Archive of SID

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و چهارم / پائیز ۱۳۹۹

کاربرد مدل ZPP در پیش‌بینی ریسک اعتباری

الهه کمالی[۱]
میرفیض فلاح[۲]
فرهاد حنیفی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۸/۰۸

چکیده

موضوعات مربوط به ریسک اعتباری و روش‌هایی برای شناسایی و پیش‌بینی آن در چند دهه گذشته به طور مداوم در حال پیشرفت است. هنگامی که یک شرکت مشکل مالی را تجربه می کند، ممکن است قادر به انجام تعهدات مالی خود نباشد، که می‌تواند باعث زیان مالی مستقیم و غیر مستقیم به سهامداران، اعتباردهندگان، تامین کنندگان مالی و همچنین سایر افراد در جامعه شود. مدل‌های پیشرفته ریسک اعتباری که بر مبنای ارزش بازار است، بهبود کیفیت اعتباری و همچنین افت یا تنزل رتبه اعتباری لحاظ می‌گردد. در پژوهش پیش رو دو مدل از مدل‌های پیشرفته ریسک اعتباری را مورد آزمون قرار داده‌ایم بنابراین دو نمونه انتخاب کرده یعنی شرکت‌هایی که دارای مشکلات مالی هستند و شرکت‌هایی که دارای سلامت مالی می‌باشند و در هر گروه احتمال نکول را از طریق دو مدل KMV وZPP برآورد کرده و سپس احتمالات نکول را با یکدیگر مقایسه کرده و به این نتیجه رسیدیم که توانایی پیش‌بینی‌کنندگی مدل ZPP در مقایسه با مدل KMV بیشتر است.

مدل(ZPP) روشی جدید برای پیش‌بینی احتمال نکول است که مخفف مدل احتمال قیمت صفر می‌باشد. تمرکز اصلی آن نسبت به مدل‌های قدیمی‌تر، بیشتر بر رویکرد مبتنی بر شبیه سازی است.

کلمات کلیدی

کی‌اموی، ZPP، ریسک اعتباری، احتمال نکول

۱-گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. elahekamali729@gmail.com
۲-گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.(**نویسنده مسئول**)mirfeizfallahshams3@gmail.com
۳-گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. farhadhanifi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

موضوعات مربوط به ریسک اعتباری و روش‌هایی برای شناسایی و پیش‌بینی آن در چند دهه گذشته به طور مداوم در حال پیشرفت است(Elizalde, 2005). هنگامی که یک شرکت مشکل مالی را تجربه می‌کند، ممکن است قادر به انجام تعهدات مالی خود نباشد، که می‌تواند باعث زیان مالی مستقیم و غیر مستقیم به سهامداران، اعتباردهندگان، تامین کنندگان مالی و همچنین سایر افراد در جامعه شود. ریسک اعتباری می‌تواند یک بحران مالی را ایجاد کند که آن را یک ریسک سیستماتیک برای اقتصاد جهانی است(Crouhy, Mark, & Galai, 2010). تعدادی از محققان با پیشنهاد مدل‌های مختلف، تلاش و کوشش بسیاری برای حل این نیاز جامعه اختصاص داده‌اند. می‌توان در میان این مدل‌ها از آثار آلتمن (۱۹۶۸) و مرتون (۱۹۷۴) نام برد.

مدل‌هایی مانند مدل آلتمن، مدل‌های سنتی هستند که در آن‌ها برآورد احتمال نکول (PD) تا اندازه‌ای با زیان ناشی از رویدادهای نکول(LGD) ارتباط دارد. این نوع روش‌ها بهبود کیفیت اعتباری و همچنین افت یا تنزل رتبه اعتباری را در نظر نمی‌گیرند بلکه به تجزیه و تحلیل شکست‌ها مانند ورشکستگی، نکول و انحلال می‌پردازند. در حالی که در مدل‌های پیشرفته که بر مبنای ارزش بازار است، بهبود کیفیت اعتباری و همچنین افت یا تنزل رتبه اعتباری لحاظ می‌گردد(Falavigna, 2006). در طی چند سال اخیر مدل های جدیدی برای مدلسازی ریسک اعتباری ارائه شده‌اند مانند مدل‌های ساختاری[۱] و رویکرد تعدیل یافته[۲].

مدل ساختاری[۳] یا ادعای مشروط[۴] جایگزینی را برای مدل تغییر رتبه اعتباری در مدل‌سازی پرتفوی اعتباری ارایه می‌دهد. در این مدل، ارزش اقتصادی نکول به عنوان یک اختیار فروش روی ارزش دارایی‌های شرکت مطرح شده است(اصغری, خوانساری, و سیاهکارزاده, ۱۳۸۶). براساس چهارچوب اولیه مدل مرتون در سال ۱۹۷۴می‌باشد که با استفاده از اصول قیمت‌گذاری اختیار معاملات بلک- شولز (۱۹۷۳) بنا نهاده شده است. در این چارچوب فرآیند نکول شرکت را بوسیله ارزش دارایی‌های شرکت تعیین می‌گردد و بنابراین ریسک نکول با تغییر ارزش داریی‌های شرکت مرتبط است. در این مدل نسبت‌های ترازنامه را با متغیرهای بازار لحاظ نموده و فاصله تا نکول(DD)[۵] را بدست می‌آورد. این مدل براساس ارزش دارایی پایه‌گذاری گردیده است و طبق مطالعات مرتون، در این رویکرد فرض شده که فرآیند نکول درونزا بوده و با ساختار سرمایه ارتباط دارد (Falavigna, 2006). بدین مفهوم که طبق این مدل درماندگی مالی زمانی اتفاق می‌افتد که ارزش دارایی‌های شرکت کمتر از ارزش بدهی‌ها باشد.

با اینکه مدل مرتون در بسیاری از روش‌ها توسعه یافته بود اما هنوز برخی اشکالات در مدل مرتون

www.SID.ir

Archive of SID

حفظ شده بود. فرض نکول تنها در سررسید بدهی‌ها اتفاق می‌افتد یک فرضیه‌ای غیرواقعی در دسته اول مدل‌های ساختاری بود. در دنیای واقعی یک شرکت ممکن است در هر زمانی بین زمان انتشار اوراق تا زمان سررسید اوراق قرضه نکول کند. فرض غیرواقعی دیگر در نسل اول مدل‌های ساختاری نرخ بدون ریسک ثابت و مسطح[۶] بود که تحت فرایند اتفاقی و تصادفی نبود، به عبارتی وابسته به زمان نبودن نرخ بهره برخلاف دنیای واقعی است(Zhang, ۲۰۱۷).

یکی از مدل‌هایی که زیر مجموعه مدل‌های ساختاری است، مدل KMV نام دارد. شرکتKMV (که متخصص تحلیل ریسک اعتباری است)، یک مدل ریسک اعتباری به همراه یک پایگاه داده‌ای وسیعی به منظور تعیین احتمال نکول و توزیع زیان مربوط به ریسک نکول یا تغییر رتبه اعتباری، پدید آورده است. تفاوت مدل KMV با مدل CreditMetrics، این است که به جای استفاده از فراوانی‌های میانگین تغییر رتبه اعتباری که توسط مؤسسات رتبه بندی ارائه می‌شود، از "فراوانی نکول مورد انتظار" (EDF) استفاده می‌کند، این مدل بر مدل ارزش دارایی که اولین بار توسط مرتون (1974) ارائه شده، بنا شده است(اصغری, خوانساری, و سیاهکارزاده, ۱۳۸۶).

