

# مقایسه الگوریتم مورچگان با روش های تحلیل تمایزی چندگانه و لوجیت در پیش بینی درماندگی مالی

دکتر فرزین رضایی

استادیار حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد قزوین

بابک نژاد تولمی

دانشجوی دکتری تخصصی حسابداری - مدرس دانشگاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۶ ، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۲۱

## چکیده

در این تحقیق، مدل الگوریتم مورچگان<sup>۱</sup> با دو مدل پارامتریک تحلیل تمایزی چندگانه<sup>۲</sup> و لوجیت<sup>۳</sup> برای پیش بینی درماندگی مالی مقایسه شده است، ضمن آنکه از مدل ها برای داده کاوی<sup>۴</sup> متغیرهای برتر در پیش بینی درماندگی مالی استفاده شده است و داده های ۱۳۰ شرکت در بین سالهای ۸۴ تا ۸۹ در قالب دو آزمایش بکار گرفته شد.

آزمایش اول مبتنی می باشد بر ۱۳۰ سال - شرکت از طول دوره تحقیق، مشتمل بر ۴۰ سال - شرکت درمانده مشمول ماده ۱۴۱ و ۹۰ سال - شرکت غیردرمانده که مشمول ماده ۱۴۱ نبوده اند.

از بررسی های این آزمایش بر پایه ۱۵ متغیر با داده کاوی هر سه روش تحقیق، متغیرهای برتر مدل ها بدست آمد که عبارتند از سود قبل از هزینه مالی و مالیات به کل دارایی ها و نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها.

بر اساس متغیرهای برتر آزمایش اول، به آزمون دوم پرداخته شد که مبتنی بر نمونه ای بوده است مشتمل بر همه شرکت های آزمایش اول در همه سالهای دوره تحقیق که در بورس حضور داشتند و شامل ۷۱۸ سال - شرکت می شدند.

درصد موفقیت پیش بینی درماندگی مالی برای الگوریتم مورچگان ۹۶٫۹۴٪ (درمانده: ۹۵٫۲۱٪، غیردرمانده: ۹۷٫۳۸٪)، برای تحلیل تمایزی چندگانه ۹۵٫۸۲٪ (درمانده: ۸۲٫۸۸٪، غیردرمانده: ۹۹٫۱۳٪) و برای لوجیت ۹۷٫۰۸٪ (درمانده: ۸۸٫۳۶٪، غیردرمانده: ۹۹٫۳۰٪) بدست آمده است.

نتایج نشان می دهد که در سطح ۵٪ اهمیت، مدل مورچگان برتر از تحلیل تمایزی می باشد و در سطح ۹٪، برتر از لوجیت می باشد.

<sup>۱</sup>ACA(Ant Colony Algorithm)

<sup>۲</sup>MDA(Multiple discriminant analysis)

<sup>۳</sup>Logit

<sup>۴</sup>Data mining

واژه های کلیدی: داده کاوی، پیش بینی درماندگی مالی، الگوریتم مورچگان، تحلیل تمایزی چندگانه، لوجیت

## ۱. مقدمه

در نگرش های نوین به شرکت همچون یک واحد اجتماعی-اقتصادی، شرکت ها دارای کارکردهای پررنگ در عرصه های غیر اقتصادی نیز هستند، همچون بازار کار و ظرفیت اشتغال، محیط زیست و حفظ یا تخریب آن، نسل ها و انتقال بدهی یا سرمایه به آنان و بسیاری از موارد حیاتی برای جامعه. بنابراین با توجه به پیامدهای غیر اقتصادی اساسی شرکت ها و کلاً فعالیتهای اقتصادی، درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت ها و یا سلامت و کارایی آنها بر شاخص های اقتصادی اجتماعی چه در سطح کلان و چه سطح خرد تاثیر پراهمیتی دارد. بدنبال این تاثیرات، طبعاً پیش بینی این وضعیتها می تواند در ایجاد آگاهی برای برخورد متناسب با وضعیت احتمالی آتی کمک شایانی نماید. این برخورد عمدتاً از دو جهت است: از جهت سرمایه های مادی و انسانی سرمایه گذاران بالفعل در این واحدها و همچنین تصمیمات سرمایه گذاران بالقوه تا تصمیمات حاکمیت نسبت به این واحدها.

در راستای پیش بینی درماندگی، مدل های گوناگونی مطرح شده اند که قابلیت ها و محدودیت هایی دارند. از جمله روش های اولیه که هنوز کارا می باشند، می توان به روش های پارامتریک اشاره نمود، مانند تحلیل تمایزی چندگانه، لوجیت و پراپیت و غیره که ضمن سادگی نسبی، دارای محدودیت هایی چون نرمال بودن، خطی بودن متغیرها، عدم همبستگی متغیرها و غیره می باشند و مدل های ناپارامتریک، مانند طبقه بندی بازگشتی، روش های فازی، شبکه های عصبی مصنوعی<sup>۵</sup>، الگوریتم ژنتیک<sup>۶</sup>، الگوریتم مورچگان و غیره. این روش ها محدودیت های مدل های پارامتریک را ندارند و از طرف دیگر دارای انطباق پذیری بیشتر با شرایط واقعی و توان یادگیری از شرایط نیز می باشند. در این تحقیق دو مدل پارامتریک تحلیل تمایزی و لوجیت با مدل ناپارامتریک الگوریتم کلونی مورچگان در جهت پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها مورد مقایسه قرار می گیرند.

## ۲. مبانی نظری پژوهش

### ۲-۱) تعاریف درماندگی مالی

طبق تحقیق اوچاوا [۱۴]، تعاریف مالی درماندگی مالی در سه دسته قابل طبقه بندی هستند:

تعریف رویداد محور: ناتوانی در ایفای تعهدات در سررسید مانند تعریف بیور

تعریف فرایند محور: کاهش سودآوری که منجر به ناتوانی در ایفای تعهدات شود، مانند تعریف گوردون

تعریف تکنیکی: کاهش جریانهای نقدی در برابر هزینه های مالی بدهی های بلند مدت مانند تعریف ویتاکر و مدل های پیش بینی درماندگی مالی

<sup>۵</sup>ANN  
<sup>۶</sup>GA

## ۲-۲) مراحل درماندگی

طبق تحقیق نیوتن [۱۳] مراحل درماندگی عبارت است از: ناتوانی پنهان، کسری نقد، ناتوانی نسبی ایفای تعهد، ناتوانی کامل و ورشکستگی.

## ۳-۲) ملاک های درماندگی مالی

۲-۳-۱) ملاک مالی

- مدل زیگلر [۶]: آستانه ورشکستگی برابر است با  
(نصف واریانس دارایی ها + نرخ بازده بدون ریسک) /  $(1-T) \times$  نرخ تامین مالی  $\times$  کل بدهی]  
و اگر آستانه  $>$  قیمت سهام، شرکت ورشکسته است.
- مدل توبین: برای شرکتهای ناموفق:  $1 >$  توبین ساده  
توبین ساده = ارزش کل دارایی / (ارزش جاری سهام + ارزش دفتری بدهی)

۲-۳-۲) ملاک حقوقی

در ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران، شرکت ها را با زیان انباشته بیشتر از نصف سرمایه اولیه، برای بررسی وضعیت، دعوت به تشکیل مجمع فوق العاده می کند و در ادبیات نظری مالی ایران، معمولاً ملاک درماندگی مالی در نظر گرفته شده است.

## ۴-۲) چارچوب نظری درماندگی مالی

بر اساس تحقیق اوچاوا [۱۴]، چارچوب نظری را می توان در ۳ بخش مطرح نمود.

۴-۲-۱) پیش - درماندگی مالی<sup>۷</sup>: در سطح راهبردی شرکتهای می باشد و به دو مورد اشاره دارد که عبارتند از عدم پیش بینی واقع گرایانه آینده و عدم تغییر متناسب با دگرگونی های بیرونی که در این بخش شرکت توانا در ایفای تعهدات است و غیر درمانده می باشد.

