تحقیقات حسابداری و حسابرسی، پاییز ۱۳۹۸، شماره ۴۳، از صفحه ۴۱ تا ۵۴

ارائه مدلِ بهینه پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز و ارزیابی کارآیی آن در مقایسه با مدل Z' آلتمن

دکتر محمدحسین ستایش[1]

استاد حسابداری، دانشگاه شیراز، گروه حسابداری

معصومه ازنب©

کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه شیراز، گروه حسابداری

(تاریخ دریافت: ۲ مهر ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۰ بهمن ۱۳۹۶)

پیش‌بینی ورشکستگی موضوعی است که بر رفاه اقتصادی تمام کشورها تأثیر می‌گذارد. داشتن یک مدل دقیق برای پیش‌بینی ورشکستگی، به‌طور پیش‌فرض که بتواند نشانه‌های بحران مالی را به‌موقع تشخیص دهد، برای همه‌ی شرکت‌ها بسیار حیاتی است. بنابراین شرکت‌ها، به یک مدل مناسب که بتواند نشانه‌های ورشکستگی را به‌آسانی تشخیص دهد، نیاز دارند.این پژوهش درصدد ارائهٔ مدل بهینه برای پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز می‌باشد. نمونهٔ آماری پژوهش شامل ۱۱۲ شرکت ورشکسته وغیرورشکسته پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازهٔ زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۱ می‌باشد که ازلحاظ اندازه و صنعت نیز باهم تطابق دارند. جهت ارزیابی کارایی مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز در مقایسه با مدل Z' آلتمن، دقت مدل‌های مزبور در پیش‌بینی صحیح ورشکستگی شرکت‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. دقت کلی مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز و مدل Z' آلتمن در سال وقوع ورشکستگی به ترتیب برابر با ۹۷/۳۲ و ۵۶/۴۶ درصد، در سال قبل از وقوع ورشکستگی به ترتیب برابر۸۹/۲۹ و ۴۸/۲۱ درصد و در دو سال قبل از وقوع ورشکستگی، برابر ۷۴/۱۰ و ۳۲/۱۴ درصد می‌باشد. نتایج پژوهش حاکی از این است، که مدل‌های مبتنی بر الگویتم علف‌های هرز در مقایسه با مدل سنتی Z' آلتمن، با دقت بالاتری ورشکستگی شرکت‌ها را پیش‌بینی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم علف‌های هرز، پیش‌بینی ورشکستگی، مدل Z' آلتمن

[1] setayesh@shirazu.ac

[۲] m.aznab@yahoo.com © (نویسندهٔ مسئول)

مقدمه

ورشکستگی رویدادی است که تأثیر زیادی بر مدیریت، سهامداران، کارکنان، بستانکاران، مشتریان و سایر افراد ذینفع می‌گذارد. ازاین‌رو ورشکستگی هم ازلحاظ اجتماعی و هم ازلحاظ اقتصادی کشور را به چالش می‌کشد[۷]. ورشکستگی هنگامی رخ می‌دهد که بدهی‌های یک شرکت از ارزش بازار دارایی‌های موجود در شرکت تجاوز کند[۱۰]. مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی را می‌توان در سه گروه مدل‌های آماری، هوش مصنوعی و نظری طبقه‌بندی کرد، مطالعات اولیه در این زمینه، بر روش‌های خطی همچون مدل‌های تحلیل چندگانه، لوجیت و پروبیت متمرکز بود. در سال‌های اخیر روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و تکنیک‌های داده‌کاوی همچون شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک و سیستم‌های هوشمند، به دلیل توانایی آن‌ها در استخراج اطلاعات مفید از میان داده‌های زیاد و نیز نداشتن مفروضات محدودکننده‌ای همچون مفروضات خطی بودن، نرمال بودن متغیرهای ورودی در روش‌های خطی که اثربخشی و اعتبار پیش‌بینی را مخدوش می‌کند، به‌طور گسترده‌ای مورداستفاده قرارگرفته‌اند[۸]. بنابراین مسئله پژوهش حاضر این است که آیا می‌توان با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز، مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی ارائه کرد؟ در این پژوهش، به‌منظور ارائه مدلی مناسب برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، از الگوریتم علف‌های هرز استفاده می‌شود و برای بررسی کارایی این الگوریتم، نتایج حاصل را با یکی از مدل‌های متداول پیش‌بینی ورشکستگی (Z' آلتمن2000)، مقایسه می‌گردد. در این پژوهش ابتدا به تشریح و بیان مسئله پژوهش پرداخته می‌شود. پس از طرح سؤال پژوهش، روش پژوهش، روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، مدل‌ها و متغیرهای مورداستفاده در پژوهش و هم‌چنین نتایج پژوهش تشریح خواهد شد.