متدولوژی کمپانی KMV[۷]، شرکتی متخصص در تحلیل ریسک اعتباری که در سال ۲۰۰۲ توسط Moody's خریداری شد. مدل کی ام وی- مرتون[۸] بر این فرض استوار است که تا زمانیکه ارزش دارایی‌های شرکت، ارزش دفتری بدهی‌هایش را پوشش می‌دهد شرکت با نکول روبه‌رو نمی‌گردد. به عبارتی در مدل KMV مطرح شده است که در نقطه نکول، ارزش بازار و ارزش دفتری دارایی‌ها یکی شده است و ادامه بسیاری از معاملات و خدمات با ایجاد بدهی همراه می‌گردد. علاوه بر این، در این مدل مطرح شده است که بدهی‌های بلندمدت زمان تنفسی را برای شرکت ایجاد می‌نمایند بنابراین تاثیر یا اثر آنها بر نکول شرکت نسبت به بدهی‌های جاری کمتر است.

در سال ۲۰۰۷ توسط دی گیولی، فانتازینی و مگی[۹]، مدل ZPP که مخفف مدل احتمال قیمت صفر[۱۰] است ارائه شد این روش نیز ریسک اعتباری شرکت‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. این مدل بدین مفهوم است که احتمال قیمت روز معاملاتی بعد برابر با امروز باشد. بر اساس مطالعات تجربی این محققان مزیت اصلی مدل ZPP بر مدل KMV این است که از موضوع قابلیت مشاهده بودن دارایی اجتناب می‌کند و ارزش دارایی شرکت را به عنوان ادعایی احتمالی از قیمت سهام و اوراق بهادار در نظر می‌گیرد (Göransson & Grétarsson, 2008).

در روش ZPP تابع ارزش دارایی را با نظریه کاپولا ساده کرده و آن را با روش MonteCarlo شبیه سازی می‌کند و می‌تواند ریسک اعتباری شرکت‌ها را شناسایی و اندازه‌گیری کند.

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش حاضر بر اساس دو گروه نمونه مورد نظر که از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران صورت گرفته است، انجام می‌شود و از طریق دو نمونه صورت گرفته بررسی شده است کهZPP می‌تواند بهتر از مدل KMV بین شرکت‌ها با مشکلات مالی و شرکت‌هایی که دارای سلامت مالی هستند، تمایز قائل شود یا خیر؟!

ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

مدل مرتون یکی از مدل‌های پایه و اساسی برای مدلسازی ریسک اعتباری است. مدل KMV مرتون به طور هوشمندانه‌ای از مدل مرتون برای پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌ها استفاده کرده است. استفاده از مدل پایه به طور قابل ملاحظه ای به ساده سازی فرض‌ها برای تسهیل در اجرا بستگی دارد. بسیاری از متخصصین در حال تحقیق بر روی مدل KMV برای تخمین صحت مدل و یافتن روش‌هایی برای بهبود آن هستند. مدل استفاده شده در شرکت KMV فقط بر روی این فرضیات تکیه نمی‌کند. موسسان شرکت KMV، اولدریچ واسیچک[۱۱] و استفان کالهوفر[۱۲] مدل جدیدی را تحت عنوان واسیچک - کالهوفر(VK) برای تخمین "فاصله تا نکول[۱۳]" یک شرکت خاص و با استفاده از پایگاه داده مختص کشور ایالات متحده نگاشت تناوب نکول مورد انتظار[۱۴]، توسعه دادند(Kealhofer, 2003).

کاربرد دیگر مدل مرتون محاسبه ارزش بازاری و نوسان پذیری دارایی شرکت با استفاده از ارزش حقوق صاحبان سهام برای بهبود محاسبه فاصله از نکول می‌باشد. کالهوفر[۱۵] و کوربات[۱۶] در پژوهش خود بر روی تحقیقات مودی به این نتیجه رسیدند این مدلها از اطلاعات بیشتری استفاده می‌کنند و در مقایسه با دیگر موسسات نرخ دهی سریعتر واکنش نشان می دهند (Kealhofer, S., & Kurbat, 2000). کراسبی[۱۷] و بوهن[۱۸] مدل احتمال نکول KMV را بعد از اصلاحاتی بر روی فرضیات آن توسعه دادند(Crosbie, P. J., 2002).

به علاوه تحقیقات زیادی بر روی روش شناسی KMV انجام شده است. باراث[۱۹] و شاموی[۲۰] صحت مدل پیش بینی نکول KMV-مرتون را با ساخت احتمال ساده[۲۱] بررسی نمودند (Bharath, S. T., & Shumway, 2008).

در تحقیقات اخیر نیز روش ZPP که ریسک اعتباری شرکت‌ها را اندازه‌گیری می‌کند مطرح شده است. این روش در سال ۲۰۰۷ توسط دی گیولی، فانتازینی و مگی[۲۲] ارائه شد. با وجود شهود نظری و کاربرد انعطاف‌پذیر مدل ZPP، شواهد تجربی محدودی در مورد عملکرد آن وجود دارد. این محققان در سال ۲۰۰۷ نمونه‌هایی برای اثبات مدل خود ارائه دادند. این محققین در محاسبه شبیه سازی مونت کارلو از گارچ استفاده کردند(Fantazzini, Giuli, & Maggi, 2007) که چند ماه بعد پس از انتشار مدل در

www.SID.ir

Archive of SID

سال ۲۰۰۸ این مدل توسط گوراسون و همکارش (Göransson & Grétarsson, 2008) مورد بررسی قرار گرفت.

سپس سو و هوانگ[۲۳] در سال ۲۰۱۰ مطالعات خود را در مورد عملکرد نسبی ZPP و سایر مدل‌ها نظیر KMV و Logit منتشر کردند که نمونه آماری آنها شامل شرکت‌های الکترونیک در تایوان بود. در ادامه تحقیقی توسط لی، یانگ و زو[۲۴] در سال ۲۰۱۶ در مورد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق و بهادار چین انجام شد. این محققان عملکرد مدل ZPP را نیز مورد بررسی قرار دادند و تحقیقات محققین ارائه کننده مدل را مورد تایید قراردادند.

در ایران نیز تحقیقی بر روی مدل ZPP صورت نپذیرفته اما در این میان می‌توان به چند نمونه از تحقیقات صورت گرفته در مورد مدل KMV اشاره کرد.

احمدی و رستگار(۱۳۹۶) بررسی نقطه نکول مشتریان حقوقی بانک‌ها با مدل‌های ترکیبی KMV در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت و به این نتیجه رسیدند که اوراق بدهی بورسی نسبت به فرابورسی اسپرد اعتباری بیشتری داشته و همچنین اوراق بدهی با تضمین بانک اسپرد اعتباری بیشتری نسبت به اوراق بدون تضمین بانک داشته است.