۴-۲-۲) درماندگی مالی: در سطح عملیاتی است، شامل نقصان عملکرد<sup>۸</sup>، شکست اقتصادی<sup>۹</sup>، ناتوانی در پرداخت دیون<sup>۱۰</sup> و واماندگی<sup>۱۱</sup> که در دو مورد اول این بخش، شرکت توانا در ایفای تعهدات است و از نظر سودآوری درمانده مالی است. در دو مورد دوم این بخش، شرکت ناتوان در ایفای تعهدات است و از نظر نقدینگی نیز درمانده مالی است.

۴-۲-۳) ورشکستگی<sup>۱۲</sup>: وضعیت تأیید شده قانونی واماندگی و استیصال شرکت

## ۵-۲) پیش بینی درماندگی مالی

اساس انواع مدل های پیش بینی بر پایه متغیرها (شاخص ها و نسبتها) است. متغیرهایی که قدرت تفکیک بهتر ورشکسته از غیر ورشکسته را دارند. ولی یکی از سئوالاتی که مطرح می شود

<sup>۷</sup>Early impairment

<sup>۸</sup>Deterioration of performance

<sup>۹</sup>Failure

<sup>۱۰</sup>Insolvency

<sup>۱۱</sup>Default

<sup>۱۲</sup>Bankruptcy

آنست که چه متغیرهایی برای پیش بینی، قدرت تفکیک و تشخیص بهتری دارد. متغیرهای متفاوتی بکار گرفته شده اند. متغیرهایی از داده های حسابداری یا بازار یا شاخصهای اقتصادی. با توجه به بررسی ادبیات موضوع دیده می شود که نسبتها، عمدتاً بر پایه صورتهای مالی ترانزنامه و سود زیان بوده است. در سالهای اخیر که جریانهای نقدی اهمیت یافته اند از نسبتهای مبتنی بر اقلام این صورت هم استفاده شده است. علاوه بر این چون اندازه شرکتها هم ممکن است بر دقت پیش بینی تاثیر گذار باشد، بنابراین پژوهشگران یا شرکتها را به دسته های کوچک و بزرگ تقسیم نموده اند یا متغیری برای اندازه شرکت بر حسب کل دارایی یا لگاریتم دارایی و غیره در مدل می آورند. یکی از سوالات پژوهش این است که کدام متغیرها، دقت پیش بینی کنندگی بیشتری دارد. بهمین جهت در این پژوهش چندین متغیر مطرح در تحقیقات از همه صورتهای و بعلاوه متغیری برای اندازه شرکت در آغاز مدنظر قرار می گیرد تا با آزمونهای آماری، متغیرهای برتر انتخاب شود. ولی سوال دیگری که مطرح می شود آنست که این متغیرها در قالب چه مدلی دقت تفکیک بیشتری دارند. مدلهای پارامتریک مانند تحلیل تمایزی چندگانه، لوجیت، پراییت و غیره یا مدلهای ناپارامتریک مانند تحلیل پوششی داده ها<sup>۱۳</sup>، شبکه های عصبی مصنوعی و یاروشها و الگوریتمهای ابتکاری مانند الگوریتم مورچگان و غیره. تحقیقات نشان داده که روشهای ناپارامتریک محدودیتهای روشهای پارامتریک مثل نرمال بودن داده ها و غیره را ندارند و از طرف دیگر دارای قدرت تشخیص بیشتر و خطای کمتری هستند. و بعلاوه این مدلها دارای امکان یاد گیری هستند تا قدرت تشخیص بهتری پیدا کنند.

## ۲-۶) الگوریتم مورچگان

در مورد مدل الگوریتم مورچگان که یکی از مدل های این تحقیق است، باید گفت که الگوریتم مورچگان اولین بار در سال ۱۹۹۲ توسط دوریگو [۱۱] مطرح شد بر پایه عمل مورچگان در ردیابی مسیر کوتاهتر برای یافتن غذا با توجه به ردی که مورچگان دیگر از طریق ماده ای به نام فرومون<sup>۱۴</sup> از خود بجا می گذارند. این ماده برای مدتی در مسیر باقی می ماند و کم کم بخار می شود. مورچگان با حس بویایی خود مسیری را که فرومون بیشتری دارد، نشان از احتمال بیشتر برای دستیابی به غذا می دانند. بنابراین میزان استقبال از یک مسیر به دو عامل بستگی دارد، یکی طول مسیر و دیگری تعداد مورچگان گذرنده از آن مسیر. هرچه طول کوتاهتر و مورچه ی گذرنده از یک مسیر بیشتر باشد، آن مسیر موفقیت بیشتری را بدنبال خواهد داشت. در پیاده سازی ریاضی الگوریتم، سه تابع نقش اساسی دارد، شامل:

۲-۶-۱) تابع هروستیک<sup>۱۵</sup> که وابسته به طول هر مسیر است.

$$n_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$$

<sup>۱۳</sup>DEA

<sup>۱۴</sup>Pheromone

<sup>۱۵</sup>Heuristic

رابطه بالا را پدیداری نیز گویند و نسبت عکس فاصله هر یال است و طبعاً برای هر مقدار ثابت فرمون، هر چقدر طول یال کوتاهتر باشد، چگالی آن بیشتر است.

۲-۶-۲) تابع فرمون که وابسته به ترشحات هر مورچه است.

$$\Delta \tau_{ij}^k(t, t+1) = Q/d_{ij}$$

$$\Delta \tau_{ij}(t, t+1) = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k(t, t+1)$$

در رابطه اول مقدار فرمون مورچه  $k$  بر روی یال  $d_{ij}$  محاسبه می شود و در رابطه دوم کل فرمون بر روی آن یال با گذر  $m$  مورچه

۲-۶-۳) تابع احتمال

$$\frac{\tau_{ij}^a \cdot \eta_{ij}^b}{\sum_{l \in C_i^k} \tau_{il}^a \cdot \eta_{il}^b}$$

این تابع احتمال انتخاب شهر بعدی را تعیین می کند و برای همه شهرهایی که مورچه  $k$  امکان گزینش از شهر  $i$  را دارد، محاسبه می شود. و بر اساس بیشترین مقدار برای این تابع از  $i$  به شهر منتخب بر اساس مقدار این تابع، حرکت ادامه می یابد.

۲-۶-۴) تابع بروزرسانی<sup>۲۳</sup>

پس از انتخاب شهر بعدی، و قبل از آغاز مرحله بعدی برای شناخت شهر بعدی ممکن بر مسیر، تابع فرمون بروز می شود، بابت تبخیر مقداری از فرمون که به مرور زمان رخ می دهد و برای پرهیز از همگرایی سریع در الگوریتم.

پروژه نگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

پروژه نگاه علوم انسانی

$\tau_{ij}(t+1) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij}$

رابطه بالا مقدار فرمون را در زمان  $t+1$  محاسبه می کند. این رابطه از دو جزء تشکیل یافته است.

$$1. \Delta \tau_{ij}$$

این بخش مقدار کل فرمون ترشح شده در فاصله  $(t, t+1)$  را شامل می شود.

$$2. (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t)$$

از آنجا که به مرور زمان بخشی از فرومون بخار<sup>۱۶</sup> می شود، بنابراین این بخش از رابطه، مقدار فرومون زمان  $t$  را با ضریب  $(1-p)$  بروز می کند. و بنابراین کل رابطه، خالص مقدار فرومون را در زمان  $t+1$  محاسبه می کند.