مبانی نظری

این روزها شاهد وقوع بحران‌های تجاری در سراسر جهان هستیم. شدت گرفتن رقابت در عرصهٔ صنایع باعث شده است، بسیاری از شرکت‌ها ورشکست شده و از گردونهٔ رقابت خارج شوند. این امر موجبات نگرانی صاحبان سرمایه و به‌طورکلی جامعه را فراهم آورده است[۳]. اندیشمندان حسابداری و مالی در سراسر دنیا پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام داده‌اند. وضع نامطلوب مالی شرکت‌ها باعث زیان برای اقشار مختلف و خصوصاً سرمایه‌گذاران می‌گردد. ارئه تعریفی مستقل از گروه‌های درگیر مسئله ورشکستگی[1] بسیار مشکل است، امّا می‌توان مدعی شد که مدیریت، سرمایه‌گذاران، بستانکاران و نهادهای قانونی بیش از سایرین تحت تأثیر پدیده ورشکستگی قرار می‌گیرند. لذا آگاهی از خطر ورشکستگی برای سرمایه‌گذاران بسیار مهم است، چراکه نه‌تنها خطر از بین رفتن سرمایه آن‌ها حداقل می‌گردد،بلکه به‌عنوان ابزاری برای کاهش خطر سبد سرمایه‌گذاری آنان استفاده می‌شود. مدیریت نیز در صورت اطلاع به‌موقع از خطر ورشکستگی می‌تواند اقدام‌هایی پیشگیرانه جهت جلوگیری از ورشکستگی اتخاذ کند. ازآنجایی‌که ورشکستگی هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی سنگینی را بر جامعه تحمیل می‌کند، از دیدگاه کلان نیز

[1] Bankruptcy

موردتوجه و اهمیت است، زیرا منابع اتلاف‌شده در یک واحد اقتصادی بحران‌زده می‌توانست به دیگر فرصت‌های سودآور اختصاص یابد[۱]. در یکی از اولین مطالعات آکادمیک بر روی تئوری ورشکستگی، آن را ناتوانی سودآوری شرکت تعریف کرده‌اند که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد[۱۱].

ازنقطه‌نظر اقتصادی، ورشکستگی را می‌توان به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر کرد که این حالت و یا شرکت دچار عدم موفقیت شده است. درواقع این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه می‌باشد[۱۹]. پژوهش حاضر سعی بر ارائه مدل بهینه برای پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز دارد تا با ارائه مدل هر چه دقیق‌تر برای پیش‌بینی ورشکستگی و جلب اعتماد سرمایه‌گذاران، موجبات حفظ پویایی بازار سرمایه و درنتیجه رونق اقتصادی کشور را فراهم نماید. علاوه بر آن کارائی مدل مزبور با مدل z^۱۸ آلتمن نیز مورد مقایسه قرار خواهد گرفت.

پیشینه پژوهش

پیشینه خارجی پژوهش

گوردینی[۱] [۱۲]در پژوهش خود، مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه داد. برای این منظور از ۳۱۰۰ شرکت متوسط تولیدی، در ایتالیا استفاده کرد. مدل پیشنهادی خود را با مدل رگرسیون لجستیک و ماشین‌بردار پشتیبان، مقایسه کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که الگوریتم ژنتیک، در مقایسه با رگرسیون لجستیک و ماشین بردار پشتیبان، یک ابزار بسیار مؤثر و امیدوارکننده در ارزیابی احتمال ورشکستگی شرکت‌های متوسط تولیدی بوده است.

حاج نوری و همکاران[۲][۱۳]در پژوهش خود با استفاده از تکنیک فازی خاکستری قیمت سهام را با کارایی بالا، پیش‌بینی کردند. همچنین جهت حل مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری، مدلی نوین برای بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز ارائه دادند. این الگوریتم با سایر الگوریتم‌های متاهیوریستیک همچون الگوریتم رقابت استعماری[۳] الگوریتم ژنتیک و الگوریتم بهینه‌سازی گروه ذرات مقایسه‌شده و عملکرد الگوریتم IWO بهتر از الگوریتم‌های یادشده است.

خدادادی و همکاران[۴][۱۶]، در پژوهش خود، مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از الگوریتم مورچگان ارائه دادند. برای این منظور از ۳۶ شرکت کوچک و۳۶ شرکت بزرگ پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده کردند. مدل پیشنهادی، ورشکستگی در یک سال قبل از وقوع ورشکستگی، شرکت‌های بزرگ را با دقت ۹۳ درصد و شرکت‌های کوچک را با دقت ۹۰ درصد درست پیش‌بینی کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که الگوریتم مورچگان ابزاری مناسب برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران محسوب می‌شود.

---

[1] Gordini

[۲] Hajnoori et al.

[۳] Imperialist Competitive Algorithm (ICA)

[4] Khodadai et al.

