۵-۱۳۱، ۱۳۸۴.

[۳] محمدرضا نیکبخت و مریم شریفی، "پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی"، مدیریت صنعتی، دورهٔ ۲، ش۴، صص. ۱۶۳-۱۸۰، ۱۳۸۹.

[4] B. W., Keats, J. S. Bracker, "Toward a theory of small firm performance: A conceptual model," American Journal of Small Business, Vol. 12, pp. 41-58, 1988.

[5] J. A. Ohlson, "Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy," Journal of Accounting Research, pp. 109–131, 1980.

[6] M. A. Aziz and A. D. Humayon, "predicting corporate bankruptcy: Where we stand?," Journal of Corporate Governance, Vol. 6, No. 1, pp. 18-33, 2006.

[7] R. D. Foreman, "A logistic analysis of bankruptcy within the US local telecommunications industry," Journal of Economics and Business, pp. 1–32, 2002.

[8] C. Tsai, "Feature selection in bankruptcy prediction," Knowledge-Based Systems, Vol. 22, pp. 120-127, 2009.

[9] H. Etemadi, A. A. Anvary-Rostamy and H. Farajzadeh-Dehkordi, "A genetic programming model for bankruptcy prediction: Empirical evidence from Iran," Expert Systems with Applications, Vol. 36, pp. 3199–3207, 2009.

[10] K. Shin and Y. Lee, "A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling," Expert Systems with Applications, Vol. 23, No. 3, pp. 321–328, 2002.

[11] F. Varetto, "Genetic algorithms applications in the analysis of insolvency risk," Journal of Banking and Finance, Vol. 22, pp. 1421–1439, 1998.

[12] E. I. Altman, G. Marco and F. Varetto, "Corporate distress diagnosis: Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian Experience)," Journal of Banking and Finance, Vol. 18, pp. 505–529, 1994.

[13] H. Jo, I. Han and H. Lee, "Bankruptcy prediction using case based reasoning, neural networks, and discriminant analysis," Expert Systems with Applications, Vol. 13, No. 2, pp. 97–108, 1997.

[14] M. Kim, D. Kang, "Ensemble with neural networks for bankruptcy prediction," Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 3373–3379, 2010.

[15] C. Park and I. Han, "A case-based reasoning with the feature weights derived by analytic hierarchy process for bankruptcy prediction," Expert Systems with Applications, Vol. 23, No. 3, pp. 225–264, 2002.

[16] H. Ahn, K. Kim, "Bankruptcy prediction modeling with hybrid case-based reasoning and genetic algorithms approach," Applied Soft Computing, Vol. 9, pp. 599-607, 2009.

[17] A. S. Vranas, "The significance of financial characteristics in predicting business failure: An analysis in the Greek context," Foundations of Computing and Decision Sciences, Vol. 17. No. 4, pp. 257–275, 1992.

[۱۸] حسین ارغوانی، "بورس برق"، چهارمین همایش انرژی ایران، ۱۳۸۲.

[19] [Online].Available:http://www.gmanetwork.com/news/story/ 123792/news/nation/congress-urged-to-stop-transco-privatization

[20] D. Karaboga, "An idea based on honey bee swarm for numerical optimization," Technical Report TR06, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005.

[۲۱] سید مهدی مظهری، امیر باقری، حسن منصف، حمید لسانی، "ارائهٔ رویکردی جدید در برنامه‌ریزی توسعهٔ شبکهٔ انتقال با در نظر گرفتن ارزش واقعی کفایت مبتنی بر کلونی مصنوعی زنبور عسل

Archive of SID

www.SID.ir

اصلاح‌شده"، مجلهٔ سیستم‌های هوشمند در مهندسی برق، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۴، ۱۳۹۰، صص. ۱-۲۰.

[22] [Online]Available:http://www.irbourse.com/market/ (retrieved at Feb. 2012)

[23] [Online].Available: http://www.irportfolio.com

[24] M. P. Reeser, Introduction to Public Utility Accounting, American Gas Association, 1984.

