



## بررسی کاربرد استفاده از مدل KMV در پیش‌بینی ریسک ورشکستگی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و مقایسه مدل با نتایج مدل رتبه Z آلتمن

حسن قالیباف اصل<sup>۱</sup>  
منیژه افشار<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰/۰۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۰/۰۰

### چکیده

با توجه به پیامدهای نامطلوبی که درماندگی مالی برای شرکتهای اقتصاد کشور و نهادهای پولی و مالی به همراه دارد، استفاده از روشهایی که بتواند وقوع ناتوانی مالی را پیش‌بینی نموده و از به‌هدر رفتن ثروت جلوگیری نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تاکنون مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی احتمال نکول شرکتهای ارائه شده است. عمده مدل‌های ارزیابی ریسک اعتباری بر اطلاعات گذشته‌نگر متکی بوده و استفاده از مدل‌هایی که از داده‌های روز بازار نیز جهت پیش‌بینی احتمال نکول آتی استفاده نماید، می‌تواند به افزایش قابلیت اتکای نتایج منتهی گردد. هدف از این تحقیق بررسی قابلیت استفاده از مدل KMV در ارزیابی ریسک ورشکستگی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و مقایسه قدرت تبیین نتایج حاصله با مدل رتبه Z آلتمن بعنوان یکی از روشهای رایج در سنجش احتمال قصور شرکتهای است. داده‌های تحقیق شامل اطلاعات کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است که طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت و ورشکسته بوده‌اند. در مجموع ۵۰ شرکت حائز شرایط لازم بوده‌اند، همچنین ۵۰ شرکت غیرورشکسته نیز بعنوان گروه شاهد انتخاب و نتایج مدل KMV در دو گروه مقایسه گردید. نتایج تحقیق که از نوع کاربردی و کمی است، نشان داد که مدل KMV قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی را داشته و در مقایسه با مدل آلتمن قابلیت پیش‌بینی ورشکستگی و تفکیک بین شرکتهای درمانده و غیردرمانده را دارا می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ریسک اعتباری، مدل KMV، مدل آلتمن، ورشکستگی، درماندگی مالی، احتمال نکول.

۱- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه الزهراء

afshar\_abc@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد مدیریت مالی دانشگاه تهران

## ۱- مقدمه

رشد و دگرگونی سریع روابط اقتصادی، منجر به رقابت شدیدی در عرصه تجارت، صنعت و سرمایه‌گذاری گردیده است و واکنش سریع و درست در مقابل شرایط بسیار متغیر بازار، در موفقیت بنگاه‌ها نقش به‌سزایی دارد. در سال ۱۹۲۰ تحقیقات رسمی در مورد بررسی دلایل شکست تجاری شرکتها شروع شد. موضوع پیش‌بینی ورشکستگی شرکتها به عنوان یکی از موضوعات مهم پژوهشی در ادبیات فاینانس تبدیل شده است. تحقیقات آکادمیک زیادی تلاش کردند براساس اطلاعات موجود و تکنیکهای آماری، بهترین مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی را ارائه کنند. تاکنون مدل‌های مختلفی برای شناسایی احتمال قصور شرکتها مبتنی بر اطلاعات مالی و غیرمالی توسعه یافته‌اند، اما استفاده از مدلی که بتواند درماندگی مالی را قبل از وقوع شناسایی و به ارائه راه‌حلهای مناسب جهت خروج از بحران بپردازد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

هدف اصلی این تحقیق، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتها با استفاده از مدل KMV است. در این مدل که بر مبنای روش و چارچوب ارائه شده بلک-شولدرز و مرتون [۱۰،۲۸] در قیمت‌گذاری اختیار معاملات ارائه گردید، سعی می‌شود با توجه به برآورد ارزش ذاتی خالص داراییهای شرکتها در هر مقطع زمانی، فاصله تا نقطه نکول و احتمال نکول (نقطه برابر برای ارزش خالص داراییها با مبلغ بدهیهای شرکت) برآورد گردد. مساله اصلی این تحقیق آن است که آیا با استفاده از مدل وسیچک-کیلهورفر [۱۴،۲۳] که توسط شرکت KMV عرضه شده و با استفاده از اصول قیمت‌گذاری اختیارات بلک-شولدرز [۱۰] در سال ۱۹۷۳ بنا نهاده شده، می‌توان احتمال قصور شرکتها را پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را پیش‌بینی نمود؟ همچنین مقایسه مدل مزبور در پیش‌بینی احتمال قصور با مدل آلتمن که بطور گسترده‌ای بدلیل سادگی و قابلیت آن در دستیابی به نتایج مورد انتظار مورد استفاده قرار می‌گیرد از دیگر اهداف این تحقیق می‌باشد. بمنظور آزمون سوال تحقیق اطلاعات شرکتها پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت و ورشکسته شده بودند بعنوان گروه درمانده مالی انتخاب، شاخص فاصله تا نکول آنها محاسبه و سپس نتایج با مدل رتبه Z آلتمن مقایسه گردید.

## ۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

ریسک اعتباری عدم اطمینانی است که توان شرکت در ایفای تعهدات را زیر سوال می‌برد. قبل از درماندگی مالی روشی برای تشخیص شرکت‌هایی که قادر به ایفای تعهداتش خواهند بود از سایر شرکتها وجود ندارد. در بهترین حالت تنها می‌توان احتمال درماندگی مالی را ارزیابی نموده و تخمین زد [۲]. ابزارهای زیادی از حوزه‌های علم ریاضی، آمار، اقتصادسنجی و تحقیق در عملیات از قبیل برنامه‌ریزی ریاضی، شبیه‌سازی احتمالی و قطعی، شبکه‌های عصبی، تحلیل بقاء، نظریه بازیها، تحلیل ممیزی و تحلیل لجوجیت و پروبیت در پیشرفت اندازه‌گیری دقیق ریسک اعتباری سهمیم بوده‌اند [۴]. بطور کلی فنون اندازه‌گیری ریسک اعتباری را می‌توان در قالب گروه‌های ذیل طبقه‌بندی نمود:

جدول ۱: خلاصه‌ای از روشهای سنجش ریسک اعتباری و مزایا و معایب آنها

روش اعتبارسنجی	مزایا	معایب
فنون اقتصاد سنجی	در این روش بانکداران در سیستم خبره انسانی برای تعیین وضعیت اعتباری وام‌گیرندگان از اطلاعات متنوعی جهت تصمیم‌گیری اعتباری استفاده می‌کنند. یکی از متداولترین سیستمهای خبره مورد استفاده در اداره وام‌دهی بانکها پنج C اعتباری می‌باشد که عناصر اصلی آن عبارتند از: شهرت و شخصیت اعتبار گیرنده، سرمایه، ظرفیت و توان سودآوری، وثیقه و شرایط دوره اقتصادی و تاثیر آن بر سودآوری.	عدم شناخت کامل عناصر مشترک جهت تحلیل وضعیت اعتباری قضاوتی و ذهنی بودن وزنه‌های تخصیصی پرهزینه و زمانبر بودن روشهای اجرایی
شبکه های عصبی	یک سیستم عصبی مصنوعی درحقیقت فرایند یادگیری انسانی را شبیه‌سازی می‌کند و با تقلید از سیستم عصبی و مغزی انسان سعی می‌کند که ارتباط بین داده‌ها و ستاده‌ها را از طریق نمونه‌برداری از اطلاعات گذشته داده/ستاده یاد گیرد. مزیت آن بر فنون اقتصادسنجی حدس منطقی از داده‌ها در شرایط کامل نبودن یا پارازیت داشتن داده ها می‌باشد.	از معایب اصلی شبکه‌های عصبی فقدان شفافیت آنها می‌باشد. ساختار درونی شبکه پنهان است و به آسانی امکان کپی برداری از آن حتی زمانی که داده‌های مورد استفاده یکسان باشند وجود نخواهد داشت.
مدلهای بهینه سازی	در این مدلها از تکنیکهای برنامه‌ریزی ریاضی برای تخصیص وزنه‌های بهینه جهت به حداقل رساندن زیان عدم بازپرداخت و حداکثر کردن سود استفاده می‌شود. از جمله آنها سیستم نمره‌دهی اعتباری می‌باشد که براساس اطلاعات حسابداری، تحلیلگران مالی براساس مقایسه نسبتهای مختلف وام گیرنده با متوسط صنعت تصمیمهای اعتباری اتخاذ می‌کنند.	باعث خنثی‌سازی نسبتهای ضعیف و قوی، به دلیل تاثیرگذاری سایر عوامل می‌شود.
مدلهای ساختاریافته	ترکیبی از فنون شبیه‌سازی، تخمین و محاسباتی برای استخراج روابط علی بین متغیرهای مستقل و احتمال عدم بازپرداخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های مبتنی بر قیمت گذاری اختبارات که مدل KMV نیز از جمله آنهاست در این گروه قرار دارند.	استفاده از مفروضات ساده‌سازی مانند شکل ساده ساختار سرمایه، بدهی بدون بهره، عدم تفکیک در طبقه‌بندی بدهی، پیش بینی درماندگی مالی در سررسید، از اشکالات این روش بوده‌اند که بتدریج در مدل‌های جدیدتر برطرف گردیده‌اند.

منابع: [۲،۷،۹،۱۱،۱۴]

از آنجا که اطلاعات بازار و ارزش جاری داراییهای شرکت، هشدار مهمی در مورد وضعیت فعلی شرکت و حتی انتظارات نسبت به وضعیت آن در آینده است، استفاده از مدلی که تنها متکی بر داده‌های حسابداری نبوده و از اطلاعات روز بازار نیز جهت پیش‌بینی ریسک اعتباری استفاده کند، ضروری به نظر می‌رسد. مدل‌های ساختاریافته در سنجش ریسک اعتباری مشتریان بر مبنای چارچوب اولیه مدل مرتون در سال ۱۹۷۴ بنا نهاده شد. بر مبنای این چارچوب فرایند درماندگی مالی براساس ارزش بازاری خالص داراییهای شرکت

تخمین زده می‌شود. درماندگی مالی زمانی اتفاق می‌افتد که ارزش بازار داراییهای شرکت کمتر از ارزش بدهیها باشد. با فرض اینکه بدهیهای شرکت اوراق قرضه با کوپن صفر باشد، اگر ارزش بازار داراییهای شرکت در سررسید بیشتر از ارزش اوراق قرضه باشد، بستانکاران به اندازه ارزش دفتری بدهی دریافت خواهند کرد. در مقابل اگر ارزش شرکت کمتر از ارزش اوراق در سررسید باشد سهامداران چیزی دریافت نکرده و تنها بستانکاران به اندازه ارزش شرکت دریافت می‌نمایند. بنابراین پرداخت به بستانکاران در سررسید برابر ارزش دفتری اوراق قرضه منهای اختیار فروش بر ارزش شرکت است که در آن قیمت اعمال برابر ارزش دفتری اوراق قرضه و سررسید برابر تاریخ سررسید اوراق قرضه است [۱۴،۱۷].