اما این الگوریتم و توابع تعریف شده ریاضی آن چه ارتباطی به پیش بینی ورشکستگی دارد؟

## ۷-۲) کاربرد الگوریتم مورچگان در پیش بینی درماندگی مالی

کاربرد الگوریتم مورچگان در پیش بینی درماندگی مالی، اولین بار توسط میلی [۱۲] مطرح شده است. این روش نیز همچون سایر روش های پیش بینی، متکی بر نسبت ها و شاخص های مالی است. در مدل های آماری از ترکیب موزون چند شاخص یک عدد بحرانی بدست می آید که ملاک تفکیک درمانده از غیر آن خواهد بود. در این روش دامنه هر شاخص (تفاوت ماکزیمم و مینیمم) به چند فاصله کوچکتر تقسیم می شود و هر فاصله از هر شاخص با فواصل دیگر شاخص ها در ترکیباتی دوگانه تا چندگانه مورد بررسی قرار می گیرد و قواعد بالقوه بر پایه توابع احتمالات مبتنی بر تشخیص های درست هر ترکیب ایجاد می شود. قواعدی که بیان می دارد اگر متغیر اول در فاصله  $[a,b]$  و متغیر دوم در فاصله  $[c,d]$  و سایر فواصل سایر متغیرها باشد، شرکت غیر درمانده یا درمانده است. یعنی با ایجاد مجموعه ای از قواعد منطقی شرکت ها برای پیش بینی درماندگی، دسته بندی می شوند که در واقع با داده کاوی مواجه هستیم. در بهینه یابی، به هر ترکیب از ابتدای داده کاوی فواصلی از تغییری اضافه می شود که توان پیش بینی را افزایش دهد و در پایان، الگوریتم بهترین متغیرها و فواصل را معرفی می کند. و البته تعداد قواعد ایجاد شده منحصر بفرد نیست و با توجه به پراکندگی داده ها، قواعد افزایش می یابد و همچنین از توان مدل کاسته می شود. و همانند روش های پارامتریک باید دنبال عدد بحرانی هر شاخص بود تا با روابط  $>$  یا  $<$  به قواعد کمتر رسید.

### ❖ گام ها

۱. تعیین شاخص هایی برای پیش بینی درماندگی ( $k$  شاخص)

۲. تعیین اعداد بحرانی بالقوه برای هر شاخص ( $a_{ij}$ )

۱,۲. تعیین فاصله مناسب برای گسست های آن شاخص

۲,۲. تقسیم تفاوت ماکزیمم و مینیمم هر شاخص بر فاصله آن شاخص

۳,۲. ایجاد ماتریسی از اعداد بحرانی بالقوه

$a_{11} \dots a_{12} \dots \dots \dots a_{1m}$

$a_{21} \dots a_{22} \dots \dots \dots a_{2m}$

$a_{k1} \dots a_{k2} \dots \dots \dots a_{km}$

۳. مسیر حرکت: از هر عدد بحرانی هر شاخص به اعداد بحرانی شاخص بعدی در ترکیبهای دوگانه تا

چندگانه با توابع الگوریتم

تابع برازندگی: تعداد تشخیص درست یا نسبت تشخیص درست

تابع فرومون ( $\tau = FIT$ ): مقدار تابع برازندگی برای همه متغیرهای ترکیب مورد بررسی

<sup>۱۶</sup>Evaporate

$$FIT_{Rk} = B_{Rk}^+ + NB_{Rk}^+$$

در مرحله دو به بعد، این تابع بروز رسانی می شود و در تابع احتمال مورد استفاده قرار می گیرد.

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-\rho).\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}$$

**تابع ابتکاری ( $\eta=D$ ):** مقدار تابع برازندگی برای دو متغیر آخر هر ترکیب مورد بررسی

$$D_{Cim,Cjn} = B_{Cim,Cjn}^+ + NB_{Cim,Cjn}^+$$

### تابع احتمال

$$\frac{\tau_{ij}^a \cdot \eta_{ij}^b}{\sum_{l \in C_i^k} \tau_{il}^a \cdot \eta_{il}^b}$$

❖ هدف

دستیابی به تابع تشخیص مانند ترکیب زیر با حداکثر مقدار برای تابع برازندگی

اگر  $x_{1,i} < a_{1,j}$  و  $x_{2,i} < a_{2,j}$  و ...  $x_{k,i} < a_{k,j}$  آنگاه در مانده

i: ۱.....n؛ تعداد شرکت های مورد بررسی الگوریتم

j: ۱.....m؛ تعداد اعداد بحرانی بالقوه

قابل ذکر است که الزام به وجود یک عدد بحرانی برای هر متغیر در تابع تشخیص و یا وجود اعداد بحرانی فقط برای متغیرهای منتج از بهینه کاوی مدل مورچگان، دو روش اجرای الگوریتم می باشد که روش اخیر، روش خاص این تحقیق بوده است.

### ۳. پیشینه پژوهش

در زمینه مدل های پیش بینی بر طبق تحقیق عزیز و دار [۹]، سه طبقه از هم قابل باز شناسی است، شامل مدل های نظری، مدل های پارامتریک و مدل های ناپارامتریک.

۱-۳) مدل های نظری، مانند مدیریت جریان نقد، که تراز منفی جریان های نقدی را بحران ساز می داند و یا مدل تحلیل ترازنامه که بیان می دارد، عدم توازن ساختار ترازنامه می تواند رهنمونی بطرف بحران باشد.

۲-۳) در مورد مدل های پارامتریک بر طبق تحقیق جامع بلواری و همکاران [۱۰] مدل های پیش بینی به دو دوره قابل تقسیم است. دوره از ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۵ و از ۱۹۶۶ تا کنون. در دوره اول تمرکز بر تک متغیرها بود، مانند تحقیق فیتز پاتریک (۱۹۳۲) که دو متغیر ارزش ویژه به بدهی و سود خالص به کل دارایی را برتر می دانست، مروین (۱۹۴۲) که سرمایه در گردش به دارایی،



ارزش ویژه به بدهی و نسبت جاری را برتر می دانست و ژکندوف (۱۹۶۲) که سرمایه در گردش به دارایی و نسبت جاری را برتر می دانست. در دوره بعد عمدتاً به ترکیب متغیرها توجه شد در قالب رگرسیون خطی مانند آلتمن (۱۹۶۸)، اسپرینگیت (۱۹۷۸)، فالمر (۱۹۸۴)، شیراتا (۱۹۸۸) و غیره و مدل‌های تابع احتمال شرطی در دو ساختار لوجیت با تابع نمایی، مانند تحقیق مارتین (۱۹۷۷)، اهلسون (۱۹۸۰) و زاوگرن (۱۹۸۴) و ساختار پراییت با تابع تجمعی انتگرالی، مانند زمیسکی (۱۹۸۴). و البته مدل‌های پارامتریک دیگری چون روش مجموع تجمعی یا طبقه بندی بازگشتی نیز قابل ذکر است که تحقیقات اندکی را شامل می شوند. باید افزود که در همین دوره هم از مشهورترین تحقیقات تک متغیری صورت گرفته است که مربوط است به بیور (۱۹۶۶) که سود خالص به بدهی و سود خالص به فروش را با توان تفکیک بالای ۹۰٪ می دانست. طبق تحقیقات بلواری و همکاران در ۲۰۰۷، مدل‌های تحلیل تمایزی از دهه ۷۰ میلادی و لوجیت و پراییت از دهه ۸۰ میلادی و شبکه عصبی مصنوعی از دهه ۹۰ مطرح شدند. که عمده روش‌های کنونی، رگرسیون خطی، لوجیت و روش‌های ناپارامتریک می باشد. از نکات قابل ذکر دیگر برپایه بلواری (۲۰۰۷) آن است که مدل‌ها از تک متغیری تا ۵۷ متغیری بوده اند و مدل‌های با ۱۰۰ درصد تفکیک سازی، از ۲ تا ۲۱ متغیر داشته اند و از هر دو نوع مدل پارامتریک و ناپارامتریک بوده اند.