پیشینه داخلی پژوهش

ودیعی و میراسماعیلی [۵] با مقایسه مدل‌های تحلیل لوجیت اهلسون و تحلیل ممیز چندگانه فولمر در پیش‌بینی ورشکستگی در ۱۱۲ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۶-۱۳۸۲ دریافتند که هر دو مدل اهلسون و فولمر قادر به پیش‌بینی ورشکستگی در بازار سهام ایران هستند. هم‌چنین، مدل تحلیل لجستیک اهلسون نسبت به مدل تحلیل ممیز چندگانه فولمر عملکرد بهتری داشت.

قاسمی و نجفی [۲] در پژوهشی الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز را جهت حل مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری، مدلی نوین برای بهینه‌سازی پرتفوی ارائه دادند که علاوه بر مجاز شمردن فروش استقراضی، برخی محدودیت‌های کاربردی بازار سرمایه نیز به مدل تحمیل شده است. با توجه به پیچیدگی محاسباتی مدل پیشنهادی در اندازه‌های نسبتاً بزرگ، الگوریتم فراابتکاری بهینه‌سازی علف‌های هرز به‌عنوان روش حل، انتخاب شده است. نتایج، نشان‌دهنده عملکرد مناسب الگوریتم مذکور در حل مدل ارائه شده است.

سؤال اصلی

آیا می‌توان با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز، مدلی بهینه برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران ارائه کرد؟

سؤال‌های فرعی

آیا می‌توان با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز، ورشکستگی را در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران به نحو مطلوب پیش‌بینی کرد؟

آیا دقت پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از مدل‌های مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز، از دقت مدل Z' آلتمن بیشتر است؟

روش پژوهش و متغیرهای پژوهش

متغیرهای مستقل

متغیر مستقل در این پژوهش، ۳۲ نسبت و شاخص مالی حائز اهمیت در پیش‌بینی ورشکستگی که بیشترین کاربرد در پژوهش‌های خارجی و داخلی داشته، در نظر گرفته شده است. هر یک از نسبت‌های مزبور بعد متفاوتی از وضعیت مالی شرکت را نشان می‌دهد. متغیر وابسته در این پژوهش، متغیری مجازی است که وضعیت شرکت‌ها ازلحاظ توانمندی مالی را نشان می‌دهد. متغیر مزبور برای شرکت‌های ورشکسته برابر با یک و برای شرکت‌های سالم مشابه، برابر با صفر درنظر گرفته می‌شود.

متغیر وابسته

متغیر وابسته در این پژوهش، متغیری مجازی است که وضعیت شرکت‌ها ازلحاظ توانمندی مالی را نشان می‌دهد. متغیر مزبور برای شرکت‌های ورشکسته برابر با یک و برای شرکت‌های سالم مشابه، برابر با صفر درنظر گرفته می‌شود.

متغیرهای کنترلی

در پژوهش حاضر از متغیر اندازه شرکت به‌عنوان متغیر کنترلی استفاده شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش مشابه پژوهش‌های نمازی و خواجوی [۴] اندازه شرکت به‌وسیله لگاریتم طبیعی ارزش بازار سهام اندازه‌گیری می‌شود .همچنین در این پژوهش مشابه پژوهش‌های [۹]، متغیر نوع صنعت به‌عنوان متغیر کنترلی برای تطبیق شرکت‌های ورشکسته و سالم استفاده شده است. نوع صنعت تعیین‌کننده نوع فعالیت شرکت‌هاست. درواقع نوع کالا، میزان سودآوری، میزان سرمایه، اندازه شرکت و نوع مشتری به نوع صنعت بستگی دارد. نوع صنعت با طبقه‌بندی انجام‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تعیین شده است.

نمونه و روش نمونه‌گیری

نمونه مورداستفاده‌شده در پژوهش حاضر متشکل از ۱۱۲ شرکت تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران که به شرح زیر انتخاب شده‌اند:

ابتدا لیستی از شرکت‌های تولیدی که بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳ مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران شده‌اند، تهیه شد. نمونه انتخاب‌شده شامل ۵۶ شرکت ورشکسته و ۵۶ شرکت غیر ورشکسته که از نظر اندازه و صنعت تا حدودی مشابه شرکت‌های ورشکسته می‌باشند، به‌عنوان گروه دوم انتخاب شدند.لازم به ذکر است که با توجه به این که در مورد هر شرکت از اطلاعات یک و دو سال قبل از ورشکستگی نیز استفاده شده است، پس در مجموع از اطلاعات شرکت‌های بین ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ استفاده شده است.

روش مورداستفاده در پژوهش الگوریتم علف‌های هرز

الگوریتم علف‌های هرز یک الگوریتم تکامل یافته جدید است که اولین بار در سال ۲۰۰۶ توسط محرابیان[1] و لوکس[2][۱۸] ارائه شده است.