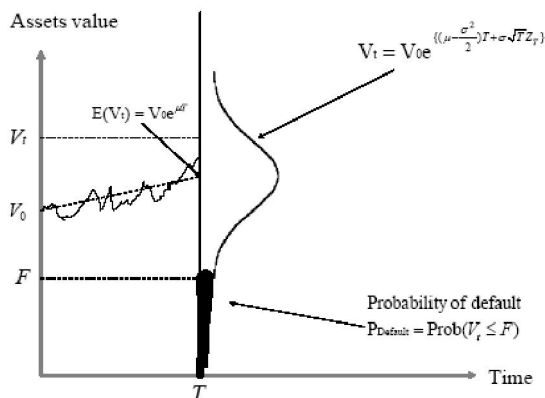
### جدول ۲: چکیده ای از روند تحولات مدل‌های ساختاریافته پس از مدل مرتون

ویژگیها	سال	محققین	مدل ساختاری
مدل استاندارد قیمت گذاری اختیار معامله - $r, \sigma, T, \pi$ ثابت.	۱۹۷۴	مرتون	مرتون
سهام بعنوان اختیار معامله حدی - نرخ بهره غیر تصادفی	۱۹۷۶	بلک و کاکس	حد نکول برون زا
نرخ بهره تصادفی	۱۹۸۴	وسیچک	بسط مدل مرتون
ثابت بودن ساختار زمانی نرخ بهره، نسبت سود تقسیمی و صرف ریسک دارایی	۱۹۹۴	لند	حد نکول برون زا
بسط مدل بلک و کاکس (۱۹۷۶) نرخ بهره تصادفی (وسیچک، ۱۹۷۷)	۱۹۹۵	لانگستف و شوارتز	حد نکول برون زا
اوراق بدهی بدون سررسید	۱۹۹۶	اندرسون و همکاران	حد نکول برون زا
ساختار سرمایه بهینه	۱۹۹۷	ملا- برال و پرداین	مدلهای راهبردی
نسبت اهرمی بازگردنده به میانگین - بسط مدل لانگستف و شوارتز (۱۹۹۵)	۲۰۰۱	کالین- دافرنس و گلدشتاین	حد نکول برون زا
پویا بودن انتخاب ساختار سرمایه و قیمت گذاری اوراق قرضه شرکتی	۲۰۰۱	گلدشتاین و همکاران	مدلهای پویا
نسبت اهرمی بازگشتی به میانگین همبستگی منفی بین صرف ریسک و شوکهای غیر منتظره در بازده داراییها	۲۰۰۳	هوانگ و هوانگ	حد نکول برون زا
مدل تجربی- داده های تاریخی	۲۰۰۴	KMV	بسط مدل مرتون
مدل مخاطره	۲۰۰۴	هیلیجیست و همکاران	بسط مدل مرتون
بسط مدل KMV-مرتون بدون حل معادلات همزمان	۲۰۰۵	براث و شاموی	بسط مدل KMV-مرتون
مدل نکول میان دوره ای اختیاری و اجباری	۲۰۰۶	چاریتا و نریگیورجیس	بسط مدل مرتون

منابع: [۲، ۴، ۷، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۵، ۲۷، ۳۰، ۳۱]

### ۳- مدل پژوهش

در مدل‌های ساختاریافته، ارزش داراییهای شرکت وابسته به ارزش جریانهای نقدی حاصل از داراییها در آینده است. بدهیها و حقوق صاحبان سهام نیز بیانگر مجموع ادعا روی داراییهای شرکت است. در این میان بدهیها از اولویت بالاتری برخوردار است و صاحبان سهام، باقیمانده ارزش شرکت را پس از کسر بدهیها دریافت می‌کنند. فرض اصلی در مدل‌های ساختاری آن است که ورشکستگی زمانی رخ می‌دهد که ارزش داراییهای شرکت برای بازپرداخت بدهیها کافی نباشد. براین اساس احتمال نکول عبارت است از این که در زمان  $T$  ارزش داراییها کمتر از ارزش بدهیها باشد. نگاره ۱ توزیع ارزش داراییهای شرکت را در سررسید نشان می‌دهد و احتمال درماندگی مالی در ناحیه هاشور خورده قرار دارد.



نگاره ۱: توزیع ارزش داراییهای شرکت در سررسید منبع: [۲۲،۲۳]

در این مدل احتمال درماندگی مالی یک رویداد درونزاد بوده و به ساختار سرمایه شرکت مرتبط است. طبق چارچوب مدل می‌توان از روشهای معینی برای استخراج ارزش بدهی و حقوق صاحبان سهام، احتمال درماندگی مالی و نرخ پوشش ریسک مورد انتظار در موقع درماندگی مالی استفاده نمود. برای شرکت‌های سهامی عام ارزش بازار سهام قابل مشاهده بوده و از حاصلضرب قیمت سهام در تعداد سهام در دست سهامداران به دست می‌آید. رابطه بین ارزش سهام و ارزش داراییها در سررسید چنین است: تا زمانی که ارزش داراییها کمتر از ارزش بدهیها باشد، ارزش سهام صفر خواهد بود و همه داراییها به طلبکاران می‌رسد. اما اگر ارزش داراییها بیشتر از ارزش اسمی بدهیها باشد، سهامداران ارزش باقی مانده را دریافت خواهند کرد و دریافتی آنها به موازات افزایش ارزش داراییها، بیشتر خواهد شد [۱۴،۱۶،۲۲،۲۵]. به لحاظ ریاضی می‌توان گفت دریافتی سهامداران چنین است:

$$E_T = \text{Max} (0, A_T - L) \quad (1)$$

این عبارت بازده اختیار خرید اروپایی را نشان می‌دهد که دارایی پایه آن، داراییهای شرکت و قیمت توافقی آن نیز برابر با  $L$  است. بازده دارندگان اوراق بدهی نیز همانند پرتفویی متشکل از اوراق قرضه بدون کوپن و بدون ریسکی با ارزش اسمی  $L$  و نیز اختیار فروش روی داراییهای شرکت با قیمت توافقی  $L$  است. اگر فرض کنیم شرکت سود تقسیمی پرداخت نکند، با استفاده از فرمول بلک-شولز برای قیمت‌گذاری اختیار خرید، می‌توان ارزش سهام را بشرح زیر تعیین نمود:

$$E_t = A_t \cdot \Phi(d_1) - L e^{-r(T-t)} \Phi(d_2) \quad (2)$$

که در آن:

$$d_1 = \frac{\ln \frac{A_t}{L} + (r + \frac{\sigma^2}{2})(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}$$