۳-۳. از مدل‌های ناپارامتریک می توان از ژنتیک فازی<sup>۱۷</sup>، نوروفازی<sup>۱۸</sup>، نوروفازی ژنتیک<sup>۱۹</sup> و سیستم ایمنی مصنوعی<sup>۲۰</sup> و الگوریتم مورچگان یاد کرد. دو تحقیق در مورد الگوریتم مورچگان که موضوع این مقاله است، عبارتند از:

۳-۳-۱ میلی [۱۲] با تابع تشخیص "ترکیب عطفی چند گزاره با عملگر کوچکتر" و با ملاک "تعداد تشخیص درست" در توابع الگوریتم و ۵ متغیر آلتمن (۱۹۶۸) در آزمایش اول مبتنی بر کل داده‌ها و در آزمایش دوم مبتنی بر گروه آموزشی و کنترل به ترتیب به موفقیت ۸۶٫۳٪، ۸۶٫۹٪ و ۸۰٫۵٪ نایل شد که در مقایسه با اجرا با مدل رگرسیون خطی با موفقیت‌های ۸۰٪، ۷۷٫۱٪ و ۷۰٪ نتایج بهتری بوده است.

۳-۳-۲ ونگ [۱۵] با تابع تشخیص "ترکیب عطفی چند گزاره با عملگر حدود بین ماکزیمم و مینیمم" و با ملاک "نسبت تشخیص درست" در توابع الگوریتم و ۵ متغیر درآمد خالص به حقوق صاحبان سهام، نسبت آنی، سود و زیان انباشته به کل دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام به دارایی‌ها و هزینه‌های مالی به فروش کل با داده کاوی بر اساس آزمون آماری  $t$  و تابع بروزرسانی]  $T(t+1) = (1-p) \cdot [T(t) + \Delta]$  (برای بهترین مسیر هر دور:  $Q = \Delta$  و بقیه مسیرهای آن دور  $\Delta = 0$ )، در گروه آموزشی و کنترل به موفقیت ۷۹٫۱٪ و ۷۶٫۳٪ نایل شد.

<sup>۱۷</sup>GF  
<sup>۱۸</sup>FNN  
<sup>۱۹</sup>GFNN  
<sup>۲۰</sup>AIS



در تحقیقات داخلی نیز با روش های گوناگون به پیش بینی درماندگی پرداخته شده است، از جمله تحقیق راعی و فلاح پور [۴] با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و موفقیت ۹۳,۷۵٪، دستگیر، سجادی و مقدم [۳] با روش لوجیت و موفقیت ۹۵٪، پیرایش، منصوری و امجدیان [۲] با روش لوجیت و موفقیت ۹۳,۷۵، موسوی و طبرستانی [۸] با روش تحلیل پوششی داده ها و موفقیت ۷۸,۹۵ و رگرسیون خطی با امتیاز کارایی و موفقیت ۸۶,۶۵، پورحیدری و کوپایی [۱] با روش رگرسیون خطی و موفقیت ۹۵٪، فدایی نژاد و اسکندری [۶] با روش الگوریتم پراکنندگی ذرات تجمعی و ملاک درماندگی مالی زیگنر با موفقیت ۹۲,۶٪، فیروزیان، جاوید و نجم الدینی [۷] با روش ژنتیک و موفقیت ۹۵,۵٪ و طالب قصابی و عینی پور [۵] با روش ژنتیک فازی و موفقیت ۸۶,۸۷۵٪

#### ۴. فرضیه های پژوهش

۴-۱) دقت پیش بینی درماندگی مالی با الگوریتم مورچگان از روش تحلیل تمایزی چندگانه بیشتر است.

۴-۲) دقت پیش بینی درماندگی مالی با الگوریتم مورچگان از روش لوجیت بیشتر است.

#### ۵. جامعه و نمونه آماری

۵-۱) جامعه تحقیق شرکت های بوری هستند که دارای شرایط زیر بودند:

- داده های مالی خود را منتشر نموده اند و این داده ها در سامانه های [rdis.ir](http://rdis.ir) موجود هستند.
- تغییر سال مالی نداشته اند.
- جزء شرکت های سرمایه گذاری، لیزینگ، بانکها و بیمه نبوده اند.

۵-۲) نمونه تحقیق

نمونه تحقیق ۱۳۰ شرکت از جامعه در بین سالهای ۸۴-۸۹ بوده اند که در زیر تشریح می گردند.

۵-۲-۱) نمونه های آزمایش اول (آموزشی و کنترل)

این نمونه مشتمل بر ۱۳۰ سال- شرکت است که مبنای انتخاب متغیرهای برتر در هر سه مدل بوده اند، شامل دو گروه نمونه آموزشی و نمونه کنترل که هر نمونه شامل دو بخش شرکت های درمانده و غیردرمانده می باشد.

۵-۲-۱-۱) شرکت های درمانده

شرکت هایی که مشمول ماده ۱۴۱ بودند که شامل ۴۰ شرکت از ۶ سال می شوند و بطور تصادفی ۲۰ سال - شرکت در نمونه آزمایشی و ۲۰ تای دیگر در نمونه کنترل قرار گرفت.

۵-۲-۱-۲) شرکت های غیردرمانده

شرکت هایی که مشمول ماده ۱۴۱ نبودند و به نسبت ۳۰ درصد درمانده و ۷۰ درصد غیردرمانده، ۹۰ شرکت انتخاب شدند و بطور تصادفی در دو نمونه آموزشی و کنترل به تعداد ۴۵ سال - شرکت در هر نمونه قرار گرفتند.

بنابراین هریک از نمونه های آموزشی و کنترل شامل ۶۵ سال - شرکت می شوند.

۵-۲-۲) نمونه آزمایش دوم

این نمونه شامل تمام ۱۳۰ شرکت برای همه ۶ سال می شود که باید مشتمل بر ۷۸۰ سال- شرکت می شد، ولی بدلیل خروج بسیاری از شرکت های در مانده پس از چند سال از اولین سال مشمولیت ماده ۱۴۱، و ورود بعضی شرکتها در بین سالها دوره تحقیق، تعداد ۷۱۸ سال- شرکت در این نمونه قرار گرفته است که مدل های استخراجی مبتنی بر نمونه آموزشی برای آن اعمال شد تا دقت مدل ها در طیفی حداکثری از سال- شرکت ها، مورد آزمون قرار گیرد. در این آزمایش ملاک قانونی تفکیک، مشمولیت یا عدم مشمولیت ۱۴۱ در همان سال گزارشگری است.

## ۶. ابزارها و روش های گردآوری و تجزیه تحلیل داده ها

داده های این تحقیق بر اساس صورت های مالی منتشر شده از طریق سایت [rdis.ir](http://rdis.ir)، سامانه بانک اطلاعاتی کتابخانه بورس و نرم افزار رهاورد نوین با تطبیق با صورت های منتشره، گردآوری گردیده است. و برای اجرای مدل های پارامتریک پس از چیدمان داده ها در Excel، از نرم افزار اقتصادسنجی Eviews و برای اجرای مدل مورچگان از نرم افزار Weka استفاده شد.

## ۷. متغیرها و اجرای پژوهش

۷-۱) متغیرهای تحقیق

در این تحقیق با توجه به ادبیات نظری موضوع در ایران و خارج از ایران، ۱۵ متغیر بعنوان متغیرهای اولیه در نظر گرفته شد. بسیاری از متغیرها از متغیرهای کلاسیک در پیش بینی ورشکستگی می باشند با کاربرد فراوان و بعضی بر اساس بازخورد در تحقیقات داخلی و اهمیت جریان های نقدی و دو متغیر برای اندازه شرکت انتخاب شده است.