در پژوهش حاضر به‌منظور انتخاب معنادارترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی در مدت زمان محاسباتی معقول، روش الگوریتم علف‌های هرز به‌عنوان راه‌حل جایگزین به‌شرح زیر اجرا می‌شود. مراحل انجام این الگوریتم را می‌توان به طور خلاصه به صورت زیر بیان کرد :

۱. تعیین مقدار اولیه برای جمعیت: یک جمعیت محدود اولیه در فضای حل مسأله به صورت تصادفی پراکنده می‌شود.
۲. تولید مثل: هر عضو از جمعیت بر طبق توانایی‌اش می‌تواند بین دو مقدار تعیین‌شده ماکزیمم و مینیمم تولید دانه کند.تعداد دانه‌هایی که هر گیاه می‌تواند تولید کند به طور خطی از کمترین تعداد ممکن تا بیشترین تعداد تغییر می‌کند.
۳. پراکندگی فضا: در این مرحله دانه‌های تولیدشده به طور تصادفی در فضای چند بعدی مسأله پراکنده می‌شوند. تابع توزیع تصادفی، تابعی نرمال بوده بدین معنی که مقدار متوسط آن برابر صفر و انحراف

[1] Mehrabian
[2] Lucas

معیار آن در مراحل مختلف متغیر می‌باشد. مقدار انحراف معیار (σ) تابع توزیع نرمال در هر مرحله از مقدار اولیه σinitial تعریف شده تا مقداری نهایی σfinall کاهش می‌یابد. رابطه بین پارامترهای بالا و انحراف معیار را می‌توان به صورت رابطه(۱)، بیان کرد:

$$\sigma_{iter} = \frac{(iter_{max} - iter)^n}{(iter_{max})^n}(\sigma_{intial} - \sigma_{final}) + \sigma_{intial} \quad (۱)$$

در رابطه(۱)، itermax بیشترین تعداد دفعات تکرار می‌باشد، σiterمقدار انحراف معیار در مرحله انجام عملیات می‌باشد و nمیزان غیرخطی بودن مدولاسیون را نشان می‌دهد.

حذف رقابتی: بعد از چند مرحله از تکرار تعداد دانه‌ها در کلونی در اثر تولید مثل به بیشترین حد خود می‌رسند. با رسیدن به تعداد ماکزیمم دانه‌های مجاز هنگامی که بیشترین دانه‌های مجاز تولید شدند هر دانه از (Pmax) باید مکانیزمی برای حذف دانه‌های ضعیف به‌کار گرفته شود. مکانیزم حذف دانه‌های ضعیف به صورت ذیل می‌باشد:

هنگامی که بیشترین دانه های مجاز تولید شدند هر دانه می‌تواند با توجه به روش گفته‌شده دانه‌های جدیدی تولید کند. دانه‌های تولیدشده می‌توانند در محیط مورد بحث پراکنده شوند. هنگامی که کل دانه‌ها در محل توزیع شدند به هر دانه امتیازی داده می‌شود. در مرحله آخر دانه‌ها با امتیاز کمتر حذف می‌شوند به نحوی که جمعیت دانه‌ها همان حد ماکزیمم (Pmax) بماند. این مراحل تکرار می‌شوند تا کم‌کم دانه‌ها به دانه بهینه همگرا شوند [۱۸].

یافته‌های پژوهش

آزمون سوال اول

با اجرای ۵۰ تکرار ضمن استفاده از روش الگوریتم علف‌های هرز در سال وقوع ورشکستگی، نسبت‌های زیر به‌عنوان بهترین متغیرهای پیش‌بینی ورشکستگی انتخاب شدند: X_1 ، نسبت نرخ بازده حقوق صاحبان سهام، X_2، نسبت سود عملیاتی به کل دارایی، X_3، نسبت جاری، X_4 نسبت سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره و X_5 ، نسبت گردش حساب‌های دریافتنی می‌باشد. جهت پیش‌بینی ورشکستگی در سال وقوع ورشکستگی با قرار گرفتن ۵ متغیر فوق در معادله رگرسیون به‌عنوان متغیر مستقل و هم‌چنین متغیر مجازی صفر و یک (صفر برای شرکت‌های غیرورشکسته و یک برای شرکت‌های ورشکسته) به‌عنوان متغیر وابسته، با استفاده از روش لجستیک مدل (۲) تخمین زده می‌شود:

مدل (۲)

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = -7.7209X_1 - 68.8774X_2 - 2.1382X_3 - 2.7092X_4 - 0.1828X_5 + 4.4578$$

جدول۱: مدل پیش‌بینی ورشکستگی در سال مبنا با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز

متغیرها	ضرایب B	خطای استاندارد	آماره Z	آماره والد	سطح معناداری
X1	-۷/۷۲۰۹	۳/۸۸۷۵	-۱/۹۸۶۱	۳/۹۴۴۶	۰/۰۴۷۰**
X2	-۶۸/۸۷۷۴	۲۲/۵۷۲۴	-۳/۰۵۱۴	۹/۳۱۱۰	۰/۰۰۲۳**
X3	-۲/۱۳۸۲	۱/۰۳۸۰	-۲/۰۵۹۸	۴/۲۴۲۹	۰/۰۳۹۴**
X4	-۲/۷۰۹۲	۱/۳۴۶۱	-۲/۰۱۲۷	۴/۰۵۰۸	۰/۰۴۴۲**
X5	-۰/۱۸۲۸	۰/۰۷۸۹	-۲/۳۱۸۰	۵/۳۷۳۲	۰/۰۲۰۴**

همان‌طور که در جدول۲مشاهده می‌شود، مقدارP-Value متناظر باهر پنج متغیر از ۰۵/ کوچک‌تر است، می‌توان گفت هر پنج نسبت مالی برای دو گروه ورشکسته و غیر ورشکسته به‌عنوان متغیرهای مستقل در برآورد وضعیت شرکت‌ها می‌توان استفاده نمود. به‌منظور بررسی توانایی مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز در پیش‌بینی ورشکستگی، تمامی مراحل طی‌شده با استفاده از اطلاعات سال مبنا، برای اطلاعات یک سال و دو سال قبل از وقوع ورشکستگی نیز طی می‌شود. ابتدا، متغیرهای مهم پیش‌بینی کننده تعیین شده، مدل بهینه پیش‌بینی ورشکستگی تخمین زده می‌شود. با اجرای ۵۰ تکرار و استفاده از روش الگوریتم علف‌های هرز برای یک سال قبل از وقوع ورشکستگی، نسبت‌های زیر به‌عنوان بهترین متغیرهای پیش‌بینی ورشکستگی انتخاب شدند:

X_1، نسبت پوشش بدهی، X_2، نسبت جاری، X_3، نسبت قیمت به سود هر سهم، X_4، نسبت سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره و X_5، نسبت گردش حساب‌های دریافتنی.

جهت پیش‌بینی ورشکستگی برای یک سال قبل از وقوع ورشکستگی، با قرار گرفتن ۵ متغیر فوق در معادله رگرسیون به‌عنوان متغیر مستقل و متغیر مجازی صفر و یک (صفر برای شرکت‌های سالم و یک برای شرکت‌های ورشکسته) به‌عنوان متغیر وابسته، با استفاده از روش لجستیک مدل (۳) تخمین زده می‌شود:

مدل (۳)

$$\ln\left(\frac{\mathrm{p}}{1-\mathrm{p}}\right) = -0.4166X_1 - 3.3536X_2 - 0.0203X_3 - 4.2465X_4 - 0.3749X_5 + 13.876$$

جدول۲: مدل پیش‌بینی ورشکستگی در یک سال قبل از وقوع ورشکستگی با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز

متغیرها	ضرایب B	خطای استاندارد	آماره Z	آماره والد	سطح معناداری
X1	-۰/۴۱۶۶	۰/۱۸۳۰	-۲/۲۷۶۴	۵/۱۸۱۸	۰/۰۲۲۸
X2	-۳/۳۵۳۶	۱/۶۶۳۴	-۲/۰۱۶۱	۴/۰۶۴۷	۰/۰۴۳۸
X3	-۰/۰۲۰۳	۰/۰۰۷۷	-۲/۶۳۸۹	۶/۹۶۳۶	۰/۰۰۸۳
X4	-۴/۲۴۶۵	۲/۱۱۱۴	-۲/۰۱۱۲	۴/۰۴۴۹	۰/۰۴۴۳
X5	-۰/۳۷۴۹	۰/۱۸۰۷	-۲/۰۷۴۳	۴/۳۰۲۸	۰/۰۳۸۰

با اجرای ۵۰ تکرار با استفاده از روش الگوریتم علف‌های هرز برای دو سال قبل از وقوع ورشکستگی، نسبت های زیر به‌عنوان بهترین متغیرهای پیش‌بینی ورشکستگی انتخاب شدند:

X_1، نسبت پوشش بدهی، X_2، نسبت آنی، X_3، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام، X_4، نسبت بدهی و X_5، نسبت گردش حساب‌های دریافتنی می‌باشد.

جهت پیش‌بینی ورشکستگی برای دو سال قبل از وقوع ورشکستگی با قرار گرفتن ۵ متغیر فوق در معادله رگرسیون به‌عنوان متغیر مستقل و متغیر مجازی صفر و یک (صفر برای شرکت‌های غیرورشکسته و یک برای شرکت‌های ورشکسته) به‌عنوان متغیر وابسته، با استفاده از روش لجستیک مدل (۴)تخمین زده می‌شود:

مدل (۴)

$$\ln\left(\frac{\mathrm{p}}{1-\mathrm{p}}\right) = -5.1652X_1 - 0.3323X_2 - 0.0117X_3 + 3.3217X_4 - 0.1331X_5 - 0.7778$$

جدول۳: مدل پیش‌بینی ورشکستگی در دو سال قبل از وقوع ورشکستگی با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز

متغیرها	ضرایب B	خطای استاندارد	آماره Z	آماره والد	سطح معناداری
X1	-۵/۱۶۵۲	۲/۴۰۸۹	-۲/۱۴۴۲	۴/۵۹۷۷	۰/۰۳۲۰
X2	-۰/۳۳۲۳	۰/۱۵۴۲	-۲/۱۵۵۶	۴/۶۴۶۶	۰/۰۳۱۱
X3	-۰/۰۱۱۷	۰/۰۰۵۸	-۲/۰۲۲۳	۴/۰۹۳۶	۰/۰۴۳۰
X4	۳/۳۲۱۷	۱/۵۴۱۵	۲/۱۵۴۹	۴/۶۴۳۶	۰/۰۳۱۲
X5	-۰/۱۳۳۱	۰/۰۶۱۵	-۲/۱۶۴۰	۴/۶۸۲۹	۰/۰۳۰۵

همان‌طور که در جدول۳مشاهده می‌شود، مقدارP-Value متناظر با هر پنج متغیر از ۰۵/ کوچک‌تر است، لذا می‌توان از هر پنج نسبت مالی برای دو گروه ورشکسته وغیرورشکسته به‌عنوان متغیرهای مستقل در برآورد وضعیت شرکت‌ها استفاده نمود.

آزمون سوال دوم و سوم

با توجه به یافته‌های پژوهش مشاهده می‌شود که، مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز قادر است در سال مبنا شرکت‌های ورشکسته و سالم را به ترتیب، ۹۸/۲۱ و ۹۶/۴۲ درصد و به طور کلی با دقت ۹۷/۳۲ درصد درست پیش‌بینی کند، درحالی‌که مدل Z' آلتمن شرکت‌های ورشکسته وغیر ورشکسته را به ترتیب، ۹۶/۴۲ و ۱۲/۵ درصد و به طور کلی ۵۴/۴۶ درصد درست پیش‌بینی می‌کند و این یافته حاکی از آن است که مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز از دقت بیش‌تری نسبت به مدل Z' آلتمن برخوردار است. هم‌چنین با توجه به نوع متغیر وابسته و اهمیت بالاتر صحت پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته از شرکت‌های غیر ورشکسته، در این پژوهش کم بودن خطای نوع اول اولویت دارد. با توجه به نتایج مندرج در جدول۵، مشاهده می‌شود که درصد خطای نوع اول برای مدل ارائه‌شده با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز برابر ۱/۷۹ درصد است، درحالی‌که درصد مزبور برای مدل Z' آلتمن در سال مبنا برابر با ۳/۵۸ درصد است. از طرفی خطای نوع دوم برای مدل ارائه‌شده با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز برابر ۳/۵۸ است هرچند درصد مزبور برای مدل Z' آلتمن در سال مبنا برابر ۸۷/۵ درصد است که این نتیجه حاکی از آن است که مدل Z' آلتمن قدرت تعیین وضعیت شرکت‌های غیرورشکسته را ندارد. بنابراین، با توجه به کم‌تر بودن خطای نوع اول و خطای نوع دوم در سال مبنا، مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز از قابلیت بالاتری برای پیش‌بینی ورشکستگی برخوردار است. هم‌چنین با توجه به نتایج به‌دست آمده طبق جدول۴ و ۵، برای یک سال قبل از وقوع ورشکستگی، و دوسال قبل ورشکستگی نیز مشاهده می‌شود که هم‌چنان مدل مبتنی بر الگوریتم فراابتکاری در مقایسه با مدل Z' آلتمن در دقت پیش‌بینی‌کنندگی پیشتاز است.

جدول۴: تعداد و درصد صحیح پیش بینی ورشکستگی به‌وسیله الگوریتم علف‌های هرز و مدل Z' آلتمن

الف: سال وقوع ورشکستگی				
نوع شرکت	نتایج بر اساس الگوریتم علف‌های هرز		نتایج بر اساس مدل آلتمن Z'	
	درصد موفقیت	دقت کلی مدل	درصد موفقیت	دقت کلی مدل
شرکت‌های ورشکسته	٪۹۸/۲۱	٪۹۷/۳۲	٪۹۶/۴۲	٪۵۴/۴۶
شرکت‌های غیرورشکسته	٪۹۶/۴۲		٪۱۲/۵	

ب: یک سال قبل از وقوع ورشکستگی				
نوع شرکت	نتایج بر اساس الگوریتم علف‌های هرز		نتایج بر اساس مدل Z' آلتمن	
	درصد موفقیت	دقت کلی مدل	درصد موفقیت	دقت کلی مدل
شرکت‌های ورشکسته	٪۸۹/۲۸	٪۸۹/۲۸	٪۸۵/۷۱	٪۴۸/۲۰
شرکت‌های غیرورشکسته	٪۸۹/۲۸		٪۱۰/۷۱	