براساس مفروضات فوق، جهت استخراج فاصله تا ورشکستگی و احتمال ورشکستگی بترتیب می‌توان از مدل‌های زیر استفاده نمود:

$$DD = \frac{\ln A_t + (\mu - \frac{\sigma^2}{2})(T-t) - \ln L}{\sigma \sqrt{T-t}} \quad (3)$$

$$\text{Prob(Defaul)} = \Phi(-DD) \quad (4)$$

که در آن:

$A_t$  ارزش بازار داراییها در زمان  $t$ ،  $L$  ارزش بدهی‌ها در زمان  $t$ ،  $\mu$  نرخ تکانه (نوسان ارزش شرکت در مقابل ارزش بازار) و  $\sigma$  نوسان روزانه لگاریتم ارزش داراییها است. ارزش بازار داراییهای شرکت به طور مستقیم قابل مشاهده نیست و تنها ارزش دفتری آن قابل مشاهده است. بنابراین  $A_t$  (ارزش دارایی) و  $\sigma$  (انحراف معیار ارزش دارایی) مقادیر مجهول هستند.  $r$  بیانگر نرخ بازده بدون ریسک و  $\Phi$  بیانگر توزیع نرمال تجمعی است. مسئله تعیین ارزش دارایی ( $A_t$ ) و نوسان ارزش دارایی ( $\sigma$ ) را در نظر می‌گیریم. اکنون معادله‌ای داریم که یک مقدار معلوم (ارزش سهام) را به دو مقدار مجهول مرتبط می‌کند. برای این منظور از یک الگوریتم آزمون و خطا بنام آزمون نیوتن رافسون برای دستیابی به نتایج مدل استفاده می‌گردد [۲۹].

#### ۴- روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر موضوعی در حوزه مدیریت ریسک اعتباری و مدل‌های مربوط به آن قرار دارد. همچنین کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ در بازار سرمایه فعال بوده‌اند قلمرو مکانی تحقیق را تشکیل می‌دهند. تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری اطلاعات آزمایشی می‌باشد. همچنین تحقیق حاضر از نظر روش کمی است. با توجه به اینکه دسترسی به اطلاعات مربوط به درماندگی مالی شرکتها و قصور در عدم بازپرداخت تعهدات بمنظور تعیین شاخص درماندگی مالی در دسترس نبود، از شمولیت ماده ۱۴۱ قانون تجارت بعنوان ملاک ورشکستگی و درماندگی مالی استفاده شد. در قسمتی از این ماده آمده است: «اگر بر اثر زیانهای وارده حداقل نصف

سرمایه شرکت از میان برود، هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقاء شرکت مورد شور و رای واقع شود. هرگاه مجمع مزبور رای به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد».

بدین ترتیب در مجموع تعداد ۷۰ شرکت درمانده مالی در دوره مذکور وجود داشتند که اطلاعات ۲۰ شرکت در دسترس نبوده و حذف گردید و در مجموع ۵۰ شرکت ورشکسته بعنوان گروه درمانده مالی انتخاب شد. با توجه به اینکه برای بررسی صحت و دقت مدل در پیش‌بینی ورشکستگی در مدل KMV از اطلاعات مربوط به قیمت سهام شرکتها و نوسانات آن استفاده می‌شود، روند قیمت سهام شرکت‌های مزبور طی یک دوره ۱۲۰ روزه قبل از ورشکستگی مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب قلمرو زمانی این تحقیق را می‌توان بین سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ قلمداد کرد. همچنین ۵۰ شرکت غیرورشکسته نیز بعنوان گروه شاهد برای بررسی دقت مدل انتخاب گردید. برای آزمون مدل و استخراج ارزش داراییها، ابتدا سری زمانی کاملی از قیمت و تعداد سهام شرکت‌های انتخابی بصورت روزانه از ۱۲۰ روز قبل از ورشکستگی جمع‌آوری، بازده و انحراف معیار بازده سهام با اختلاف یک روزه محاسبه و سایر متغیرهای تحقیق شامل L ارزش بدهی‌ها در زمان t،  $\mu$  نرخ تکانه (نوسان ارزش شرکت در مقابل ارزش بازار) و  $\sigma$  نرخ بازده بدون ریسک در مدل وارد گردید. پس از استخراج ارزش داراییها، فاصله تا نکول و احتمال نکول محاسبه شده است. مقادیر فاصله تا نکول و احتمال نکول مربوط به هر شرکت برای یک احتمال نکول بعدی با اضافه کردن یک روز معاملاتی به انتهای داده‌های اولیه و کاستن یک روز معاملاتی از انتهای داده‌ها محاسبه گردید. داده‌های مربوط به نکول واقعی شرکتها نیز پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به شرکت‌های بورسی، سازماندهی و خلاصه کردن داده‌ها، از طریق پایگاه داده‌های سازمان بورس اوراق بهادار تهران دریافت گردید.