### جدول ۱ - متغیرهای تحقیق

نماد	تعداد کاربرد در پیش بینی در ماندگی تا ۲۰۰۷ (بلواری، ۲۰۰۷)	متغیرهای کلاسیک
CACL	۵۱	نسبت جاری: دارایی جاری به بدهی جاری
WCA	۴۵	سرمایه در گردش به کل دارایی ها
REA	۴۲	سود انباشته به کل دارایی ها
EBITA	۳۵	سود قبل بهره (هزینه مالی) و مالیات به کل دارایی ها
SA	۳۲	فروش به کل دارایی
EA	۸	حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها
BEBL	۶	ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام به کل بدهی ها
AFC	---	دارایی به هزینه مالی

		متغیرهای مبتنی بر صورت جریان های نقد
CFOA	۱۵	خالص جریان نقد عملیاتی به کل دارایی ها
CFOL	۱۴	خالص جریان نقدی عملیاتی به کل بدهی ها
CFOS	۹	خالص جریان نقد عملیاتی به فروش کل
CFOCL	۸	خالص جریان نقد عملیاتی به بدهی جاری
CFOP	---	خالص نقد عملیاتی به سود عملیاتی: کیفیت سود
		اندازه
SZA	۶	اندازه شرکت (لگاریتم کل دارایی)
SZS	---	اندازه شرکت (لگاریتم خالص فروش کل)

## ۲-۷) معناداری تفاوت میانگین متغیرها بین شرکتهای درمانده و غیردرمانده

این بررسی برای مدل های پارامتریک کاربرد دارد و با استفاده از داده های ۱۳۰ شرکت نمونه اول با نرم افزار Eviews به بررسی آن بر اساس ۴ آزمون پرداخته شد که در زیر خلاصه اجرای آزمون ها دیده می شود.

### جدول ۲ - معناداری تفاوت متغیرها

فرض صفر: همسانی میانگین	AFC	BEBL	CACL	CFOA	CFOCL
آزمون-t	0.20	0.00	0.00	0.61	0.61
آزمون-Anova F	0.20	0.00	0.00	0.61	0.61
نتیجه آزمون		تفاوت	تفاوت		
	REA	SA	SZA	SZS	WCA
آزمون-t	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
آزمون-Anova F	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
نتیجه آزمون	تفاوت	تفاوت	تفاوت	تفاوت	تفاوت
	CFOL	CFOP	CFOS	EA	EBITA
آزمون-t	0.67	0.15	0.45	0.00	0.00
آزمون-Anova F	0.67	0.15	0.45	0.00	0.00
نتیجه آزمون				تفاوت	تفاوت

با توجه به نتایج ۲ آزمون دیده می شود که متفاوت ترین متغیرها، EA, SZS, REA, WCA, SA, CACL, BEBL, EBITA, SZA می باشند. همانطور که در این جدول دیده می شود، اندازه شرکت بر حسب فروش و دارایی تفاوت معناداری دارد.

## ۳-۷) اجرای مدل تحلیل تمایزی

بر پایه متغیرهایی که تفاوت معناداری دارند، با نرم افزار Eviews به برآورد مدل پرداخته شد و از سه روش برای یافتن بهترین متغیرها استفاده شد.

۱-۳-۷) روش رگرسیون پیش رونده<sup>۴۶</sup>

در این روش همه متغیرها از داده های آموزشی در اختیار نرم افزار قرار می گیرد و با افزایش هر متغیر تا یافتن حداکثر متغیر برای بهینگی، مدلی ایجاد می شود که در زیر آورده شده است.

### جدول ۳ - رگرسیون خطی پیش رونده

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	T آماره	احتمال آماره
C	۰/۱۸۷۹۵۶	۰/۳۴۰۳۵۰	۰/۵۵۲۲۴۴	۰/۵۸۲۹
EA	۱/۲۹۹۵۵۳	۰/۳۸۲۸۶۲	۳/۳۹۴۳۱۵	۰/۰۰۱۲
EBITA	۱/۴۴۴۱۲۶	۰/۳۱۸۸۴۵	۴/۵۲۹۲۳۵	۰/۰۰۰۰
BEBL	-۰/۲۵۶۷۸۳	۰/۱۰۸۴۲۹	-۲/۳۶۸۲۲۴	۰/۰۲۱۲
SA	۰/۰۴۶۷۹۹	۰/۰۳۱۰۴۴	۱/۵۰۷۴۹۷	۰/۱۳۷۱
REA	-۰/۳۶۸۸۴۴	۰/۲۵۵۲۹۶	-۱/۴۴۴۷۶۸	۰/۱۵۳۹
SZS	۰/۰۴۶۷۹۴	۰/۰۵۹۳۲۲	۰/۷۸۸۸۱۶	۰/۴۳۳۴

احتمال F۰

دوربین واتسون ۱/۴

ضریب تعیین ۰/۷۴۵۷۸۳

$$Y = 0.187956 + 1/299553 * EA + 1/444126 * EBITA - 0/256783 * BEBL + 0/046799 * SA - 0/368844 * REA + 0/046794 * SZS$$

همانطور که دیده می شود، در سطح ۵ درصد متغیرهای EA, EBITA, BEBL متغیرهای موثر این روش هستند.

۲-۳-۷) روش رگرسیون پس رونده<sup>۴۷</sup>

در این روش از اجرای رگرسیون خطی، از کل متغیرها، کم اهمیت ترین متغیرها، یک به یک کم می شود و در نهایت با حداکثر حذف، ترکیب بهینه معرفی می شود. با این اجرا به متغیرهای برتر بالا، فقط CACL اضافه شده است که در سطح ۵ درصد باز همان متغیرهای EA, EBITA, BEBL متغیرهای موثر هستند.

### جدول ۴ - رگرسیون خطی - پس رونده

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	T آماره	احتمال آماره
C	-۰/۰۹۳۶۵۲	۰/۳۹۹۹۶۴	-۰/۲۳۴۱۵۱	۰/۸۱۵۷
EA	۱/۵۴۵۲۴۳	۰/۴۳۲۶۲۸	۳/۵۷۱۷۵۷	۰/۰۰۰۷
EBITA	۱/۳۶۹۸۸۹	۰/۳۲۳۵۴۷	۴/۲۳۳۹۷۴	۰/۰۰۰۱
BEBL	-۰/۳۷۸۲۱۰	۰/۱۳۹۶۹۰	-۲/۷۰۷۵۰۰	۰/۰۰۹۰
SA	۰/۰۴۹۵۰۰	۰/۰۳۲۵۷۳	۱/۵۱۹۶۶۳	۰/۱۳۴۲
REA	-۰/۲۶۴۵۲۶	۰/۲۶۶۹۸۵	-۰/۹۹۰۷۸۹	۰/۳۲۶۱

۰/۴۴۳۳	۰/۷۷۲۱۰۶	۰/۰۵۹۷۶۷	۰/۰۴۶۱۴۶	SZS
۰/۱۸۴۴	۱/۳۴۳۷۵۴	۰/۱۹۶۷۲۲	۰/۲۶۴۳۴۶	CACL
۰/۱۸۹۴	-۱/۳۲۸۷۶۵	۰/۳۳۸۴۲۲	-۰/۴۴۹۶۸۳	WCA

احتمال F۰ دوربین واتسون ۱/۴۵ ضریب تعیین ۰/۷۵۴۲۳۳

$$Y = -0/093652 + 1/545243 * EA + 1/369889 * EBITA - 0/378210 * BEBL + 0/049500 * SA - 0/264526 * REA + 0/046146 * SZS + 0/264346 * CACL - 0/449683 * WCA$$

۳-۳-۷) روش ترکیبی<sup>۴۸</sup>

در این روش، تعدادی متغیر برتر را بعنوان تفکیک کننده، محقق جستجو می کند.