ج: دو سال قبل از ورشکستگی				
نوع شرکت	نتایج بر اساس الگوریتم علف‌های هرز		نتایج بر اساس مدل Z' آلتمن	
	درصد موفقیت	دقت کلی مدل	درصد موفقیت	دقت کلی مدل
شرکت‌های ورشکسته	٪۷۵	٪۷۴/۱۰	٪۵۳/۵۷	٪۳۲/۱۴
شرکت‌های غیرورشکسته	٪۷۳/۲۱		٪۱۰/۷۱	

جدول۵: درصد خطای نوع اول و دوم پیش‌بینی ورشکستگی به‌وسیله الگوریتم علف‌های هرز و مدل Z' آلتمن

سال وقوع ورشکستگی	نتایج بر اساس مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز	
	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
سال مبنا	٪۱/۷۹	٪۳/۵۸
یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی	٪۱۰/۷۲	٪۱۰/۷۲
دو سال قبل از وقوع ورشکستگی	٪۲۵	٪۲۶/۷۹
سال وقوع ورشکستگی	نتایج طبقه‌بندی نمونه‌ها بر اساس مدل Z' آلتمن	
	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
سال مبنا	٪۳/۵۸	٪۸۷/۵
یک‌سال قبل از وقوع ورشکستگی	٪۱۴/۲۹	٪۸۹/۲۹
دو سال قبل از وقوع ورشکستگی	٪۴۶/۴۳	٪۸۹/۲۹

نتیجه‌گیری

اطلاعات حسابداری یکی از غنی‌ترین منابع اطلاعات در محدوده تصمیم‌گیری اقتصادی هستند. ناتوانی در تشخیص شرکت‌های ورشکسته از شرکت‌های غیر ورشکسته، اثرات اقتصادی و اجتماعی نامطلوبی در بر داشته است. بنابراین طراحی و ارائه یک مدل برای پیش‌بینی شرایط مالی شرکت‌ها می‌تواند توسعه اقتصادی را افزایش داده و باعث تخصیص مناسب منابع در کشورهای در حال توسعه شود[۱۴].با توجه به نتایج به‌دست آمده طبق جداول۴ و۵، برای سال مبنا و یک و دو سال قبل از وقوع ورشکستگی، مشاهده می‌شود که، مدل‌های مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرزاز قابلیت بالایی برخوردار بوده و می‌تواند وقوع ورشکستگی را در شرکت‌های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران به نحو مطلوب پیش‌بینی نمایند. لذا، مدل‌های مزبور ابزاری مناسب برای پیش‌بینی ورشکستگی محسوب می‌شوند.هم‌چنین یکی از یافته‌های پژوهش این است که مدل های مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز در مقایسه با مدل Z' آلتمن در دقت پیش‌بینی‌کنندگی پیشتاز است. یکی از نتایج این پژوهش، کاربرد الگوریتم‌های فراابتکاری در پیش‌بینی ورشکستگی است که این نتیجه با نتایج پژوهش خدادادی و همکاران[۱۶] ، گوردینی[۱۲] همسو است که به بررسی کاربرد الگوریتم فراابتکاری ژنتیک و مورچگان در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها پرداختند. با توجه به نتایج حاصل به سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود جهت ارزیابی شرکت‌های ایرانی و تصمیم‌گیری در رابطه با خرید و جلوگیری از به هدر رفتن سرمایه خود، نظر به دقت بالای مدل مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در مقایسه با مدل سنتی Z' آلتمن، وضعیت مالی شرکت‌ها را ارزیابی و سپس سرمایه خود را در شرکت‌های ورشکسته سرمایه‌گذاری نکنند.

فهرست منابع

۱. سعیدی، علی و آرزو آقایی (۱۳۸۸). "پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز"، **بررسی‌های حسابداری و حسابرسی**، شماره ۵۶، تابستان، ص‌ص. ۷۸-۵۹.

۲. قاسمی، حمیدرضا و امیرعباس نجفی (۱۳۹۰). "ارائه الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز جهت حل مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری"، **مجموعه مقالات در هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع**، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

۳. قدیری‌مقدم، ابوالفضل؛ غلامپورفرد، محمدمسعود و فرزانه نصیرزاده (۱۳۸۸). "بررسی توانایی مدل های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و اهلسون در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار"، **مجله دانش و توسعه**، شماره ۲۸، پاییز، ص‌ص. ۲۲۰-۱۹۳.

۴. نمازی، محمد و شکراله خواجوی (۱۳۸۳). "سودمندی متغیرهای حسابداری در پیش‌بینی ریسک سیستماتیک شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران"، **بررسی‌های حسابداری و حسابرسی**، شماره ۳۸، ص‌ص. ۱۳۰-۹۳.