بمنظور تبیین قدرت مدل KMV در پیش‌بینی احتمال نکول از مقایسه میانگین احتمال نکول محاسبه شده با این روش با مدل رتبه Z آلتمن استفاده شده است. متغیرهای مورد استفاده در مدل آلتمن شامل نسبت سرمایه در گردش تقسیم بر مجموع داراییها بعنوان متغیر  $X_1$ ، نسبت سود انباشته به مجموع داراییها بعنوان متغیر  $X_2$ ، نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به مجموع داراییها بعنوان متغیر  $X_3$ ، نسبت ارزش بازار حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهیها بعنوان متغیر  $X_4$ ، نسبت فروش به مجموع داراییها بعنوان متغیر  $X_5$  می‌باشد که طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ جمع‌آوری شده است. در مدل فوق شرکتها به ازای مقادیر کمتر از ۱،۲۳ برای Z، بعنوان ورشکسته و به ازای مقادیر بیشتر از ۲،۹ بعنوان غیر ورشکسته دسته بندی شدند. مدل تحلیلی مورد استفاده بصورت زیر می‌باشد:

$$Z = 0.717 X_1 + 0.847 X_2 + 3.107 X_3 + 0.42 X_4 + 0.998 X_5 \quad (5)$$

متغیرهای مجهول مدل KMV و مدل آلتمن باستثنای ارزش بازار داراییها و تغییرات آن، با استفاده از نرم‌افزار EXCEL جمع‌آوری و محاسبه شدند. تعیین دو متغیر مجهول دیگر مدل و تعیین نتیجه مدل (

فاصله تا درماندگی مالی و احتمال درماندگی مالی) با استفاده از برنامه نویسی Matlab و کدنویسی صورت پذیرفت. برای این منظور از یک الگوریتم آزمون و خطا بنام آزمون نیوتن رافسون برای دستیابی به نتایج مدل استفاده شد. کلیه فعالیت‌های مربوط به تحلیل داده‌ها پس از استخراج نتایج مدل با استفاده از نرم افزار SPSS انجام پذیرفت. برای آزمون معنی‌داری تفاوت نتایج آزمون مدل، در دو گروه درمانده مالی و سالم، از آزمون مقایسه میانگین‌ها استفاده شده است. همچنین بمنظور مقایسه نتایج مدل KMV و مدل آلتمن از آزمون کی دو استفاده گردید.

##### ۵- فرضیه‌های پژوهش

- ۱) بین میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی گروه درمانده مالی و سالم با استفاده از مدل KMV، تفاوت معناداری وجود دارد.
- ۲) بین شاخص فاصله تا درماندگی مالی مدل KMV و نتایج مدل رتبه Z آلتمن رابطه معناداری وجود دارد.

##### ۶- یافته‌های پژوهش

###### آزمون نرمال بودن متغیرهای آزمون

لازم است قبل از برازش مدل آماری مناسب، نرمال بودن متغیرهای تحقیق نیز بررسی گردد. از آنجایی که نرمال بودن متغیرها شرط اولیه انجام کلیه آزمونهای پارامتریک می‌باشد قبل از هرچیز لازم است به بررسی این فرضیه برای متغیرهای تحقیق بپردازیم. فرض صفر و فرض مقابل در این آزمون به صورت زیر نوشته می‌شود.

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> برای بررسی فرض صفر به کار رفته است. در این آزمون هرگاه سطح معناداری بیشتر از ۵٪ باشد فرض صفر در سطح ۹۵٪ اطمینان رد نمی‌شود یعنی توزیع داده‌ها غیر نرمال است. براساس مقادیر ارائه شده در نگاره ۳ از آن جایی که مقادیر سطح معناداری برای متغیرهای تحقیق بیشتر از ۵٪ است، بنابراین فرض صفر یعنی نرمال بودن متغیرهای وابسته رد نمی‌شود بعبارت دیگر داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. با توجه به نرمال بودن متغیرهای تحقیق می‌توان از آزمونهای پارامتریک جهت بررسی فرضیات پژوهش استفاده نمود.

###### جدول ۳: آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

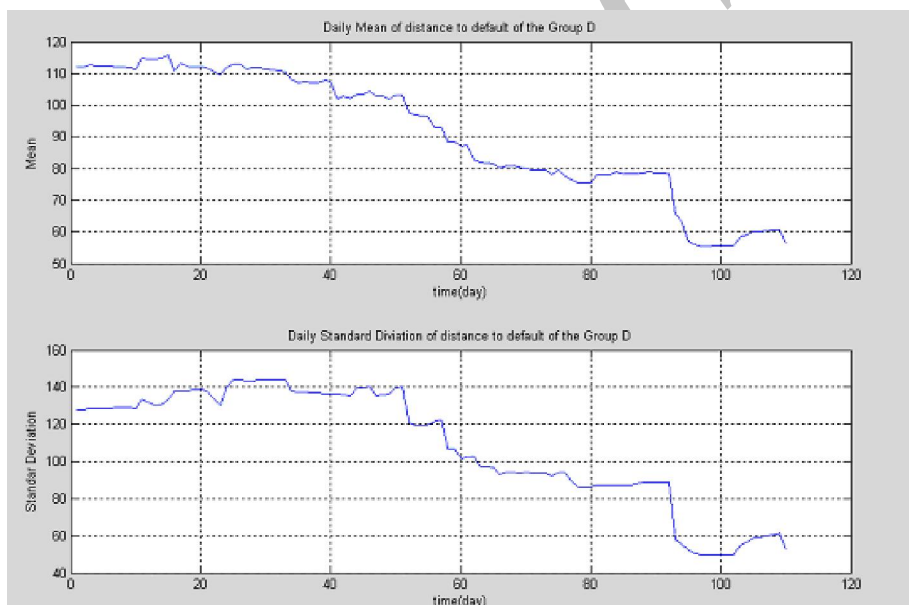
	At	GA	Et
تعداد داده‌ها	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹
پارامترهای نرمال ساز	۱۶۰۲۱,۴۷	۰,۲۶۲۰	۲۲۶۵۴,۲
میانگین	۱۳۰۱۱,۵	۰,۲۵۶۷	۱۰۰۲۰,۷
انحراف معیار			
آزمون کولموگروف-اسمیرنوف Z	۴,۳۰۸	۱,۰۰۹	۰,۹۲۷
سطح معناداری	۰,۰۹۳	۰,۲۶۱	۰,۳۵۶