کوشا و عباس زاده(۱۳۹۶)به بررسی اثر نقدشوندگی سهام برریسک نکول در شرکت‌های بورسی اوراق بهادار تهران پرداخته و تحقیق آنها نقدشوندگی سهام به عنوان متغیر مستقل درنظر گرفته شد تا تاثیر آن بر ریسک عدم توان پرداخت بدهی موررد بررسی قرار گیرد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های شرکت‌ها در دوره زمانی تحقیق با استفاده از رگرسیون چندمتغیره در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که بین نقدشوندگی سهام و ریسک عدم توان پرداخت بدهی ارتباط معناداری وجود دارد.

طالبی(۱۳۹۳) در پایان نامه خود با عنوان بررسی ارتباط بین احتمال نکول و انعطاف پذیری مالی در بازار سرمایه ایران با استفاده از مدل KMV یکی از فاکتورهای که این محقق در تحقیقات خود مدنظر قرارداده بود عامل اندازه بازار بود که به این نتیجه رسید که اندازه بازار با احتمال نکول رابطه معکوس و معنی داری دارد(طالبی, ۱۳۹۳).

آذری پناه و فلاح شمس(۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان بررسی ارتباط بین نکول و ساختار سرمایه از مدل KMV و روش پنل دیتا به بررسی ارتباط اجزا ساختارسرمایه با احتمال نکول شرکت‌ها پرداختند شش متغیر به عنوان اجزا ساختار سرمایه در نظر گرفتند که این شش متغیر عبارتند از اندازه شرکت، نسبت B/M، بازده سهم و نوسانات بازده دارایی، اهرم و بتا. نتایج تحقیق نشان داد که رابطه معکوس و معنی داری بین احتمال نکول و اندازه شرکت نشان داده شد(پناه آذری و فلاحشمس, ۱۳۹۲).

www.SID.ir

Archive of SID

روش شناسی پژوهش

لازم به ذکر است که در این بخش نیاز به ارائه روش‌شناسی دو مدل می‌باشد که شامل مدل KMV و مدل ZPP است که در زیر به توضیحات آنها پرداخته شده است.

مدل KMV

همان طور که قبلا نیز بیان شد مدل KMV بر اساس مدل مرتون مطرح شده است بدین صورت که اگر ارزش دارایی پایینتر از نقطه نکول گردد، شرکت دچار نکول خواهد شد. بنابراین احتمال نکول یعنی احتمال اینکه ارزش دارایی‌ها پائین‌تر از نقطه نکول شود. به طور کلی مراحل محاسبه احتمال نکول در KMV شامل سه مرحله زیر می‌باشد:

۱) تخمین ارزش بازاری دارایی و نوسان دارایی شرکت
۲) محاسبه فاصله نکول به عنوان شاخصی از ریسک نکول
۳) بدست آوردن احتمال نکول از فاصله نکول

تخمین ارزش دارایی‌ها، نوسان و بازده دارایی‌ها

در رویکرد ادعاهای مشروط، ارزش بازار دارایی‌ها بر اساس یافته‌های تجربی به صورت توزیع لگاریتم نرمال در نظر گرفته می‌شود. توزیع دارایی‌ها در طول زمان ثابت و نوسان بازده سهام در طول زمان ثابت می‌باشد.

KMV فرض می‌کند که ساختار سرمایه شرکت متشکل از سهام، بدهی کوتاه‌مدت و بدهی بلندمدت است. حال داریم:

$$S = f(V, \sigma, LR, c, r) \quad (۱)$$

$$\sigma_s = g(V, \sigma, LR, c, r) \quad (۲)$$

نوسان بازده سهام در این حالت ثابت در نظر گرفته می‌شود، در غیر اینصورت از رویکرد تکرار معادله استفاده می‌شود:

$$V = h(V, \sigma, LR, c, r) \quad (۳)$$

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه فاصله نکول به عنوان شاخصی از ریسک نکول

مطالعات تجربی نشان می‌دهد که نکول زمانی رخ می‌دهد که ارزش دارایی‌های شرکت بین مقدار تعهدات کلی و تعهدات کوتاه‌مدت قرار گیرد بنابراین لحاظ کردن جمع وام‌ها به عنوان نقطه بحرانی زیاد دقت زیادی به ما نمی‌دهد. هنگامی که توزیع بازده دارایی‌های دنباله پهن است دقت بسیار پایین می‌آید و ممکن است شرکت در اثر این محاسبات اشتباه اعتبار بالاتری بگیرد و در حالت استرس قرار بگیرد.

فرمول محاسباتی فاصله تا نکول در مدل KMV به صورت زیر می‌باشد:

$$DD: distance\ of\ default = \frac{E(V_1) - DPT}{\sigma_V} \qquad ۴$$

براساس لگاریتم نرمال فرمول فوق به صورت زیر است:

$$DD = \frac{ln\left(\frac{V_0}{DPT_T}\right) + (\mu - 0.5{\sigma_V}^2)T}{\sigma_V\sqrt{T}} \qquad ۵$$

V0: ارزش جاری شرکت (ارزش دارایی شرکت)

DD: فاصله تا نکول

μ: بازده مورد انتظار شرکت، خالص نقد خروجی

σ_V: نوسانات سالانه ارزش دارایی

T: فاصله زمانی تا سررسید بدهی

لازم به ذکر است که در مدل‌های اولیه (مدل مرتون) به جای DPT کل بدهی‌ها قرار می‌گرفت اما با گذشت زمان این مدل اصلاح شد و برخی از محققین بیان داشتند که تاثیر بدهی‌های بلندمدت بر نکول شرکت کمتر است بنابراین به جای قرار دادن ارزش کل بدهی‌ها، فرمول فوق مطرح شد لذا تاثیر بدهی‌های بلندمدت را بر نکول شرکت کمتر و از طرف دیگر تاثیر بدهی‌های کوتاه‌مدت بر نکول شرکت بیشتر نشان داده شود.

$$DPT_T: Default\ Point = STD + \frac{LTD}{2} \qquad ۶$$

DPT_T: نقطه نکول در افق زمانی T

STD: بدهی های کوتاه مدت

LTD: بدهی های بلند مدت

جهت تخمین تغییرمورد انتظاردر ارزش دارایی(μ)، با استفاده از مقادیر به دست آمده ارزش دارایی،

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان بازده مورد انتظار را از طریق مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) تخمین زد(پناه آذری & فلاحشمس, ۱۳۹۲).

$$ER_i - R_f = \beta i\,(ER_m - R_f) \qquad ۷$$

R_f نشان دهنده نرخ بازده بدون ریسک و R_m نیز بیانگر بازده پرتفوی بازار است. دراین تحقیق از نرخ سود اوراق مشارکت بانک مرکزی(۲۰درصد) به عنوان نماینده R_f و از شاخص کل بورس تهران به عنوان نماینده R_m استفاده شده است. با رگرسیون بازده‌های ارزش دارایی در مقابل شاخص کل، تخمینی از بتای دارایی ها بدست آورده شده است. صرف ریسک بازار ($E(R_m - R_f)$) نیز با رگرسیون بازده مورد انتظار سهام مختلف در مقابل شاخص کل در نظر گرفته شده است. با مشخص شدن ضریب بتای مربوط به دارایی‌های هر شرکت و صرف ریسک بازار، بازده مورد انتظار دارایی تعیین می‌شود، اما این مقدار نرخ رانش(μ)که در فرمول ذکر شد، نیست. نرخ تکانه برای بازده‌های لگاریتمی مطرح می‌شود. بنابراین نرخ تکانه از لگاریتم بازده مورد انتظار دارایی به دست می‌آید.