[25] T. Coelli, D. Lawrence, Performance Measurement and Regulation of Network Utilities, Edward Elgar Pub, 2007.

پیوست

پ-۱- الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل

الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل یک الگوریتم جستجوست که نخستین بار در سال ۲۰۰۵ با استفاده از شبیه‌سازی رفتار جستجوی غذای گروه‌های زنبور عسل ایجاد شده است [۲۰]. در الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل، جستجوی منابع غذایی با استفاده از سه دسته زنبور عسل با نام‌های زنبور کارگر، زنبور ناظر و زنبور دیده‌بان انجام می‌گیرد. این زنبورها از نظر ساختاری مشابه بوده، ولی هر یک اعمال متفاوتی را انجام می‌دهند.

در این الگوریتم، متغیرهای مسأله به عنوان موقعیت منبع غذایی در نظر گرفته می‌شود. مقدار شهد (نکتار) منبع غذایی، نشان‌دهنده تابع احتمال و یا برازندگی راه‌حل‌هاست. هر منبع غذایی تنها توسط یک زنبور کارگر استخراج شده و به عبارتی، تعداد زنبورهای کارگر برابر تعداد منابع غذایی اطراف کندو است.

در نخستین قدم، جمعیت اولیه‌ای به صورت تصادفی ایجاد شده و میزان برازندگی جمعیت تولید شده بر اساس تابع ارزیابی محاسبه و ذخیره می‌شود. سپس، جمعیت منابع غذایی (راه‌حل‌ها) به فاز اصلی الگوریتم که جستجو توسط زنبوران کارگر، ناظر و دیده‌بان است، فرستاده می‌شود. سپس، هر یک از زنبورهای کارگر به سوی موقعیت غذایی (راه‌حل) مربوط به خود فرستاده می‌شود. در این هنگام، هر زنبور کارگر اصلاحاتی را بر روی موقعیت منبع غذایی خود انجام می‌دهد. این اصلاحات بر اساس اطلاعات قبلی موجود در حافظه، اطلاعات محلی (اطلاعات بصری) و یافتن یک منبع غذایی در همسایگی منبع غذایی مربوط به خود، صورت می‌پذیرد. سپس با توجه به موارد ذکر شده، موقعیت جدید منبع غذایی ارزیابی می‌گردد. در الگوریتم زنبورعسل، یافتن منبع غذایی جدید در همسایگی منبع قبلی با استفاده از یک معیار تصادفی (φ_{ij}) و مطابق رابطهٔ زیر انجام می‌گیرد:

$$v_{ij} = x_{ij} + \varphi_{ij} \times (x_{ij} - x_{kj}) \qquad (\text{پ-}۱)$$

در این رابطه، x_{ij} موقعیت غذایی قبلی و v_{ij} موقعیت منبع غذایی جدید است. از طرفی، j یک عدد طبیعی است که حداکثر برابر تعداد متغیرهای مسأله فرض شده (D) و k نیز به صورت تصادفی از بازهٔ $k \in \{1,2,\ldots,SN\}$ انتخاب می‌گردد. SN برابر تعداد زنبورهای ناظر و کارگر در کلونی مصنوعی زنبور عسل است [۲۱-۲۰].

در این مرحله، زنبور کارگر، با توجه به مقدار شهد موجود در منابع غذایی، انتخابی را بین x_{ij} و v_{ij} انجام می‌دهد. اگر میزان برازندگی v_{ij} نسبت به x_{ij} بالاتر باشد، زنبور کارگر، موقعیت جدید را در حافظه خود ذخیره و موقعیت قبلی را فراموش می‌کند.

