فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی_ بانکی
سال هجدهم، شماره ۶۴، تابستان ۱۴۰۴
صفحات ۳۲۳_ ۳۶۹

مدل‌سازی قیمت‌گذاری اوراق بدهی قابل‌تبدیل مشروط (CoCo) (مطالعهٔ موردی: بانک ملت)

مهدی کیخا* **کامران سلمانی قرایی†**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۴

چکیده

بحران مالی ۲۰۰۸ ضعف‌های ساختاری و نظارتی نظام بانکی را نمایان ساخت و به تصویب مقررات نظارتی سخت‌گیرانه‌ای همچون بازل ۳ برای کفایت سرمایه و اصلاحات ساختاری در بدهی بانک‌ها منجر شد. درحالی‌که بانک‌های بین‌المللی به رعایت این تغییرات ملزم شدند، نظام بانکی ایران همچنان فاصلهٔ بسیاری با این استانداردها دارد و با چالش‌هایی نظیر کفایت سرمایهٔ پایین و ساختار سنتی بدهی فعالیت می‌کند که عمدتاً بر سپرده‌های عندالمطالبه متکی است. در گذشته، این ساختار با تحمیل تورم توانست نیازهای مالی اقتصاد را تأمین کند؛ اما اکنون ناکارآمدی آن در شرایط تورمی موجود و افزایش ناترازی نظام بانکی به‌طور فزاینده‌ای آشکار شده و باعث کاهش تاب‌آوری نظام بانکی در برابر هر گونه تکانهٔ داخلی و خارجی شده است. به همین دلیل، نیاز به ابزارهای نوین بانکی برای افزایش استحکام مالی بانک‌ها در برابر تکانه‌های اقتصادی و افزایش پایداری منابع تأمین‌مالی آن‌ها در شرایط تورمی و کاهش ریسک‌های ناشی از ناترازی‌های موجود ضرورت مضاعفی پیدا کرده است. ازاین‌رو، این پژوهش با هدف بهبود کفایت سرمایه و تنوع‌بخشی به ساختار بدهی بانک‌های ایرانی و افزایش تاب‌آوری آن‌ها در برابر بحران‌های احتمالی، به مدل‌سازی ریاضی و قیمت‌گذاری اوراق بدهی قابل‌تبدیل مشروط (CoCo) برای بانک ملت در بازه زمانی ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ با تواترهای شش‌ماهه پرداخته است. در این راستا، با استفاده از فرایندهای تصادفی همچون حرکت براونی هندسی و مدل‌های مشتقات اعتباری، از طریق تطبیق اجزای مثلث اعتباری به شبیه‌سازی رفتار پویای اوراق CoCo در شرایط مختلف مالی پرداخته شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که انتشار

* نویسنده اول (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد توسعه و برنامه ریزی اقتصادی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران ، ایران mhdkeikha@gmail.com
† نویسنده دوم دانشجوی دکتری مهندسی مالی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران ، ایران kamransalmani64@gmail.com

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

اوراق CoCo می‌تواند تا حد زیادی کفایت سرمایهٔ بانک‌ها را بهبود بخشد، انتقال تکانه‌های اقتصادی را کاهش دهد، و ثبات مالی را در شرایط تورمی افزایش دهد. علاوه‌بر این، تحلیل حساسیت متغیرهای کلیدی نشان می‌دهد که نرخ بازیابی و حداقل نرخ بهرهٔ بدون ریسک، عواملی کلیدی در قیمت‌گذاری این اوراق‌اند. این پژوهش راهکارهایی عملی برای سیاست‌گذاران پولی و بانک‌های ایرانی ارائه می‌دهد تا با بهره‌گیری از اوراق CoCo، علاوه بر افزایش تاب‌آوری در برابر بحران‌های مالی، ساختارهای بدهی خود را مدرن کنند و به استانداردهای بین‌المللی نزدیک شوند.

واژه‌های کلیدی: کفایت سرمایه، بحران بانکی، کمیتهٔ بازل ۳
طبقه‌بندی JEL: E42، E51، E52، E58

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

۱ مقدمه

بحران مالی ۲۰۰۸ به ورشکستگی تعداد زیادی از بانک‌ها منجر شد و دولت‌ها را مجبور کرد کمک‌های مالی پرهزینه‌ای برای نجات آن‌ها از طریق وجوه مالیات‌دهندگان ارائه دهند. این ورشکستگی‌ها نشان داد که ظرفیت جذب زیان بانک‌ها به‌اندازهٔ کافی نبوده و باید تغییراتی در مقررات سرمایهٔ آن‌ها ایجاد شود (کاند و همکاران[1]، ۲۰۲۳). ازاین‌رو برای ممانعت از تکرار چنین بحران‌هایی، مقررات جدیدی وضع شد؛ برای مثال در ایالات متحده، قانون داد‌ـ فرانک[2] برای افزایش شفافیت و کاهش ریسک در نظام بانکی تصویب شد[3]، و در سطح جهانی توافق‌نامه‌های بازل ۳ استانداردهای سخت‌گیرانه‌تری را برای سرمایهٔ بانک‌ها و مدیریت ریسک آن‌ها اتخاذ کرد[4] (کرمر و تاینل[5]، ۲۰۲۲). به‌طورکلی، این مقررات بر دو رکن اصلی

[1] Kund et al.