درصد نوسانات شرکت یا به عبارت دیگر برای محاسبه واریانس سالانه تغییرات لگاریتم ارزش شرکت یا همان واریانس بازده ارزش شرکت، از طریق معادله محاسبه گردد:

$$\delta_E^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(R_t - \bar{R})^2}{n-1} \qquad ۸$$

در محاسبات اکسلσ_E[۲۵] برابر است با STDEV.S یا همان انحراف معیار بازده لگاریتم نرمال قیمت سهام، بدین صورت که ابتدا LN قیمت امروز را نسبت به قیمت روز کاری قبل محاسبه می‌شود سپس از Ln های موجود انحراف معیار محاسبه می‌شود. در انتها عدد محاسبه شده را در فرمول زیر قرار داده و σ_E محاسبه می‌شود:

$$\sigma_E = STDEV.S\sqrt{n} \qquad ۹$$

n: تعداد LNهای محاسبه شده

STDEV.S: انحراف معیار از بازدهی لگاریتم نرمال قیمت‌های سهام

پس از آن از طریق فرمول زیر انحراف معیار دارایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\sigma_V = \sigma_{A=}(\sigma_E \times V_E)/(V_D + V_E) \qquad ۰۹$$

بدست آوردن احتمال نکول از فاصله نکول

آخرین مرحله در محاسبه احتمال نکول می‌باشد. همان طور که می‌دانیم توزیع دارایی‌ها در مدل

www.SID.ir

Archive of SID

KMV به صورت تجربی می‌باشد بنابراین اگر عنصر تصادفی بازه دارایی‌های شرکت دارای توزیع نرمال باشد به همین دلیل می‌توان احتمال نکول را با توزیع نرمال تجمعی به صورت زیر تعریف کرد:

$$\boldsymbol{Prob(Default) = \Phi(-DD)} \qquad ۱۰$$

مدل ZPP

در روش ZPP تابع ارزش دارایی را با نظریه کاپولا ساده کرده و آن را با روش MonteCarlo شبیه‌سازی می‌کند. این مدل می‌تواند ریسک اعتباری شرکت‌ها را شناسایی و اندازه‌گیری کند و همچنین می‌تواند بهتر از مدل KMV بین شرکت‌ها با مشکلات مالی و شرکت‌هایی که دارای سلامت مالی هستند، تمایز قائل شود. ایده اصلی مدل ZPP به شرح زیر است:

ارزش نهایی شرکت در سررسید بدهی‌هایش برابر است با:

$$\boldsymbol{A_t = G(E_T, B_T; T)} \qquad ۱۱$$
$$\boldsymbol{= max(E_T, B_T, 0) I_{[(E_T \geq 0),(0 \leq B_T \leq D)]}}$$

در فرمول فوق B_T ارزش اوراق قرضه، E_T ارزش حقوق صاحبان سهام است، D نشان دهنده بدهی است و I تابع نشانه[۲۶] است. به عبارت دیگر I تابعی است که اگر شرایط ذکر شده در ذیل آن برقرار باشد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد.

بر اساس فرضیه بازار کامل، معادله (۱) را می توان به شکل پیوسته[۲۷] زیر نوشت:

$$\boldsymbol{A_t = G(E_t, B_t; t)} \qquad ۱۳$$
$$\boldsymbol{= P(t,T) \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} G(E_T, B_T; T) q(E_T, B_T | F_T)\, dE_T dB_T}$$

در آن $P(t, T)$ عامل تنزیل بدون ریسک و $q(E_t, B_T|F_T)$ تابع چگالی احتمال خنثی به ریسک[۲۸] برای ادعای دوجانبه[۲۹] $G(E_T,B_T;T)$ است.

حل معادلات فوق بسیار سخت است به خصوص در زمانی که بازار کامل[۳۰] نباشد. بنابراین به منظور حل این مشکل از نظریه کاپولا استفاده می‌شود. معادله فوق را می‌توان بر اساس نظریه کاپولا[۳۱] به صورت زیر نوشت:

$$\boldsymbol{A_t = P(t,T) \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} G(E_T, B_T; T)\, C_{E,B}(F_E, F_B | F_t) f_E(E|F_t) f_B(B|F_t) dE_T dB_T} \qquad ۱۲$$

www.SID.ir

Archive of SID

در فرمول فوق $C_{E,B}$ یک چگالی کاپولای دوجانبه[۳۲] ما بین قیمت‌های سهام و اوراق قرضه می‌باشد و F_E و F_B چگالی های حاشیه ای مدل فوق می باشند. با این وجود رویکرد خنثی به ریسک در مدل کاپولا یک مشکل اساسی دارد که دروقع از احتمالات خنثی به ریسک برای قیمت اوراق قرضه استفاده می‌کند.

به عبارت دیگر با توجه به فقدان نقدینگی در بازارهای اوراق قرضه شرکتی، تقریبا غیرممکن است که تابع چگالی حاشیه‌ای خنثی به ریسک از قیمت‌های اوراق قرضه یا توزیع مشترک قیمت اوراق قرضه و سهام بدست آورد. بنابراین ما به احتمالات هدف با نرخ بهره ریسکی بر می‌گردیم به عبارتی به جای فرض خنثی به ریسک از فرض ریسکی استفاده می‌کنیم:

$$A'_t = P_r(t,T)\int_0^{\infty}\int_0^{\infty} G(E_T, B_T(i_T); T)\, c_{E,i}(F_E, F_i|F_T)\; F_E(E|F_t) f_i(i|F_t) dE_T di_T \qquad ۱۳$$

با توجه به اینکه B_T و $P_r(t, T)$ در زمان t شناخته می‌شوند و هر دو این متغیرها معلوم می‌باشند، تنها نیاز به توزیع قیمت سهام داریم زیرا متغیر(E_T) در حال حاضر تنها متغیر مجهول معادله زیر است:

$$A''_t = P_i(t,T)\int G(E_T, B_T; T)\, f_E(E|F_T) dE_T \qquad ۱۴$$

بنابراین ارزش شرکت می‌تواند با استفاده از مدل مونت کارلو شبیه‌سازی شود:

$$A^{\sim}_t = P_i(t,T)\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} G\left(E^{\sim}_{i,T}, B_T; T\right) \qquad ۰۱۵$$

$$= P_i(t,T)\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} max\left(E^{\sim}_{i,T}, B_T, 0\right)_{[(E_T\geq 0),(0\leq B_T\leq D)]}$$

هنگامی که ارزش شرکت کمتر از بدهی‌های آن است، شرکت نمی‌تواند بدهی‌های خود را بازپرداخت کند و ارزش حقوق صاحبان سهام آن کمتر از صفر است. اگر اجازه داشته باشیم که دامنه‌ی قیمت حقوق صاحبان سهام را بین$(-\infty,\infty)$ بدانیم، احتمال نکول را می‌توان از $Pr[E_T\leq 0]$ یا $Pr[P_T\leq 0]$ بدست آورد، در این فرمول P_T قیمت سهام است. این منشا و اصل نام‌گذاری مدل ZPP است.