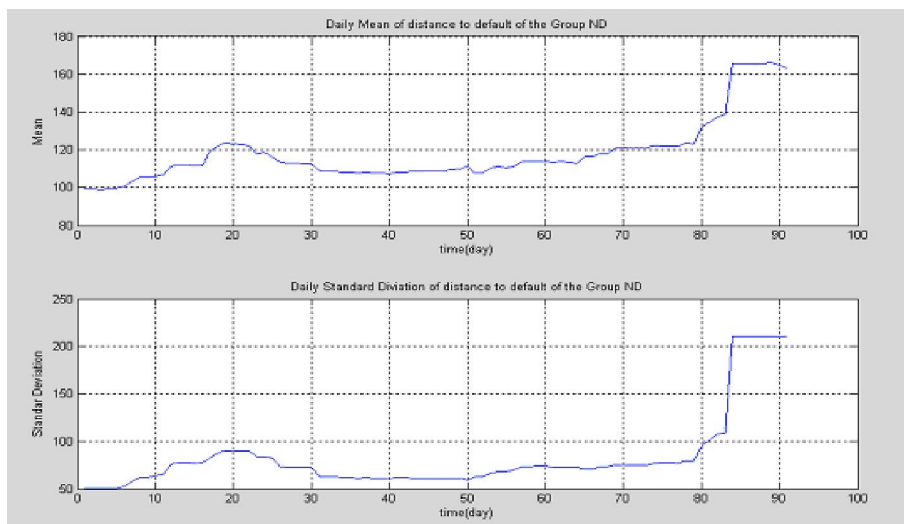
بالا بودن میزان سطح معناداری آزمون از سطح اطمینان ۰,۰۵ برای متغیرهای تحقیق طبق جدول ۳ نشان می‌دهد که متغیرهای مزبور از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت از آزمونهای پارامتریک می‌توان جهت بررسی و تایید فرضیات تحقیق استفاده نمود.

**آزمون فرضیه اول:** بین میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی گروه درمانده مالی و سالم با استفاده از مدل KMV، تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج مربوط به اجرای مدل KMV برای شرکتهایی که در طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ دچار ورشکستگی و مشمول ماده ۱۴۱ شده‌اند نشان می‌دهد که در یک فاصله ۱۲۰ روزه قبل از نکول شاخص فاصله تا درماندگی کاهش یافته است. در مقابل در گروه شرکتهای غیر درمانده (سالم) در طی یک دوره ۱۲۰ روزه مشابه شرکتهای درمانده، فاصله تا درماندگی افزایش داشته است. نتایج در نگاره‌های زیر ارائه گردیده است.



نگاره ۲: میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی شرکتهای درمانده مالی



نگاره ۳: میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی شرکت‌های سالم

برای آزمون فرضیه اول، میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی حاصل از مدل KMV در دو گروه درمانده مالی و سالم با استفاده از آزمون  $t$ \_student با یکدیگر مقایسه می‌گردند. شرکت‌های درمانده مالی و سالم در دو گروه ۰ و ۱ طبقه‌بندی شده و میانگین شاخص فاصله تا ورشکستگی آنها در دو گروه محاسبه و با استفاده از آزمون  $t$ ، میانگین‌ها و انحراف معیارهای دو نمونه با هم مقایسه می‌گردند تا مشخص شود آیا بین آنها اختلاف معناداری وجود دارد یا خیر؟ بنابراین فرض صفر و فرض مخالف بصورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\begin{cases} \mu_1 = \mu_0 \\ \mu_1 \neq \mu_0 \end{cases}$$

جدول ۴ شامل دو آزمون است. در آزمون اول با فرض برابری واریانسها، آزمون لون همگنی واریانس‌ها را بررسی می‌نماید. به عبارتی فرض تساوی متغیر وابسته را برای گروه هائی که توسط عامل رسته ای تعیین شده اند، آزمون می‌کند. فرض صفر همگن بودن واریانس‌ها می‌باشد یعنی واریانس جمعیتها با هم برابر است و اگر مقدار P-VALUE در آماره لون کمتر از ۰,۰۵ باشد تفاوت بدست آمده در واریانس نمونه تصادفی رخ نداده است. بنابراین فرض صفر که برابری واریانس‌ها می‌باشد رد می‌شود و به این نتیجه می‌رسیم که بین واریانس‌ها در نمونه تفاوت وجود دارد. مقدار آماره F برابر ۳,۷۲۴ و سطح معناداری ۰,۵۴ بیانگر آن است که فرض برابری واریانسها را در دو گروه درمانده مالی و سالم نمی‌توان رد کرد. یعنی با توجه به اطلاعات نمونه، واریانس دو گروه درمانده مالی و غیر درمانده با هم برابر است.