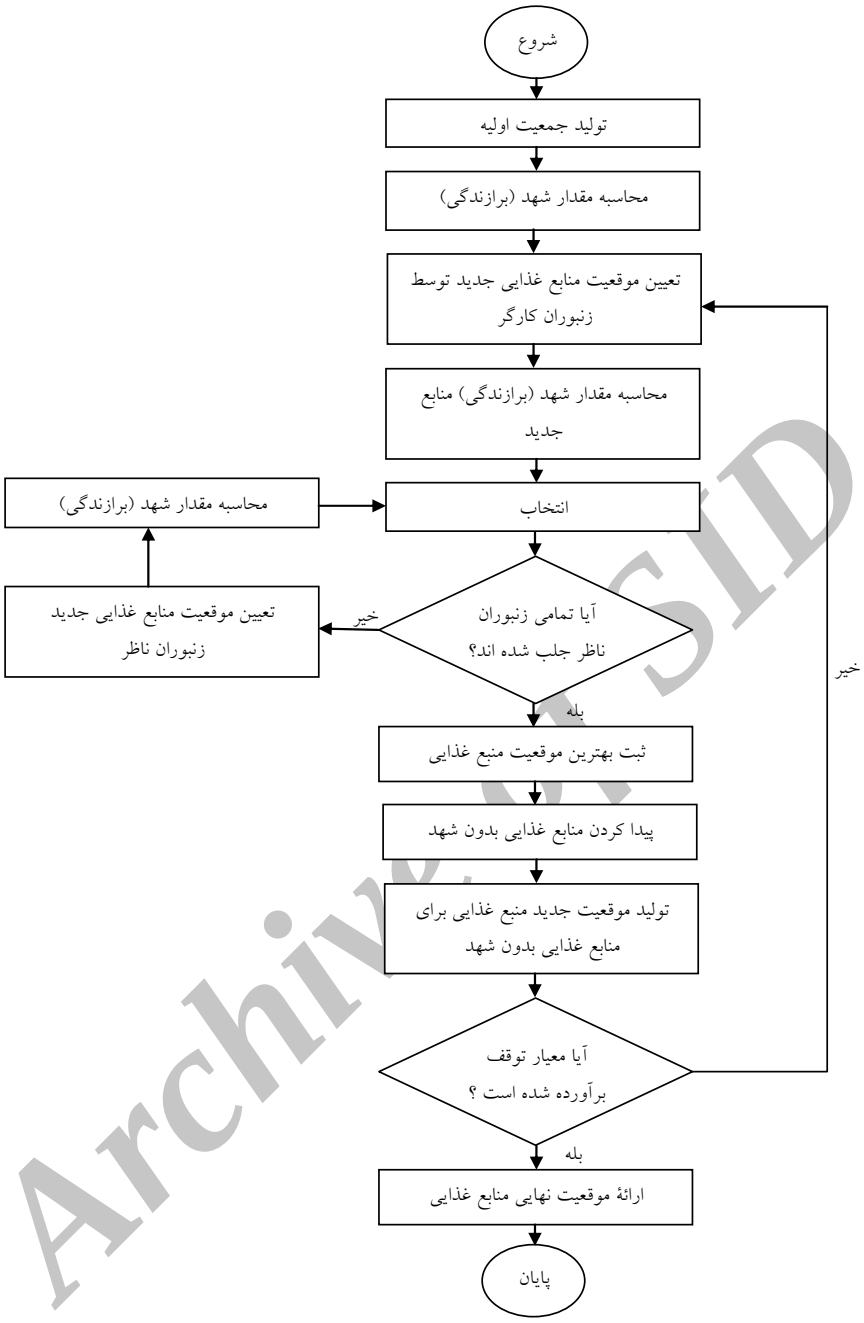
پس از آن، زنبورهای کارگر به کندو بازگشته، در فرآیند "تصمیم گیری" شرکت می‌کنند. فرض می‌شود که هر زنبور قابلیت درک و دریافت اطلاعات سایر زنبورها را داشته و این قابلیت را دارد که با استفاده از اطلاعات دیگران، راه‌حل‌های بهتری را برای مسأله پیدا کند. بر این اساس، زنبور کارگر می‌تواند یکی از اعمال زیر را انجام دهد:

الف منبع غذایی خود را رها کرده، در سالن اجتماعات به دنبال زنبوری که منبعی با کیفیت بیشتر در اختیار دارد، بگردد (خطوط با شماره ۳ در شکل پ-۱)،

ب بدون اینکه کسی را جذب کند، مجدداً به سراغ منبع (راه‌حل) خود برود (خطوط با شماره ۲ در شکل پ-۱)،

Archive of SID

www.SID.ir



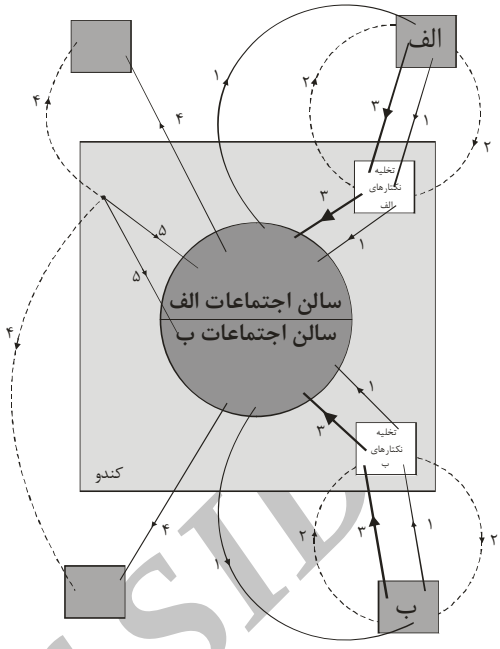
شکل (پ-۲): مراحل کلی الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل

ج در سالن اجتماعات با انجام حرکاتی موزون سعی در جمع کردن زنبورهای دیگر به دور خود داشته باشد (خطوط با شماره ۱ در شکل پ-۱).

کسب اطلاعات جدید و تصمیم‌گیری در مورد منبع غذایی، توسط زنبوران ناظر انجام می‌شود. زنبوران ناظر اطلاعات مربوط به شهد منابع غذایی را که در سالن اجتماعات عرضه می‌گردد، ارزیابی و با توجه به میزان احتمال آنها، مناسبترین موقعیت منبع غذایی را انتخاب می‌کنند. سپس، مقدار برازندگی منابعِ غذایی انتخاب شده توسط زنبوران ناظر، محاسبه می‌شود. در ادامه، زنبوران ناظر، مشابه قبل، یک منبع غذایی جدید در همسایگی منبع غذایی قبلی تولید و مقدار شهد آن را با

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (پ-۱): نمایش رفتار زنبورهای کارگر

منبع قبلی مقایسه می‌کنند. پس از اصلاح موقعیت منابع غذایی انتخاب شده توسط زنبوران ناظر، زنبوران کارگر به موقعیت منابع غذایی جدید فرستاده می‌شوند. این روند تا رسیدن به معیار توقف برنامه ادامه پیدا می‌کند.

در الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل، منابع غذایی که شهد آنها به وسیله زنبوران کارگر مصرف شده و یا خالی از نکتار باشد، با یک منبع غذایی جدید که به صورت تصادفی تعیین می‌گردد، جایگزین می‌شود (خطوط با شماره ۴ و ۵ در شکل (پ-۱)). این مرحله توسط زنبورهای دیده-بان انجام می‌گیرد و فرض بر این است که اگر یک منبع غذایی نامناسب در تعداد تکرارهای مشخص شده اصلاح نشود، فاقد شهد است [۲۱-۲۰]. شکل (پ-۲) مراحل کلی الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل را نشان می‌دهد.

پ-۲- نسبت‌های مالی و محاسبهٔ آنها برای یک شرکت توزیع نمونه

الف) نسبت جاری: نسبت جاری از تقسیم دارایی‌های جاری بر بدهی‌های جاری به دست می‌آید. این نسبت نشان‌دهنده توانایی بازپرداخت بدهی‌های جاری از محل دارایی‌های جاری شرکت است [۲۴].