این رویکرد دارای چندین مزیت است که یکی از این موارد این است که نیاز به نوسانات شرکت که دارای محاسبات پیچیده است نمی‌باشد. این رویکرد نیاز به استفاده از توزیع لگاریتمی نرمال که تقریبا در تمام مدل‌های ساختاری موجود است نمی باشد. در این رویکرد در افق زمانی معین احتمال نکول

www.SID.ir

Archive of SID

قابل محاسبه است در حالی که در رویکرد مرتون احتمال نکول برای اوراق قرضه‌ای که نزدیک به سررسید است، تقریبا صفر است.

در جهت انجام شبیه سازی مدل ZPP چهار گام زیر صورت می‌پذیرد:

- محاسبه واریانس شرطی با استفاده از داده های موجود
- محاسبه یک مسیر قیمت با استفاده از واریانس
- تکرار مرحله دو برای مقدار مشخصی، در این مورد ۱۰۰۰۰
- اگر مقادیر تاریخی مورد استفاده است، سه مرحله فوق را به منظور تطبیق اطلاعات برای هر زمان تکرار کنید.

در مدل ZPP در محاسبه شبیه سازی مونت کارلو به جای قیمت امروز از تغییر قیمت امروز به دیروز استفاده شده است(Lento & Gradojevic, 2013). زیرا استفاده از تغییرات قیمت امکان ارزش‌های منفی را ایجاد می‌کند و از طرفی استفاده از میزان تغییرات در شبیه سازی مونت کارلو سبب می‌شود که تلورانس داده‌های پیش بینی شده کاهش یابد و یا به عبارتی داده‌های پرت کمتری ایجاد شود (Trueck & T.Rachev, 2009).

$$X_t = P_t - P_{t-1} \qquad ۱۶$$

در رویکرد اولیه ZPP در محاسبه شبیه‌سازی مونت کارلو از مدل گارچ با AR(۳) استفاده شده است(Fantazzini et al., 2007). لازم به ذکر است که واریانس مد نظر از تغییرات قیمت در بخش قبل محاسبه می شود نه از بازده لگاریتمی قیمت.

در نهایت احتمال نکول از طریق یک نسبت ساده زیر محاسبه می‌شود:

$$PD = n/N \qquad ۱۷$$

در اینجا N همان تعداد شبیه‌سازی مورد نظر است و n تعداد دفعاتی است که قیمت مقدار مانع[۳۳] را رد کرده است در اینجا مانع مورد نظر همان مقدار صفر است. به عبارت دیگر تعداد دفعاتی که قیمت کمتر از صفر یا منفی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های پژوهش

پس از نمونه‌گیری از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار و انتخاب نمونه‌ای که شرایط مدنظر ما برای پژوهش را داشته باشد، داده‌های قیمت معاملاتی و داده های ترازنامه‌ای را استخراج تا بتوان از طریق دو مدل فوق احتمال نکول را محاسبه کرد.

شرکت‌هایی که نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام آنها بیش از یک باشد و طی مدت ۹۰ روز حجم معاملات‌شان بیش از ۲میلیون سهام باشد و مهمتر از همه دارای ROE منفی نیز باشند به عنوان نمونه ناسالم انتخاب شده‌اند. با این پیش فرض کل نمونه ما در شرکت های دارای مشکلات مالی ۲۶شرکت می‌باشد که عمدتا در زیر مجموعه صنعت سیمان و ساختمانی قرار دارند که البته برخی از آنها نیز جزئ خدمات مالی می‌باشند که لازم به ذکر است بانک قوامین نیز جزئ این گروه بود و که با توجه به خروج از بازار سرمایه از نمونه خارج شده است.

از طرف دیگر شرکت‌هایی که به مدت پنج سال متوالی سود عملیاتی‌شان رشدی بیش از ۱۰درصد داشته است و نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام آنها کمتر از یک باشد و مهمتر از همه دارای ROE مثبت نیز باشند جزئ شرکت‌های "دارای سلامت مالی" قرار گرفته است. علت این پیش شرط سخت‌گیرانه کاهش جامعه آماری مورد نظر است و قرار دادن ایدال‌ترین شرکت‌ها در گروه شرکت‌های دارای سلامت مالی است که با این پیش شرط‌ها تعداد ۲۶ شرکت در این گروه قرار گرفته‌اند البته به دلیل اینکه نیاز به دو نمونه برابر می‌باشد لازم است تعداد نمونه سالم را با حذف یک شرکت نیز کاهش داده و در نهایت هر دو نمونه با ۲۵ شرکت ایجاد شده است. سپس هر دو مدل فوق را بر روی هر دو گروه آزمون نموده و به این مسئله پرداخته خواهد شد که کدام‌یک از مدل‌های فوق دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی بهتری جهت شناسایی و ایجاد تمایز بین این دو گروه از شرکت‌ها می‌باشد و قابلیت پیش‌بینی‌کنندگی کدامیک از دو مدل فوق بهتر است؟!

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول زیر همانطور که قبلا نیز ذکر شده است شرکت‌ها به دو دسته زیر تقسیم شده‌اند:

گروه اول: شرکت‌های دارای سلامت مالی

گروه دوم: شرکت‌های دارای مشکلات مالی

جدول۱: احتمال نکول مدل KMV

گروه اول	ارزش دارایی	نوسان ارزش دارایی	فاصله تا نکول	احتمال نکول	گروه دوم	ارزش دارایی	نوسان ارزش دارایی	فاصله تا نکول	احتمال نکول
۱	175,440,000	0.2385	6.2609	0.0000	۱	2,017,500	0.4026	3.3349	0.0004
۲	11,367,000	0.3869	9.1561	0.0000	۲	4,200,110	0.3268	3.3642	0.0004
۳	57,460,000	0.2564	7.0056	0.0000	۳	5,619,452	0.2786	3.4066	0.0003
۴	221,892,000	0.2482	9.4224	0.0000	۴	74,525,438	0.0113	8.6417	0.0000
۵	4,376,490	0.4599	3.6631	0.0001	۵	9,522,000	0.2528	3.1128	0.0009
۶	517,920,000	0.2177	7.9062	0.0000	۶	2,686,500	0.3554	3.3539	0.0004
۷	168,091,300	0.3246	10.3907	0.0000	۷	1,360,435	0.3682	2.7340	0.0031
۸	326,508,000	0.2610	7.9825	0.0000	۸	5,436,600	0.4630	3.2374	0.0006
۹	7,961,250	0.3914	7.5321	0.0000	۹	3,552,256	0.2940	2.3843	0.0086
۱۰	213,500,000	0.2766	7.0656	0.0000	۱۰	12,728,116	0.5582	2.8398	0.0023
۱۱	9,739,600	0.3275	4.1995	0.0000	۱۱	5,744,200	0.3371	3.4671	0.0003
۱۲	15,633,200	0.4482	4.2424	0.0000	۱۲	6,934,485	0.1566	2.9291	0.0017
۱۳	220,836,000	0.2862	8.4952	0.0000	۱۳	10,133,688	0.9095	0.8171	0.2069
۱۴	330,912,000	0.4497	4.4939	0.0000	۱۴	1,027,200	0.1047	3.2167	0.0006
۱۵	14,843,400	0.3512	8.4731	0.0000	۱۵	799,534	0.5098	4.7894	0.0000
۱۶	60,963,500	0.3518	5.5226	0.0000	۱۶	13,186,250	0.4256	3.1776	0.0007
۱۷	57,617,280	0.2490	6.8071	0.0000	۱۷	6,029,607	0.2496	4.8367	0.0000
۱۸	3,011,250	0.4599	11.4844	0.0000	۱۸	1,909,218	0.3658	2.7276	0.0032
۱۹	19,485,138	0.7176	5.7335	0.0000	۱۹	55,163,331	0.0390	4.8454	0.0000
۲۰	14,604,000	0.3907	5.1595	0.0000	۲۰	2,233,500	0.2037	3.1836	0.0007
۲۱	15,680,800	0.4129	5.5915	0.0000	۲۱	5,039,967	1.0816	0.7831	0.2168
۲۲	5,527,480	0.3870	4.6995	0.0000	۲۲	3,883,800	0.5733	2.9558	0.0016
۲۳	2,099,989	0.4965	3.1472	0.0008	۲۳	14,685,308	0.7410	2.7607	0.0029
۲۴	2,956,800	0.6103	3.1252	0.0009	۲۴	7,391,102	0.3791	1.8607	0.0314
۲۵	19,423,600	0.3096	15.4746	0.0000	۲۵	710,446	0.3091	1.2238	0.1105

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲: احتمال نکول مدل ZPP

گروه اول	ارزش دارایی	نوسان ارزش دارایی	ZPP	گروه دوم	ارزش دارایی	نوسان ارزش دارایی	ZPP
۱	175,440,000	0.2385	0.0044	۱	2,017,500	0.4026	0.1097
۲	11,367,000	0.3869	0.0003	۲	4,200,110	0.3268	0.1904
۳	57,460,000	0.2564	0.0001	۳	5,619,452	0.2786	0.1948
۴	221,892,000	0.2482	0.0000	۴	74,525,438	0.0113	0.1012
۵	4,376,490	0.4599	0.0721	۵	9,522,000	0.2528	0.0640
۶	517,920,000	0.2177	0.0047	۶	2,686,500	0.3554	0.3346
۷	168,091,300	0.3246	0.0000	۷	1,360,435	0.3682	0.4166
۸	326,508,000	0.2610	0.0270	۸	5,436,600	0.4630	0.1989
۹	7,961,250	0.3914	0.0001	۹	3,552,256	0.2940	0.2764
۱۰	213,500,000	0.2766	0.0000	۱۰	12,728,116	0.5582	0.5055
۱۱	9,739,600	0.3275	0.0100	۱۱	5,744,200	0.3371	0.2569
۱۲	15,633,200	0.4482	0.0636	۱۲	6,934,485	0.1566	0.1281
۱۳	220,836,000	0.2862	0.0000	۱۳	10,133,688	0.9095	0.6124
۱۴	330,912,000	0.4497	0.0036	۱۴	1,027,200	0.1047	0.0963
۱۵	14,843,400	0.3512	0.0001	۱۵	799,534	0.5098	0.1557
۱۶	60,963,500	0.3518	0.0000	۱۶	13,186,250	0.4256	0.1573
۱۷	57,617,280	0.2490	0.0004	۱۷	6,029,607	0.2496	0.0949
۱۸	3,011,250	0.4599	0.0002	۱۸	1,909,218	0.3658	0.0840
۱۹	19,485,138	0.7176	0.0084	۱۹	55,163,331	0.0390	0.1645
۲۰	14,604,000	0.3907	0.0004	۲۰	2,233,500	0.2037	0.2401
۲۱	15,680,800	0.4129	0.0044	۲۱	5,039,967	1.0816	0.6353
۲۲	5,527,480	0.3870	0.0006	۲۲	3,883,800	0.5733	0.0193
۲۳	2,099,989	0.4965	0.0002	۲۳	14,685,308	0.7410	0.4671
۲۴	2,956,800	0.6103	0.0811	۲۴	7,391,102	0.3791	0.2470
۲۵	19,423,600	0.3096	0.0037	۲۵	710,446	0.3091	0.3937

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود در گروه دارای سلامت مالی اکثراً احتمال نکول شرکت‌ها، از طریق مدل KMV نزدیک به صفر است اما از طرف دیگر این مدل احتمال نکول شرکت‌های دارای مشکلات مالی را نیز تقریبا بیش از ۵۰ درصد نزدیک به صفر نشان داده است اما همانطور که ملاحظه می‌شود مدل ZPP در گروه شرکت‌های دارای مشکلات مالی میزان احتمال نکول را بسیار بالا و با اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

چشمگیری نسبت به مدل KMV نشان داده است که البته نتایج مربوطه بر اساس آزمون خطای مدل‌ها در زیر تبیین می‌شود:

آزمون خطای مدل ها

در اینجا با تعیین فرضیه H_0 و H_1 می‌توان خطاهای مدل‌ها را مورد تفسیر قرار داده و به نتیجه‌گیری در مورد مدل‌ها پرداخت:

H_0: شرکت نکول می‌کند.

H_1:شرکت نکول نمی‌کند.

در زیر به تعریفی از خطاهای نوع اول و دوم در آمار پرداخته شده است:

در جدول زیر با فرض اینکه صفر، نشاندهنده نکول شرکت و یک، نشاندهنده عدم نکول باشد موارد فوق را نشان داده خواهد شد که کدام مدل دارای درصد خطای بیشتر است نشان داده خواهد شد:

جدول۳: خطای پیش‌بینی مدل ها بر اساس مشاهدات

		پیش بینی	
		۰ (نکول)	۱ (عدم نکول)
مشاهدات	پذیرش فرضیه صفر	صحیح	نوع خطای β
	رد فرضیه صفر	نوع خطای α	صحیح

جدول فوق بر این فرض طراحی شده است که صفر نکول و یک عدم نکول را نشان می‌دهد. با فرض اینکه اگر احتمال نکول یا ناحیه بحرانی جهت اتخاذ تصمیم بیش از ۵ درصد تعیین شود، می‌توان مفاهیم زیر را بدین صورت نشان داد:

بررسی درستی پیش‌بینی هر مدل در زمانی که بیان شده است نکول کرده و مشاهدات نیز نشان داده است که نکول کرده است به شرح زیر است:

$$\text{صحیح}(0,0) = \frac{\text{نکول کرده و به درستی پیشبینی شده}}{\text{کل پیشبینی}}$$

در اینجا به بررسی نتایج محاسبات هر مدل در نمونه دارای مشکلات مالی می‌پردازد و نتایج را به شرح زیر بیان می‌کند. به عبارت دیگر بیان می‌کند فرضیه صفر پذیرفته شده و به درستی پذیرفته شده است:

www.SID.ir

Archive of SID

$$ZPP(0,0) = \frac{\text{نکول کرده و به درستی پیشبینی شده}}{\text{کل پیشبینی}} = \frac{24}{25} = 96\%$$

$$KMV(0,0) = \frac{\text{نکول کرده و به درستی پیشبینی شده}}{\text{کل پیشبینی}} = \frac{3}{25} = 12\%$$

محاسبات فوق قدرت مدل ZPP را در پیش‌بینی شرکت‌هایی که احتمال نکول بیشتر دارند، ۹۶ درصد نشان می‌دهد و به عبارتی نشان‌دهنده آن است که در پیش‌بینی احتمال نکول شرکت‌هایی که دارای سلامت مالی نیستند و احتمال نکول بالا دارند دقت این مدل نسبت مدل دیگر بسیار بالا بوده است. این درحالی است که قدرت مدل KMV ۱۲ درصد می‌باشد این بدین مفهوم است که خطای α در این مدل بسیار بالاست.