جدول ۴: آزمون مقایسه میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی مدل KMV در دو گروه درمانده

مالی و سالم

متغیر مورد بررسی		تعداد داده‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین انحراف استاندارد				
فاصله تا درماندگی مالی	شرکتهای ورشکسته=۰	۵۰	۶۸,۴۵۱۳	۴۸,۲۱۹۱۶	۱۲,۴۵۰۱۳				
	شرکتهای غیر ورشکسته=۱	۵۰	۱۱۸,۰۶۶	۷۱,۵۸۶۰۴	۱۷,۸۹۶۵۱				
آزمون لون برای برابری واریانسها		آزمون t با فرض برابری واریانسها							
		آماره F	سطح معناداری	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت انحراف استاندارد			
فاصله تا درماندگی مالی	با فرض برابری واریانسها	۳,۷۲۴	۰,۵۴	۹۸	۰,۰۳۲	-۴۹,۶۱۴۲۹	۰,۴۹۴	-۱,۱۱	۰,۸۳۲
	با فرض عدم برابری واریانسها			۹۵,۴	۰,۰۳۱	-۴۹,۶۳۷۸۱	۰,۴۸۳	-۱,۰۸۷	۰,۸۰۹

آزمون دوم مقایسه میانگین‌هاست که با فرض برابری واریانسها، معیار تصمیم (سطح معناداری) برابر ۰,۰۳۲ را نشان می‌دهد. با توجه به کوچکتر بودن میزان آماره آزمون از سطح معناداری (۰,۰۵) فرض صفر رد می‌شود. یعنی بین میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی در دو گروه درمانده مالی و غیردرمانده (سالم) تفاوت معناداری وجود دارد. نتیجه حاصل از آزمون فرضیه فوق بر روی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بیانگر آن است که با استفاده از مدل وسیچک-کیلهوفر که توسط شرکت KMV عرضه شده، می‌توان احتمال قصور شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را پیش‌بینی نمود و از شاخص مزبور در جهت تفکیک شرکتهای غیردرمانده از درمانده و همچنین پیش‌بینی روند حرکت ارزش شرکتهای بسمت قصور استفاده نمود.

**آزمون فرضیه دوم:** میانگین شاخص فاصله تا درماندگی مالی مدل KMV و نتایج مدل رتبه Z آلتمن با یکدیگر رابطه معناداری دارند.

بمنظور آزمون این فرضیه از آزمون کی دو استفاده می‌شود. آزمون کی- دو دو بعدی یک آزمون ناپارامتری می‌باشد که در آن بر مبنای فراوانی مشاهده شده و فراوانی مورد انتظار به بررسی تفاوت بین مقادیر دو جامعه مستقل پرداخته می‌شود. بدین منظور ۵۰ شرکت ورشکسته بر مبنای شاخص میانگین احتمال درماندگی مالی مدل KMV به دو گروه شرکتهای بالاتر از میانگین و پایینتر از آن طبقه بندی

می‌شوند. همچنین میزان شاخص Z آلتمن شرکتهای مزبور نیز محاسبه و براساس میانگین شاخص فوق نیز شرکتهای در دو گروه با رتبه Z بالاتر از میانگین و پایینتر از آن طبقه‌بندی می‌گردند. اگر X احتمال نکول محاسبه شده با مدل KMV و y مقدار Z آلتمن باشند، فرض صفر و فرض مخالف تحقیق بصورت زیر است:

$$\begin{cases} nx = ny \\ nx \neq ny \end{cases}$$

برای محاسبه آماره آزمون ابتدا مقدار فراوانیها را در گروه‌های طبقه‌بندی شده محاسبه می‌کنیم.

جدول ۵: فراوانی شرکتهای ورشکسته براساس مقادیر Z آلتمن و KMV

جمع	پایین‌تر از میانگین	بالاتر از میانگین	فراوانی طبقه اعتباری
۵۰	۳۲	۱۸	آزمون KMV
۵۰	۲۹	۲۱	آزمون Z آلتمن
۱۰۰	۶۱	۳۹	جمع

مقدار آماره آزمون بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$X^2 = \sum \frac{(F_{oi} - F_{ei})^2}{F_{ei}} = \sum \frac{(18-21)^2}{18} + \frac{(32-29)^2}{29} = 0.78125$$

مقایسه مقدار بحرانی (۰,۷۸۱۲۵) با آماره کی‌دو در سطح معناداری (۰,۰۵) بیانگر رد فرضیه  $H_0$  می‌باشد. پس در سطح اطمینان ۹۵ درصد، می‌توان گفت که بین نتایج حاصل از مدل KMV با مدل آلتمن رابطه معناداری وجود دارد. از آن‌جا که هدف بررسی مقادیر دو متغیر درون جامعه‌های متفاوت است، از این آزمون برای بررسی فرضیه‌های تفاوتی استفاده می‌شود.

## ۷- نتیجه گیری و بحث

در این مقاله دقت مدل ساختاری KMV در پیش‌بینی احتمال نکول شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور شرکتهایی که طی سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت گردیده بودند انتخاب شدند که در مجموع ۵۰ شرکت حائز شرایط لازم جهت بررسی بودند. یک گروه متشکل از ۵۰ شرکت غیرورشکسته که به لحاظ مشخصه‌هایی مانند حجم داراییها و میزان سرمایه مشابه شرکتهای ورشکسته بودند نیز انتخاب شدند. آزمون فرضیه‌های تحقیق و مقایسه نتایج مدل با مدل رتبه Z آلتمن نشان داد که مدل مزبور با قابلیت اطمینان بالا (۹۵ درصد) قادر به پیش‌بینی احتمال نکول شرکتهای می‌باشد و از آن می‌توان بدین منظور استفاده نمود. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده توسط وسیچک-کیلهوفر [۲۳] که در چارچوب مدل مرتون توسط شرکت KMV در پیش‌بینی احتمال نکول ارائه گردید و تحقیقات بارث و شاموی [۹] در تعیین دقت مدل

از طریق فرموله نمودن دوره‌های تناوب پیش‌بینی ریسک ورشکستگی و ولو [۲۴] در تعیین قابلیت اتکای پارامترهای مدل مطابقت داشته و قابلیت مدل را در تبیین ریسک اعتباری مورد تایید قرار می‌دهد. با توجه به نتایج حاصل از اجرای تحقیق، می‌توان از مدل مزبور بطور گسترده جهت پیش‌بینی احتمال نکول قبل از وقوع آن توسط بانکها و موسسات اعتباری و بیمه‌ای استفاده نمود. همچنین شاخص احتمال نکول می‌تواند به شرکتها هشدار لازم را درخصوص خوب یا بد بودن وضعیت اعتباری ارائه نماید. پیشنهاد می‌گردد بمنظور بهتر شدن نتایج، مدل مزبور به تفکیک صنعت مورد بررسی قرار گیرد. همچنین استفاده از مدل‌های بهبود یافته براساس مبانی مدل مزبور نیز می‌تواند موثر باشد.