۳-۳-۱) اولین متغیر برتر

### جدول ۵ - رگرسیون - تک متغیر برتر

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره T	احتمال آماره
C	۰/۵۸۳۰۶۹	۰/۰۳۷۲۵۶	۱۵/۶۵۰۳۲	۰/۰۰۰۰
EA	۰/۹۶۶۵۱۸	۰/۰۹۴۶۵۶	۱۰/۲۱۰۸۸	۰/۰۰۰۰

ضریب تعیین ۰/۶۲۳۳۴۵ دوربین واتسون ۱/۲ آماره F۰

$$Y = 0/583069 + 0/966518 * EA$$

۳-۳-۲) دو متغیر برتر

### جدول ۶ - رگرسیون خطی با دو متغیر برتر

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره T	احتمال آماره
C	۰/۵۲۸۸۰۱	۰/۰۳۵۷۷۴	۱۴/۷۸۱۵۲	۰/۰۰۰۰
EA	۰/۶۳۰۰۱۹	۰/۱۱۷۴۷۱	۵/۳۶۳۱۹۴	۰/۰۰۰۰
EBITA	۱/۳۱۶۷۸۴	۰/۳۱۹۲۴۳	۴/۱۲۴۷۰۹	۰/۰۰۰۱

ضریب تعیین ۰/۷۰۴۴۴۷ دوربین واتسون ۱/۵ آماره F۰

$$Y = 0/528801 + 0/630019 * EA + 1/316784 * EBITA$$

بر اساس دو متغیر دیده می شود که ضریب تعیین و احتمال آماره دوربین-واتسون که ملاکی برای خودهمبستگی مرتبه یک است، بهبود یافته است.

**جدول ۷ - رگرسیون خطی با سه متغیر برتر**

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره T	احتمال آماره
C	۰/۵۵۶۹۵۴	۰/۰۳۷۲۷۰	۱۴/۹۴۳۸۹	۰/۰۰۰۰
EA	۰/۸۳۰۱۵۷	۰/۱۴۸۳۸۷	۵/۵۹۴۵۴۵	۰/۰۰۰۰
EBITA	۱/۴۸۳۰۸۹	۰/۳۲۰۴۵۰	۴/۶۲۸۱۴۱	۰/۰۰۰۰
BEBL	-۰/۱۸۴۶۳۹	۰/۰۸۷۲۸۴	-۲/۱۱۵۳۳۸	۰/۰۳۸۵

ضریب تعیین ۰/۷۲۴۶۴۶      دوربین واتسون ۱/۳۳      آماره F۰

$$Y = 0/556954 + 0/830157 * EA + 1/483089 * EBITA - /184639 * BEBL$$

بر اساس سه متغیر برتر، بهبود کمی در ضریب تعیین صورت گرفت و علاوه بر این از احتمال دوربین-واتسون کاسته شد. بنابراین از اجرای رگرسیونهای خطی، دو متغیر موثر EA,EBITA می باشند.

**۴-۷) اجرای مدل لجیت**

قبل از نتایج اجرا، باید بیان شود که  $z = (e^y / 1 + e^y)$

۴-۷) اجرا بر پایه یک متغیر برتر

**جدول ۸ - لجیت - تک متغیر برتر**

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	احتمال آماره
C	-۱/۵۳۸۲۹۴	۱/۳۶۹۵۳۴	-۱/۱۲۳۲۲۴	۰/۲۶۱۳
EA	۴۴/۰۹۴۹۹	۲۱/۷۰۴۳۵	۲/۰۳۱۶۲۰	۰/۰۴۲۲

ضریب تعیین ۰/۹۳۲۴۶۷      آماره LR۰

$$Y = -1/538294 + 44/09499 * EA$$

۴-۷) بر پایه دو متغیر برتر

**جدول ۹ - لجیت با سه متغیر برتر**

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	احتمال آماره
EA	۲۸۱/۰۵۴۲	۱/۹۰E+۱۳	۱/۴۸E-۱۱	۱/۰۰۰۰
EBITA	۶۴۳/۶۴۳۳	۳/۴۹E+۱۳	۱/۸۵E-۱۱	۱/۰۰۰۰
C	-۱۶/۴۷۳۰۰	۳/۶۷E+۱۲	-۴/۴۸E-۱۲	۱/۰۰۰۰

ضریب تعیین ۱/۰۰۰۰۰      احتمال LR۰

$$-16/47300 + 281/0542 * EA + 643 * EBITA$$

دیده می شود که ضریب تعیین ۱ شده است که حکایت از همبستگی کامل دارد و ضرایب در سطح ۵٪ معنادار نیست.

۷-۴-۳) بر پایه دو متغیر

### جدول ۱۰ - لوجیت با سه متغیر برتر

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	احتمال آماره
EA	-۳۰	۲۸/۴۸	-۱/۰۶	۰/۲۸۶
BEBL	۷۲/۹۹	۴۹/۶۲	۱/۴۷	۰/۱۴
C	-۱/۸۸	۱/۴۹	-۱/۲۶	۰/۲

احتمال LR۰

ضریب تعیین ۱

$$z = (ey/1+ey)$$

$$Y = 72.99 * BEBL - 30.375 * EA - 1.889$$

در این اجرا، هیچ متغیری در سطح ۵٪ اهمیت ندارد. ترکیبات دو گانه دیگر هم هیچکدام قابل برآزش نبوده است. بنابراین تنها متغیر ممکن برای مدل لوجیت EA (حقوق صاحبان سهام به کل دارایی) می باشد.

### ۶-۷) اجرای مدل مورچگان

این مدل در تحقیق بر مبنای داده کاوی از طریق بهینه یابی مدل مورچگان برای یافتن متغیرهای برتر است که در کاربرد این مدل برای پیش بینی درماندگی مالی، سابقه ای برای آن یافت نشده است. تحقیق میلی (۲۰۰۵)، بر مبنای داده کاوی مبتنی بر بهینه یابی مورچگان برای یافتن متغیرهای برتر نبوده است و تحقیق ونگ با داده کاوی بر اساس آزمون آماری T بوده است. این اجرا، همانطور که گفته شد پس از ایجاد فایل های به فرمت خاص ARFF با نرم افزار WEKA انجام شد. نتیجه اجرای مدل بر پایه جواب نرم افزار در جدول ۱۱ آمده است.

### جدول ۱۱ - نتایج اجرای مدل مورچگان

متغیرهای اولیه: ۱۵	$\rho=0,05$ $\beta=2$ $\alpha=1$	روش جستجو: مورچگان
	EA, EBITA, SZS	متغیرهای برتر
ضریب برآزندگی ۰/۸۳۱۲۹	EA, EBITA	متغیرهای موثر منتخب الگوریتم

در اینجا دیده می شود که مدل ۲ متغیر را برتر از بقیه معرفی نموده است. باید افزود پارامترهای آلفا و بتا، پیش فرض غیر قابل تغییر نرم افزار هستند. مهم آن است که بتا بزرگتر از آلفا باشد تا در جستجوی الگوریتم مقادیر تابع ابتکاری اهمیت بیشتری داشته باشد چرا که الزام به بهترین تفکیک پذیری است با هر ترکیب از متغیرها و ضرورتی به حضور همه متغیرها نیست. علاوه بر این از آنجا که مساله در این کاربرد تعداد تشخیص درست است، بنابراین مورچگان در الگوریتم همواره تعداد تشخیص درست یکسانی را گزارش



خواهند داد و بنابراین با وجود امکان تغییر تعداد مورچگان، نتیجه الگوریتم بدلیل ویژگی این کاربرد الگوریتم یکسان می باشد.

## ۷-۷) آزمون توان دسته بندی الگوریتم

در دسته بندی شرکت ها و ایجاد قواعدی برای تشخیص، با استفاده از نرم افزار WEKA همه داده های نمونه آموزشی در فواصلی به نام قواعد، بدرستی تشخیص داده می شود. بنابراین بر پایه اجرای الگوریتم مورچگان و قرار دادن همه متغیرهای اولیه ۱۵ گانه، مدل ۳ متغیر را برتر از بقیه تشخیص داد و مجموعه قواعدی را براساس دو متغیر موثر EA,EBITA معرفی نمود که بطور ۱۰۰ درصد، داده های نمونه آموزشی را این قواعد برای تشخیص درست پوشش داده اند. بنابراین مدل قابلیت اجرا برای نمونه های کنترل را دارد تا اجرا شود و برای کاهش حجم قواعد و افزایش دقت، با توابع منطقی " ترکیب عطفی کوچکتر، آنگاه درمانده " به دنبال تعیین اعداد بحرانی باید باشیم، همچون اعداد بحرانی برای توابع دو مدل پارامتریک بر اساس بررسی داده ها و نمودار.