بررسی درستی پیش بینی هر مدل در زمانی که بیان شده است نکول نکرده و مشاهدات نیز نشان داده است که نکول نکرده است به شرح زیر است:

$$\text{صحیح}(1,1) = \frac{\text{نکول نکرده و به درستی پیش‌بینی شده}}{\text{کل پیش‌بینی}}$$

دراینجا بیان می‌کند که فرضیه صفر در گروه دارای سلامت مالی رد شده و به درستی رد شده است. نتایج محاسبات هر مدل به شرح زیر است:

$$ZPP(1,1) = \frac{\text{نکول نکرده و به درستی پیش‌بینی شده}}{\text{کل پیش‌بینی}} = \frac{22}{25} = 88\%$$

$$KMV(1,1) = \frac{\text{نکول نکرده و به درستی پیش‌بینی شده}}{\text{کل پیش‌بینی}} = \frac{25}{25} = 100\%$$

بررسی فوق نشان دهنده آن است که قدرت مدل KMV در شناسایی شرکت‌های دارای سلامت مالی بیش از مدل ZPP می‌باشد و به عبارتی خطای β در مدل ZPP برابر با ۱۲ درصد است.

لازم به ذکر است احتمال خطای نوع اول در مسائل آزمون فرضیه به مراتب بدتر از خطای نوع دوم است. پذیرفتن فرض صفر به اشتباه یعنی خطای نوع دوم برای افراد ریسک‌گریز نیز به اندازه اهمیت خطایα که به مفهوم رد فرض صفر به اشتباه است، نیست. بدین مفهوم که اگر به اشتباه بیان کنیم که شرکتی نکول می‌کند نهایتا فرد سرمایه‌گذار در آن شرکت سرمایه‌گذاری نخواهد کرد اما اگر به اشتباه بیان شود که شرکتی نکول نخواهد کرد فرد سرمایه‌گذار در آن شرکت سرمایه‌گذاری خواهد کرد و در صورت نکول آن شرکت، فرد ریسک گریز، متضرر خواهد شد که در اینجا همانطور که مشاهده شد خطای

www.SID.ir

Archive of SID

آلفای مدل ZPP کمتر از مدل دیگر است در حالی که خطای نوع اول مدل کی ام وی بیش از مدل دیگر است.

از طریق فرمول زیر کل درصد پیش‌بینی درست در هر مدل محاسبه شده است:

$$\text{درصد پیش‌بینی درست} = \frac{\text{درصد پیش‌بینی درست}}{\text{کل پیش‌بینی}}$$

نتایج محاسبات هر مدل به شرح زیر است:

$$ZPP = \frac{\text{درصد پیش‌بینی درست}}{\text{کل پیش‌بینی}} = \frac{22 + 24}{50} = 92\%$$

$$KMV = \frac{\text{درصد پیش‌بینی درست}}{\text{کل پیش‌بینی}} = \frac{25 + 3}{50} = 56\%$$

محاسبات فوق نشاندهنده آن است که دقت کلی مدل ZPP در تفکیک پذیری شرکت‌ها برابر با ۹۲ درصد می‌باشد در حالی که عملکرد مدل KMV با کمترین دقت و برابر با ۵۶ درصد است.

نتیجه گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی قدرت مدل ZPP در مقایسه با مدل‌های ساختاری شناخته شده‌تر نظیر KMV می‌باشد. این امر از طریق مقایسه محاسبات احتمال نکول چند شرکت با وضعیت‌های ریسک اعتباری مختلف حاصل شد. قدرت این دو مدل از طریق دو نوع خطای زیر بررسی شد:

۱- عدم پیش‌بینی ورشکستگی یا عدم نکول شرکتی که در افق مدنظر ورشکسته شده است، یا خطای نوع اول. به عبارت دیگر به اشتباه براساس شواهد بیان شود که شرکت نکول کرده درحالی که نکول نکرده است.

۲- پیش‌بینی ورشکستگی یا نکول شرکتی که در افق مدنظر ورشکسته نشده است، یا خطای نوع دوم. به عبارت دیگر به اشتباه براساس شواهد بیان شود که شرکت نکول نکرده درحالی که نکول کرده است.

جذابیت و میزان اهمیت این دو نوع خطا به ترجیحات سرمایه گذاران بستگی دارد. به این معنا که خطای نوع اول بیشتر برای شخصی اهمیت دارد که ریسک گریزی بیشتری دارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که خطای نوع اول در مدل ZPP نسبت به مدل KMV کمتر است، این در حالی است که

www.SID.ir

Archive of SID

مدل ZPP دارای خطای نوع دوم بیشتری می‌باشد. لذا جذابیت این مدل بیشتر به ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار برمی‌گردد.

در پژوهش پیش‌رو با استفاده از نمونه‌ای از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران توان پیش‌بینی مدل KMV که مبتنی بر تئوری قیمت‌گذاری اختیارمعامله است را در مقایسه با مدل ZPP بررسی می‌کند. مدل ZPP مبتنی بر تئوری کاپولا است و می‌تواند با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو وضعیت ریسک اعتباری شرکت‌ها را پیش‌بینی کند.

نتایج پیش‌بینی این مدل‌ها بایکدیگر مقایسه شدند. مقایسه انجام شده نشان می‌دهد که مدل ZPP بسیار بهتر از مدل KMV در بازار سرمایه ایران عمل می‌کند. کارایی مدل KMV در یافتن شرکت‌هایی که احتمال ورشکستگی آنها بالا است زیاد نیست اما مدل ZPP می‌تواند با دقت بالایی شرکت‌های دارای ریسک اعتباری بالا را از شرکت‌های دارای سلامت مالی تفکیک نماید.

موفقیت مدل KMV در پیش‌بینی ورشکستگی نه تنها توسط مفروضات تئوریک پشتوانه آن، نظیر کارا بودن بازار و نرمال بودن توزیع متغیرها، بلکه توسط چالش‌های عملی نظیر برآورد ارزش بازار و نوسانات دارایی‌های شرکت نیز محدود شده است.