#### فهرست منابع

- \* راعی رضا ، سعیدی علی (۱۳۸۵). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) چاپ اول.
- \* راعی رضا ، فلاح پور سعید (۱۳۸۳). پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، تحقیقات مالی شماره ۱۷، صص ۷۰-۳۹.
- \* رسول زاده مهدی (۱۳۸۰). بررسی کاربرد مدل آلتمن برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. ماهنامه بورس شماره ۶۲، صص ۶۵-۳۰.
- \* فلاح شمس میر فیض ، رشنو مهدی (۱۳۸۸). مدیریت ریسک اعتباری، تهران، انتشار ترمه، چاپ اول.
- \* فغانی نرم مهدی (۱۳۸۰). ارتباط بین نسبت‌های مالی و پیش‌بینی ورشکستگی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی.
- \* مهرانی ساسان ، مهرانی کاوه (۱۳۸۳). استفاده از اطلاعات مالی و غیرمالی جهت تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق. فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی شماره ۳۸، صص ۹۲-۷۷.
- \* Altman, E.I. (1993). Corporate financial distress and bankruptcy: a complete guide to predicting and avoiding distress and profiting from bankruptcy, Wiley finance edition, Hoboken, New Jersey.
- \* Anderson, R. W., Sundaresan, S. and Tychon, P. (1966). "Strategic analysis of contingent claims", European Economic Review, 40, 871-81.
- \* Bharath, S. T. and Shumway, T., (2005). "Forecasting default with the KMV-Merton model", Working Paper, University of Michigan.
- \* Black, F. and Scholes, M. (1973). "The pricing of options and corporate liabilities", Journal of Political Economy, 81, pp 637-654.
- \* Black, F., and Cox, J. C. (1976). "Valuing corporate securities: some effects of bond indenture provisions", Journal of Finance, 31, 351-67.
- \* Charitou, A. and Trigeorgis, L. (2006). "The probability of intermediate default in explaining financial distress: an option-based approach", Working Paper, University of Cyprus.
- \* Collin-Dufresne, P. and Goldstein, R. (2001) "Do credit spreads reflect stationary leverage ratios?", Journal of Finance, 56, 1929-57.
- \* Crosbie P. and J. Bohn (2002). "Modeling Default Risk", KMV.
- \* Crouhy, M, Galai, D, and Mark, R. (2000). "A comparative analysis of current credit risk model", Journal of Banking & Finance, 24, pp 59-117.

- \* Dimitras A., Zanakis S., Zopudinis C., 1996. A survey of business failures with an emphasis on failure prediction methods and industrial applications. *European Journal of Operational Research*, Vol. 90, nr.3, p.487-513
- \* Eom, Y. H., J. Helwege, et al. (2004). "Structural models of corporate bond pricing: An empirical analysis", *Review of Financial Studies* 17(2): 499-544.
- \* Goldstein, R., Ju, N. and Leland, H. (2001) "An EBIT-based model of capital structure", *Journal of Business*, 74(4), 483-512.
- \* Hillegeist, S., Keating, E., Cram, D. and Lundstedt, K. (2004) "Assessing the probability of bankruptcy", *Review of Accounting Studies*, 9(1), 5-34.
- \* Huang, J. and Huang, M. (2003). "How much of the corporate-treasury yield spread is due to credit risk", Working Paper, Penn State University.
- \* Jones, S. and Hensher, D.A. (2008). *Advances in Credit Risk Modeling*, Cambridge University Press.
- \* Kealhofer, S. and Kurbat, M. (2001). "The Default Prediction Power of the Merton Approach, Relative to Debt Ratings and Accounting Variables", KMV.
- \* KMV Corporation (1997). "Modeling Default Risk (Technical Document)", <http://www.kmv.com>.
- \* Lee, W.-C. (2011). Redefinition of the KMV Model's Optimal Default Point Based on Genetic Algorithms: Evidenced from Taiwan, *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp. 10107-10113
- \* Leland, H. E. (1994). "Corporate debt value, bond covenants, and optimal capital structure", *Journal of Finance*, 49, 1994, 987-1019.
- \* Löffler, G., & Posch, P. N. (2007). *Credit risk modeling using Excel and VBA*, Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley.
- \* Longstaff, F. and Schwartz, E. (1995). "Valuing risky debt: a new approach", *Journal of Finance*, 50, 789-820.
- \* Mella-Barral P., and Perraudin W. (1997). "Strategic debt service", *Journal of Finance*, 52(2), 531-66.
- \* Merton, R. C. (1974). "On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates", *Journal of Finance*, 29, 449-70.
- \* Newton G.W. *Bankruptcy insolvency accounting practice and procedure* 1998; 1: Wiley, 21-41.
- \* Ohlson, James A. Spring 1980. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, Vol. 18, no. 1, p. 109-131.
- \* Van Gestel, T., & Baesens, B. (2009). *Credit risk management: basic concepts: financial risk components, rating analysis, models, economic and regulatory capital*: Oxford University Press

یادداشت‌ها

<sup>1</sup> Kolmogorev-smirnov test