## ۸-۷) خلاصه

بنابراین با توجه به نتایج بالا، دو متغیر نهایی برای آزمون ها، عبارتند از EA (حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها) و EBITA (سود و زیان قبل از بهره مالیات به کل دارایی ها). مدل ها بر پایه مختصاتشان برای نمونه های کنترل و آزمایش دو، پیاده سازی شدند و با مشاهده داده ها و تحلیل نموداری و آزمون و خطا، توابع تشخیصی مدل ها و اعداد بحرانی برای تابع رگرسیون مدل تحلیل تمایزی و تابع نمایی مدل لوجیت و دو متغیر مدل مورچگان بدست آمد که در جدول زیر نمایش داده شده است.

## جدول ۱۲- توابع تشخیصی نهایی مدل های تحقیق

مدل	تابع
تحلیل تمایزی چندگانه (MDA)	$Y=0.5288+(1.316 *EBITA) +(0.63 *EA)$ اگر برای هر شرکت تولیدی، $Y < 0.57$ ، آنگاه آن شرکت درمانده است.
لوجیت (LOGIT)	$Y=+(1.538+44.09*EA)$ اگر برای هر شرکت تولیدی، $Z = [(EY)/(1+EY)] < 0.7$ ، آنگاه آن شرکت درمانده است.
الگوریتم مورچگان (ACA)	اگر برای هر شرکت تولیدی، $EA > 0.082$ و $EBITA > 0.41$ ، آنگاه آن شرکت درمانده است.

## ۸. یافته های پژوهش

### ۸-۱) یافته های اجرای مدل ها برای نمونه آزمایش اول

این نمونه شامل ۱۳۰ سال- شرکت می باشد، در دو دسته آموزشی و کنترل ۶۵ تایی و هر دسته متشکل از ۲۰ درمانده در اولین سال مشمولیت و ۴۵ شرکت غیردرمانده که در طول ۶سال، مشمول ماده ۱۴۱ نشدند.

جدول ۱۳: یافته های اجرای مدل برای داده های آزمایش اول

	نمونه آموزش		نمونه کنترل	
	کل سالها	کل سالها	کل سالها	کل سالها
	درمانده	غیردرمانده	درمانده	غیردرمانده
تعداد خطای مدل رگرسیون خطی	۰	۰	۰	۰
تعداد با وضعیت قانونی	۲۰	۴۵	۲۰	۴۵
درصد موفقیت	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تعداد خطای مدل لوجیت	۰	۱	۰	۰
تعداد با وضعیت قانونی	۲۰	۴۵	۲۰	۴۵
درصد موفقیت	۱۰۰	۹۷/۷۸	۱۰۰	۱۰۰
تعداد خطای مدل مورچگان	۰	۱	۰	۰
تعداد با وضعیت قانونی	۲۰	۴۵	۲۰	۴۵
درصد موفقیت	۱۰۰	۹۷/۷۸	۱۰۰	۱۰۰

واضح است که هر سه مدل توان برابری دارند و فقط یک اشتباه در نمونه آموزشی برای الگوریتم مورچگان و لوجیت وجود دارد. بنابراین برای سنجش برتری مدل ها با همان ضرایب و توابع، از نمونه دوم استفاده شد.

#### ۸-۲) یافته های اجرای مدل ها برای نمونه جامع آزمایش دوم

این نمونه شامل تمام داده های مبتنی بر متغیرهای برتر از آزمون نمونه اول بوده است برای همه سالهای ۶ ساله ۱۳۰ شرکت که مشتمل بر ۷۱۸ سال - شرکت می شود. تفاوت با ۷۸۰ سال - شرکت که مورد انتظار از ضرب ۱۳۰ در ۶ است، بدلیل حذف بعضی از شرکت های درمانده، در سال های پس از درماندگی است که در بورس حضور نداشتند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

سال	دوره			۱۳۸۹			۱۳۸۸			۱۳۸۷			۱۳۸۶			۱۳۸۵			۱۳۸۴		
	تحقیق	درمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	
وضعیت	غیردرمانده	درمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	کل	درمانده	غیردرمانده	
رگرسیون خطی																					
تعداد خطای مدل	۵	۲۵	۳۰	۲	۶	۸	۰	۳	۳	۰	۵	۵	۲	۶	۸	۱	۳	۴	۰	۲	
تعداد با وضعیت قانونی	۵۷۲	۱۴۶	۷۱۸	۸۲	۲۶	۱۰۸	۸۶	۲۶	۱۱۲	۹۴	۲۲	۱۱۶	۱۰۰	۲۵	۱۲۵	۱۰۵	۲۴	۱۲۹	۱۰۵	۲۳	
درصد موفقیت	۹۹.۱۳	۸۲.۸۸	۹۵.۸۲	۹۷.۵۶	۷۶.۹۲	۹۲.۵۹	۱۰۰.۰۰	۸۸.۴۶	۹۷.۳۲	۱۰۰.۰۰	۷۷.۲۷	۹۵.۶۹	۹۸.۰۰	۷۶.۰۰	۹۳.۶۰	۹۹.۰۵	۸۷.۵۰	۹۶.۹۰	۱۰۰.۰۰	۹۱.۳۰	
لوجیت																					
تعداد خطای مدل	۴	۱۷	۲۱	۲	۵	۷	۱	۳	۴	۰	۴	۴	۱	۱	۲	۰	۲	۲	۰	۲	
تعداد با وضعیت قانونی	۵۷۲	۱۴۶	۷۱۸	۸۲	۲۶	۱۰۸	۸۶	۲۶	۱۱۲	۹۴	۲۲	۱۱۶	۱۰۰	۲۵	۱۲۵	۱۰۵	۲۴	۱۲۹	۱۰۵	۲۳	
درصد موفقیت	۹۹.۳۰	۸۸.۳۶	۹۷.۰۸	۹۷.۵۶	۸۰.۷۷	۹۳.۵۲	۹۸.۸۴	۸۸.۴۶	۹۶.۴۳	۱۰۰.۰۰	۸۱.۸۲	۹۶.۵۵	۹۹.۰۰	۹۶.۰۰	۹۸.۴۰	۱۰۰.۰۰	۹۱.۶۷	۹۸.۴۵	۱۰۰.۰۰	۹۱.۳۰	
مورچگان																					
تعداد خطای مدل	۱۵	۷	۲۲	۳	۳	۶	۴	۱	۵	۳	۳	۶	۳	۰	۳	۲	۰	۲	۰	۰	
تعداد با وضعیت قانونی	۵۷۲	۱۴۶	۷۱۸	۸۲	۲۶	۱۰۸	۸۶	۲۶	۱۱۲	۹۴	۲۲	۱۱۶	۱۰۰	۲۵	۱۲۵	۱۰۵	۲۴	۱۲۹	۱۰۵	۲۳	
درصد موفقیت	۹۷.۳۸	۹۵.۲۱	۹۶.۹۴	۹۶.۳۴	۸۸.۴۶	۹۴.۴۴	۹۵.۳۵	۹۶.۱۵	۹۵.۵۴	۹۶.۸۱	۸۶.۳۶	۹۴.۸۲	۹۷.۰۰	۱۰۰.۰۰	۹۷.۶۰	۹۸.۱۰	۱۰۰.۰۰	۹۸.۴۵	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	

جدول ۱۴: یافته های اجرا برای داده های آزمایش دوم

واضح است که توان تفکیک پذیری الگوریتم مورچگان در تشخیص درماندگی بیشتر از روش های پارامتریک است. نتیجه مقایسه نتایج مدل ها بر پایه ۲ آزمون با استفاده از Eviews آمده است که تاییدی بر هر دو فرضیه تحقیق است، مبنی بر اینکه دقت مدل الگوریتم مورچگان برای پیش بینی درماندگی بطور معناداری در سطح ۵ درصد برتر از تمایزی و در سطح ۹ درصد برتر از مدل تحلیل لجیت است.