دارایی جاری به وجوه نقد و سایر دارایی‌هایی که انتظار می‌رود در جریان عملیات جاری واحد، ظرف دورهٔ مطالعه (معمولاً یک سال) تبدیل به وجه نقد گردند، فروخته شوند یا به مصرف رسند، گفته می‌شود. بدهی جاری به بدهی‌ای که موعد پرداختش کمتر از دورهٔ مطالعه باشد و از محل دارایی‌های جاری قابل پرداخت باشد، گفته می‌شود. این نسبت متداول‌ترین وسیله برای اندازه‌گیری قدرت پرداخت بدهی‌های کوتاه‌مدت است، زیرا از طریق آن می‌توان پی‌برد دارایی‌هایی که در طول سال مالی به پول نقد تبدیل می‌گردند، چند برابر بدهی‌هایی است که در طول سال مالی سررسید آنها فراخواهد رسید [۲۵]. دارایی‌های جاری یک شرکت توزیع نمونه به ترتیب از فروش انرژی الکتریکی به مشترکین، فروش انرژی مازاد تولیدات پراکنده به بازار لحظه‌ای، هزینهٔ دریافتی ناشی از فروش فیدرهای مستهلک‌شده و نیز هزینهٔ حق انشعاب مشترکین جدید، تشکیل شده را محاسبه می‌نماید. مجموع بدهی‌های جاری شرکت توزیع شامل مواردی همچون هزینهٔ خرید انرژی مشترکین از بازار عمده‌فروشی، مجموع هزینهٔ تولید انرژی الکتریکی توسط مولدهای مقیاس کوچک، خرید ظرفیت رزرو، بدهی حقوق کارکنان و نیز هزینهٔ جریمهٔ ناشی از خاموشی‌ها می‌شود. کلیهٔ این موارد به سادگی و در قالب روابط الکتریکی قابل محاسبه هستند.

ب) درصد بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها: این نسبت از تقسیم مجموع بدهی‌ها بر مجموع دارایی‌ها به دست می‌آید. مجموع بدهی‌ها از ترکیب بدهی‌های جاری و غیرجاری و دارایی‌ها نیز از ترکیب دارایی‌های جاری و غیرجاری محاسبه می‌گردند. دارایی‌های غیرجاری، دارایی‌هایی هستند که به طور معمول انتظار داریم در دورهٔ مطالعهٔ فعلی نه کاملاً مصرف گردند و نه به پول تبدیل شوند [۲۴]. بدهی‌های جاری یک شرکت توزیع از مجموع دیون بانکی، بدهی‌های ناشی از توسعه و بهره‌برداری شبکه و نیز بدهی‌های معوق از دورهٔ مطالعهٔ قبلی تشکیل شده است؛

Archive of SID

www.SID.ir

دارایی‌های غیرجاری شرکت توزیع از مجموع ارزش تجهیزات و ابنیه و نیز دارایی‌های جاری دورهٔ قبل (مشروط به اینکه از شرکت خارج نشده باشد) تشکیل شده است.

پ) گردش موجودی کالا: گردش موجودی کالا از تقسیم متوسط حساب‌ها و اسناد دریافتنی حاصل از فروش موجودی کالا بر متوسط روزانهٔ بهای خرید موجودی کالا حاصل می‌شود [۲۴]. به عبارت دیگر، متوسط پول حاصل از کالاها در هر روز بر متوسط هزینه‌ای که برای خرید مواد اولیه داده شده، تقسیم می‌گردد [۲۵]. بالا بودن گردش موجودی کالا به معنای نشان‌دهنده کارایی بالا در استفاده از موجودی کالا و به عبارتی مدیریت کالاست [۲۴]. گردش موجودی کالا در یک شرکت توزیع، به سادگی و با در نظر گرفتن هزینه‌های خرید و فروش انرژی الکتریکی محاسبه می‌شود.