۵. ودیعی،محمدحسین و سید حسین میراسماعیلی.(۱۳۹۱)."پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از مدل‌هایتحلیل لوجیت اهلسون و تحلیل ممیز چندگانه فولمر و مقایسه آنها" **تحقیقات حسابداری و حسابرسی**، شماره ۱۳، فصل بهار، انجمن حسابداری ایران.

6. Altman, E. I. (1968). "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy", **Journal of Finance**, Vol. 23, No. 4, pp. 589-609.
7. Altman, E. I. (2000). "Predicting Financial Distress of Companies: Revisiting the z-score and Zeta® models", **New York University WorkingPape**r,Availableathttp://pages.stern.nyu.edu/~ealtman/PredFnclDistr.pdf. [22 April 2014].
8. Cao, Y.; Wan, G.; and F. Wang (2001). "Predicting Financial Distress of Chinese Listed Companies Using Rough Set Theory and Support Vector Machine". **Asia-Pacific Journal of 8**
9. Gitman, L. G. (1996). " Principle of Managerial Finance", New York: **Happer ciliins College**.
10. Gitman, L. G. (1996). " Principle of Managerial Finance", New York: **Happer ciliins Colleg**e.
11. Gordan, M. J. (1971). "Towards theory of Financial Distress", **The Journal of Finance**, pp. 74-56.
12. Gordini, N. (2014). "A Genietic Algorithm Approach for SMES Bankruptcy Prediction: Emprical Evidence From Italy", **Expert System With Applications-An International Journal**.

13. Hajnoori, A.; Amiri M.; and A. Alimi. (2013).“ Forecasting Stock Price Using Grey-Fuzzy Technique And Portfolio Optimization By Invasive Weed Optimization Algorithm”, **Decision Science Letters**, 2, pp. 175–184
14. Karami1,GH ., Attaran1,N Hosseini1,SM.,& Hossein,SM.(2012). Bankruptcy Prediction, Accounting Variables and Economic Development: Empirical Evidence from Iran. **International Business Research**,8, 147-152.
15. Keats, B. W.; and J. S. Barcker (1998). “Towarda Thory of Small Firm Performance: Aconceptual Model”, **American Journal of Small Business**, 12 (Summer), pp. 41-58.
16. Khoddadi, V.; Zondiniean, A.; and M. Nouri (2010). “Application of Ants Colony System for Bankruptcy Prediction of Companies LIS the in Tehran Stoch Exhange”, **Business Intelligence Journal**, Vol. 3, No. 2, pp. 89-100.
17. Lang, L.; and R. Stultz (1992). “Contagion and Competitive Intra-Industry Effects of Bankruptcy Announcements: An Empirical Analysis,” **Journal of Financial Economics**, Vol. 32, No. 1, pp. 45-60.
18. Mehrabian A. R.; and C. Lucas (2006). “A Novel Numerical Optimization Algorithm Inspired From Weed Colonization”, **Ecological informatics**, Vol. No4, pp. 355-366.
19. Weston J. F.; and E. T. Copeland (1992). **Managerial Finance**. Dryden Press, 9th ed

سایت رسمی www.iaaaar.com

تلفکس ۴۴۸۴۴۷۰۵-۴۴۸۴۴۹۷۵

پست الکترونیک iranianiaa@yahoo.com

سایت انجمن حسابداری ایران www.iranianaa.com

Accounting & Auditing Studies, Autumn 2019, No. 43. pp. 41-54

Providing Optimal Model to Predict Bankruptcy Using Invasive Weed Algorithm and Evaluating it's Efficiency Compared to Altmen's Z' Model

Mohammad Hossein Setayesh (PhD)[1]
professor of Accounting Shiraz university, Iran

Masoumeh Aznab©
Master of Accounting shiraz university, Iran

(Received: 24 September 2017; Accepted: 30 January 2018)

Bankruptcy prediction is a topic which affects all countries economic well being. It is vital for all firms to have an accurate model to predict the bankruptcy by default which can pick up the signs of financial distress on time. Therefore, they need a prediction model which can easily recognize the bankruptcy symptoms. For this purpose, this research provides an optimal model to predict bankruptcy by using invasive weed optimization algorithm. The research sample consists of 112 bankrupt and healthy firms, during 2002 to 2012 in accordance with their size and industry type. To evaluate the efficiency of the model invasive weed algorithm-based compared to Altman's Z' model, the forenamed models accuracies were evaluated on appropriate prediction of companies' bankruptcy. The total accuracy of bankruptcy models based invasive weed algorithm and Altman's Z' model equal to 97/32%, 54/46% in the event year, 89/28%, and 48/21% in the year prior to event year, and 74/10% and 32/14% in two years prior to the event year, respectively. The results indicate that the model based on invasive weed algorithm can predict the firms' bankruptcy by higher accuracy in comparison with Altman's z' model.

Keywords: Prediction, Bankruptcy, Invasive Weed Algorithm, Altman's z'Model.

[1] setayesh@shirazu.ac

[2] m.aznab@yahoo.com ©(Corresponding Author)