جدول ۱۵ - آزمون های معناداری تفاوت نتایج اجرای مدل ها

فرض صفر همسانی نتایج دوروش	OLS - LOGIT	OLS - ACA	LOGIT - ACA
آزمون-t	۰/۸۷	۰/۰۵	۰/۰۸۸
آزمون-F	۰/۸۷	۰/۰۵	۰/۰۸۸
تفسیر		ناهمسانی (۰/۵)	ناهمسانی (۰/۹)

## ۹. بحث و نتیجه گیری

همانطور که از جدول ۱۵ مشاهده می شود، موفقیت کلی، موفقیت تشخیص درمانده و موفقیت تشخیص غیر درمانده برای مدل مورچگان بترتیب عبارت است از ۹۶،۹۴٪، ۹۵،۲۱٪ و ۹۷،۳۸٪ است و برای مدل تحلیل تمایزی چندگانه ۹۵،۸۲٪، ۸۲،۸۸٪ و ۹۹،۱۳٪ می باشد و برای مدل لجیت ۹۷،۰۸٪، ۸۸،۳۶٪ و ۹۹،۳۰٪ است. بنابر آزمونهای آماری مقایسه زوجی نتایج مدل ها که در جدول ۱۶ مشاهده می شود، برتری توان الگوریتم، نسبت به مدل تحلیل تمایزی و

لوجیت در سطح به ترتیب ۵ و ۹ درصد تفاوت معناداری دارد و بنابراین فرضیه اول در سطح ۵ درصد تایید میشود و فرضیه دوم در این سطح تایید نمی شود.

### ۱۰) محدودیت های تحقیق

تعداد شرکت های موجود در صنایع مختلف آنقدر نیست که بتوان با تاکید بر صنایع خاص، داده های کافی برای اجرا داشت و یا به مقایسه صنایع پرداخت. البته این موجب می گردد که در تحقیق از صنایع مختلف، انتخاب صورت گیرد که توانمندی و کاربری مدل را برای صنایع مختلف گسترش می دهد. علاوه بر این به آثار تئوری بر نسبت های مالی توجه نشده است.

### ۱۱) پیشنهاد برای پژوهش های آتی

باتوجه به تفاوت معنادار برتری در تشخیص درمانده با الگوریتم مورچگان، تحقیقات زیر پیشنهاد می شود:

- پیاده سازی ۳ مدل و یافتن توابع تشخیصی با داده های سالهای قبلتر برای پیش بینی وضعیت جاری شرکتها
- این الگوریتم بصورت فازی نیز طراحی و اجرا گردد.
- طراحی و اجرای الگوریتم مورچگان با الگوریتم ژنتیک
- اجرای مدل برای شرکت های غیر تولیدی (بانک و بیمه و غیره)

### منابع

۱. پورحیدری، ا. و کوپایی حاجی، م.، (۱۳۸۹)، "پیش بینی بحران مالی با استفاده از تابع تفکیکی خطی"، **پژوهش های حسابداری مالی**، شماره ۳، ص ۳۳-۴۶.

۲. پیرایش، ر.، منصوری، ع. و امجدیان، ص.، (۱۳۸۸)، "طراحی مدل ریاضی مبتنی بر جریان نقدی برای پیش بینی ورشکستگی"، **توسعه و سرمایه**، شماره ۴، ص ۷۳-۹۴.

۳. دستگیر، م.، سجادی، س. و مقدم، م.، (۱۳۸۷)، "پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با استفاده از مدل لوجیت"، **پژوهش های اقتصادی**، شماره ۳۱، ص ۱۷۱-۱۸۹.

۴. راعی، ر. و فلاح پور، س.، (۱۳۸۳)، "پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی"، **دوفصلنامه تحقیقات مالی**، شماره ۱۷، ص ۳۹-۶۹.

۵. طالب قصابی، م. و عینی پور، ا.، (۱۳۸۹)، "پیش بینی ورشکستگی شرکت های موجود در بورس با استفاده از سیستم خودکار فازی تکاملی"، کنفرانس محاسبات نرم و فناوری اطلاعات، ماهشهر.

۶. فدایی نژاد، محمد اسماعیل و اسکندری، رسول، (۱۳۹۰)، "طراحی و تبیین مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در بورس اوراق بهادار تهران"، **تحقیقات حسابداری و حسابرسی**، انجمن حسابداری ایرانف شماره ۹، ص ۳۸-۵۵.

۷. فیروزیان، م.، جاوید، د. و نجم الدینی، ن.، (۱۳۹۰)، "کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه آن با مدل آلتمن در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، **بررسی های حسابداری و حسابرسی**، شماره ۱۵، ص ۹۹-۱۱۴.

۸. موسوی شیری، م.، طبرستانی، م.، (۱۳۸۸)، "پیش بینی درماندگی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها"، **تحقیقات حسابداری و حسابرسی**، انجمن حسابداری ایران، شماره ۲، ص ۱۵۸-۱۸۷.

9. Aziz, A. & Dar, H., A., (2006), "Predicting corporate bankruptcy: Where we Stand?", **Corporate Governance**, Vol. 6, No. 1, PP. 18-33.
10. Bellovary, J., Giacominio, D. & Akers, M., (2007), "A review of bankruptcy Prediction studies: 1930 to present", **Journal of Financial Education**, Vol. 33, PP. 1-42.
11. Dorigo, M., Maniezzo, V. & Colorni, A., (1996), "The ant system optimization by a Colony of cooperating agents", *IEEE transactions on system. Man, and Cybernetics*, part b, Vol. 26, No. 1, PP. 1-13.
12. Milea, V., (2005), "An ant system implementation for bankruptcy prediction", Bachelor's Thesis, Erasmus University Rotterdam.

13. Newton, G., (1988), **Bankruptcy insolvency accounting: practice and procedure**, Wiley, PP. 21-42
14. Outecheva, (2007), "corporate financial distress: An empirical analyze of distress risk", PhD's dissertation, University of st. Gallen, Switzerland.
15. Wang, S., Wu, L., Zhang Y. & Zhou, Z., (2009), "Ant colony algorithm used for Bankruptcy Prediction", Second International Symposium on Information Science and Engineering, PP. 137-139



## Comparison of Ant Colony Algorithm (ACA) with MDA & LOGIT Methods in Financial Distress Prediction

### Abstract

In this research, the Ant colony algorithm(ACA) was compared with two parametric models of multiple discriminant analysis (MDA) and LOGIT for predicting of financial distress, meanwhile, models were applied for data mining directed to superior variables in financial distress prediction. data of 130 companies from 2005 to 2010 in form of two experiments were used.

The first experiment was based on distressed companies that fell under article 141, and non-distressed companies that did not fall article 141. This experiment included 130 year company and was done in two training and control samples each consisted 65 companies.

By studying the results of this experiment based on 15 variables with using data mining by each of three models, two superior variables of models were obtained including earnings before financial expenses and taxes to total assets and net worth to total assets.

Based on superior variables in the first experiment, the second experiment was performed that was based on a sample including all of companies in the first experiment in all years of study that were among domestic listed companies and included 718 year company.

The percent of financial distress prediction's success for ACA was 96.94% (distressed: 95.21%, non-distressed: 97.38%), for MDA was 95.82 (distressed: 82.88%, non-distressed: 99.13%) and for LOGIT was 97.08% (distressed: 88.36%, non-distressed: 99.30%).

The results have shown that Ant Colony Algorithm in financial distress prediction is significantly superior than MDA (5%) and is significantly superior than LOGIT (9%).

**Key words:** Financial distress prediction, Ant colony algorithm, Ant colony optimization, MDA, LOGIT