ت) گردش مجموع دارایی‌ها: این نسبت مطابق از تقسیم درآمد فروش بر مجموع دارایی‌ها به دست می‌آید [۲۴]. نسبت فوق نشان می‌دهد که چگونه دارایی‌های یک شرکت به منظور ایجاد درآمد فروش به کار گرفته شده است. این نسبت مهمترین نسبت برای اندازه‌گیری کارائی یک شرکت است که نشان دهندهٔ مجموع درآمدهای موسسه نسبت به کل منابع در اختیار شرکت است [۲۵].

ث) درصد بازده سرمایه: این نسبت رابطهٔ سرمایه در گردش را با سود واحد تجاری نشان می‌دهد. برای این منظور لازم است تا سود دوره‌ای شرکت بر سرمایهٔ آن تقسیم گردد. سود دوره‌ای شرکت از اختلاف درآمدها و هزینه‌ها در دورهٔ مورد مطالعه محاسبه می‌گردد [۲۴]. از طرفی هر بخشی از دارایی‌ها که نسبت به آن بدهی وجود نداشته باشد، سرمایهٔ شرکت به حساب می‌آید. افزایش نسبت مذکور دلالت بر کمبود سرمایه در گردش می‌کند. به منظور محاسبهٔ سود دوره‌ای شرکت توزیع، هزینه‌های جاری از بدهی جاری و نیز کل تلفات شبکه کسر می‌شود. تلفات شبکهٔ توزیع از مجموع تلفات بارداری و بی‌باری پست‌ها و نیز تلفات فیدرها تشکیل شده است.

ج) درصد سود ناویژه به درآمد: این نسبت از تقسیم سود ناخالص بر درآمد کل سال به دست می‌آید. منظور از سود ناخالصی، اختلاف درآمد فروش از بهای تمام شدهٔ کالای فروش رفته است [۲۴].

چ) زیان عملیاتی به درآمد فروش: این نسبت از تقسیم زیان عملیاتی بر درآمد فروش محاسبه می‌گردد. منظور از زیان عملیاتی مجموعه هزینه‌های زائدی است که برای ارائهٔ خدمات مرتبط با اساسنامه متوجه شرکت می‌گردد [۲۵]. زیان عملیاتی یک شرکت توزیع از مجموع هزینه‌های تلفات، استهلاک، هزینه‌های خاموشی‌ها تشکیل شده است.

علایم و نشانه‌ها

مجموعه‌ها:

Ω^F مجموعهٔ شرکت‌های مورد مطالعه؛

Ω^R مجموعهٔ نسبت‌های مالی؛

توابع:

Fit تابع هدف مسألهٔ پیش‌بینی درماندگی مالی؛

ζ_i تابع درماندگی مالی شرکت i؛

ثابت‌ها:

x_{ij} نسبت مالی j ام شرکت i؛

$\bar{z}$ مرز درماندگی مالی؛

نسبت‌های مالی:

x_{PRT} درصد سود به درآمد؛

x_{OpR} درصد سود عملیاتی به درآمد؛

x_{CuR} نسبت جاری؛

x_{QuR} نسبت آنی؛

x_{LiT} درصد بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها؛

x_{LcT} بدهی جاری به کل بدهی؛

x_{FiT} گردش دارایی‌های ثابت؛

Archive of SID

www.SID.ir

x_{ToT} گردش مجموع دارایی‌ها؛

متغیرها:

α_i ضریب نسبت مالی i؛

β_i متغیر تصمیم‌گیری نشان‌دهندهٔ صحت (۱) یا عدم‌صحت (۰) تخمین انجام‌شده توسط مدل درماندگی با واقعیت شرکت؛

γ_i متغیر تصمیم‌گیری نشان‌دهندهٔ ورشکسته بودن شرکت i از نظرگاه مدل پیشنهادی (۱) یا عدم‌ورشکستگی (۰)؛

φ_i متغیر تصمیم‌گیری نشان‌دهندهٔ ورشکستگی (۱) و یا عدم‌ورشکستگی (۰) شرکت i در واقعیت؛

زیرنویس‌ها

[1] Multiple Discriminant Analysis

Archive of SID

www.SID.ir