مدل ZPP در مقایسه با مدل KMV حداقل از این مزیت برخوردار است که نیازمند داده کمتر است و داده‌های مورد استفاده آن بروزتر است. مدل ZPP نیازی به داده‌های مستخرج از صورت‌های مالی که معمولا بروز نیستند و دفعات انتشار آنها نیز محدود است ندارد. از طرف دیگر داده‌های حسابداری ممکن است دچار مشکلاتی نظیر دستکاری در اطلاعات یا عدم افشای به موقع و کامل باشند. در مقابل، درصورت کارا بودن بازار سهام قیمت‌های سهم‌ها بطور کامل منعکس‌کننده انتظارات حجم عظیمی از سرمایه‌گذاران هستند. همچنین، اطلاعات حسابداری معمولا چند هفته پس از پایان دوره حسابداری منتشر می‌شوند و طی این زمان ممکن است تغییراتی در وضعیت ریسک اعتباری شرکت رخ داده باشد، بخصوص اگر شرکت در شرایط نامساعد مالی قرار داشته باشد.

نتایج بررسی‌های پژوهش پیش‌رو نشان می‌دهد مدل ZPP با حجم داده مورد نیاز کمتر و سهولت بیشتر اجرا می‌تواند وضعیت ریسک اعتباری شرکت‌ها را با قابلیت اتکای مناسبی پیش‌بینی نماید. داده‌های قیمتی سهم‌ها تقریبا بدون تاخیر در دسترس هستند، لذا سرمایه‌گذاران می‌توانند وضعیت ریسک اعتباری شرکت‌ها را با استفاده از مدل ZPP در هر زمان و با هر افق زمانی پیش‌بینی کنند.

همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که احتمال نکول پیش بینی شده شرکت‌های با مشکلات مالی با استفاده از مدل ZPP به طور کلی بسیار بهتر از مدل KMV است. بنابراین به نظر می‌رسد مدل

www.SID.ir

Archive of SID

KMV ریسک‌های اعتباری شرکت‌های با مشکلات مالی را دست کم گرفته است. بنابراین می‌توان مطرح کرد که مدل ZPP احتمالا برای شناسایی ریسک اعتباری شرکت‌هایی که با مشکلات شدید مالی روبه رو هستند بهتر عمل می‌کند.

در ادامه با توجه به حدس پژوهشگر بر تاثیر اثر اندازه بر احتمال نکول می‌توان پیشنهاد کرد که در تحقیقات آتی تاثیر اثر اندازه شرکت بر روی محاسبات احتمال نکول بررسی شود زیرا عامل ارزش بازار قیمت بر روی هر دو مدل تحقیق بسیار تاثیر گذار است از طرفی با توجه به اینکه مدل گارچ در محاسبه نوسانات قیمت مدل ZPP مورد استفاده قرار گرفته است پیشنهاد می شود که تاثیر افق زمانی را بر روی دقت پیش بینی مدل ZPP بررسی کرد زیرا محققینی مانند کریستوفرسن بیان کرده‌اند که افق زمانی در محاسبات نوسانات مدل گارچ موثر است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱) احمدی, رامین و محمدعلی رستگار، ۱۳۹۶، بررسی نقطه نکول مشتریان حقوقی بانک ها با مدل های ترکیبی KMV : شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران - دانشگاه علم و صنعت ایران.

۲) کوشا, رزیتا و محمدرضا عباس زاده، ۱۳۹۶، اثر نقدشوندگی سهام بر ریسک نکول در شرکت های بورس اوراق بهادار تهران، کنفرانس ملی پژوهش های نوین در مدیریت و حسابداری، اصفهان، دانشگاه شیخ بهایی

۳) اصغری, م., خوانساری, ر., و سیاهکارزاده, م. (۱۳۸۶). بررسی مدل های پرتفوی ریسک اعتباری و زیر ساختهای لازم برای به کارگیری آنها در صنعت بانکداری. سایت مرجع دانش(سیویلیکا)، دانشگاه امام صادق.

۴) پناه آذری, ش., و فلاحشمس, م. (۱۳۹۲). بررسی ارتباط بین نکول و ساختار سرمایه از مدل KMV و روش پنل دیتا. فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی اوراق بهادار, شماره ۱۸.

۵) طالبی, م. (۱۳۹۳). بررسی ارتباط بین احتمال نکول و انعطاف پذیری مالی در بازار سرمایه ایران با استفاده از مدل .KMV دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک.

۶) Bharath, S. T., & Shumway, T. (2008). Forecasting default with the Merton distance to default model. Review of Financial Studies, 21, 1339–1369.

۷) Crosbie, P. J., & B. (2002). Modeling default risk. Research Paper, Moody's KMV.

۸) Crouhy, M., Mark, R., & Galai, D. (2010). Risk Management (2nd editio). McGraw-Hill Professional.

۹) Elizalde, A. (2005). Credit Risk Models II: Structural Models.

۱۰) Falavigna, G. (2006). Models for Default Risk Analysis Focus on Artificial Neural Networks, Model Comparisons, Hybrid Frameworks. Ceris-Cnr and University of Bergamo.

۱۱) Fantazzini, D., Giuli, M. E. De, & Maggi, M. (2007). A New Approach for Firm Value and Default Probability Estimation beyond Merton Models. Moscow School of Economics, 23.

۱۲) Göransson, P., & Grétarsson, Ì. A. (2008). A COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE KMV AND THE ZERO-PRICE PROBABILITY FOR DEFAULT PREDICTION. University of Lund.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳) Kealhofer, S., & Kurbat, M. (2000). Benchmarking quantitative default risk models:A validation methodology. Research Paper, Moody's KMV.

۱۴) Kealhofer. (2003). Quantifying credit risk i: default prediction. Financial Analysts Journal, 30–44.

۱۵) Lento, C., & Gradojevic, N. (2013). The Effectiveness of Option Pricing Models During Financial Crises. In Rethinking Valuation and Pricing Models. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415875-7.00001-4

۱۶) Trueck, S., & T.Rachev, S. (2009). Rating Based Modeling of Credit Risk. Elsevier.

۱۷) Zhang, X. (2017). Essays in Credit Risk Management. University of Glasgow.

www.SID.ir

Archive of SID

یادداشت‌ها:

1 structural
2 Reduced Form Approach or Intensity Based Model
3 structural
4 Contingent claim
5 Distance to default
6 flat
7 Kealhofer, McQuown and Vasicek
8 KMV-Merton
9 De Giuli, Fantazzini, and Maggi(۲۰۰۸)
10 zero-price probability
11 Oldrich Vasicek
12 Stephen Kealhofer
13 Distance-to-Default (DD)
14 Expected Default Frequency (EDF)
15 Kealhofer
16 Kurbat
17 Crosbie
18 Bohn
19 Bharath
20 Shumway
21 Naïve probability
22 De Giuli, Fantazzini, and Maggi(۲۰۰۸)
23 Su and Huang
24 Lili Li, Jun Yang & Xin Zou(2016)
25 Equity Volatility
26 the indication function
27 a continuous form
28 the risk-neutral probability density function
29 the bivariate claim

$A_t = G(E_t, B_t; t)$

30 incomplete
31 the copula theory
32 the bivariate copula density
33 barrier

www.SID.ir