[2] Dodd-Frank Act

[3] قانون داد‌ـ فرانک در ۲۰۱۰ و به دنبال بحران مالی ۲۰۰۸ در ایالات متحده تصویب شد. این قانون با هدف کاهش ریسک‌های سیستماتیک و جلوگیری از بحران‌های مشابه، اصلاحات جامعی در نظارت و تنظیم مقررات مالی ارائه کرد. ازجمله ویژگی‌های کلیدی این قانون می‌توان به ایجاد شورای نظارت بر ثبات مالی (FSOC) برای شناسایی و کاهش ریسک‌های سیستماتیک، الزام به شفافیت بیشتر در بازارهای مشتقات، و حمایت از مصرف‌کنندگان از طریق تأسیس دفتر حمایت مالی مصرف‌کننده (CFPB) اشاره کرد. همچنین، قانون داد‌ـ فرانک ترتیباتی برای مدیریت شکست موسسات مالی بزرگ بدون نیاز به استفاده از منابع مالیات‌دهندگان ایجاد کرد.

[4] توافق‌نامه‌های بازل ۳ که توسط کمیتهٔ نظارت بانکی بازل تدوین شد، مجموعه‌ای از اصلاحات بین‌المللی در حوزهٔ نظارت بانکی است که پس از بحران مالی ۲۰۰۸ معرفی شد. این توافق‌نامه‌ها با هدف تقویت مقاومت بانک‌ها در برابر تکانه‌های اقتصادی و مالی طراحی شده‌اند. از مهم‌ترین تغییرات می‌توان به افزایش الزامات سرمایه‌ای بانک‌ها، تعریف دقیق‌تر سرمایهٔ لایهٔ یک و معرفی معیارهای نقدینگی؛ مانند نسبت پوشش نقدینگی (LCR) و نسبت خالص تأمین مالی پایدار (NSFR) اشاره کرد. همچنین، بازل ۳ به مدیریت ریسک تمرکز بیشتری دارد و بانک‌ها را ملزم به نگهداری سرمایه‌ای بالاتر برای مقابله با ریسک‌های سیستماتیک و غیرمنتظره می‌کند.

[5] Kremer & Tinel

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

تأکید داشتند: یکی اولویت‌دادن به نجات از درون[۱] به‌جای نجات از بیرون[۲]؛ به این معنا که زیان‌های بانک‌ها باید از طریق منابع داخلی مانند سهامداران و دارندگان اوراق قرضه جبران شود نه از منابع دولتی یا مالیات دهندگان، و دیگری الزام بانک‌ها به نگهداری سرمایهٔ لایهٔ یک[۳] بیشتر همانند پشتوانه‌ای برای افزایش مقاومت در برابر زیان‌های احتمالی (لیانزا و همکاران[۴]، ۲۰۲۱). در واکنش به این مقررات، علاوه بر توافق‌نامهٔ بازل ۳، مقررات الزامات سرمایهٔ اتحادیهٔ اروپا[۵] (CRR) و به تبع آن، دستورالعمل الزامات سرمایه[۶] (CRD) به بانک‌ها اجازه دادند بخشی از نیازهای سرمایهٔ خود را از طریق انتشار اوراق CoCo[۷] تأمین کنند (گونچارنکو و همکاران[۸]، ۲۰۲۱). این اوراق رویکردی نوآورانه برای مقابله با ورشکستگی بانک‌ها به عنوان راه‌حلی کارآمد و نجات از درون داشتند و به همین دلیل، به‌سرعت رشد کردند (ژانگ و همکاران[۹]، ۲۰۲۵). استفاده از آن‌ها باعث شد بانک‌ها بدون نیاز به حمایت‌های دولتی و تحمیل تورم به اقتصاد، زیان‌های خود را جذب کرده و در برابر بحران‌های مالی مقاوم‌تر شوند (کیستر و میتکوف[۱۰]، ۲۰۲۳).

---

[۱] نجات از درون (Bail-in) مکانیزمی است که در آن زیان‌های بانک در شرایط بحرانی به جای انتقال به مالیات‌دهندگان یا دولت، توسط سهامداران و دارندگان بدهی آن بانک جذب می‌شود. این فرایند شامل کاهش ارزش بدهی‌ها یا تبدیل بدهی‌ها به سهام بانک است. هدف اصلی این روش حفظ ثبات مالی بدون نیاز به استفاده از منابع عمومی است. با اجرای نجات از درون، بانک‌ها می‌توانند خود را بازسازی کنند و از فروپاشی جلوگیری کنند، درحالی‌که بار مالی به افرادی منتقل می‌شود که ریسک‌های بیشتری را پذیرفته‌اند. این روش مسئولیت‌پذیری بیشتری برای سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کند، اما ممکن است اعتماد عمومی به بانک را کاهش دهد.

[۲] نجات از بیرون (Bail-out) مکانیزمی است که در آن دولت یا نهادهای عمومی با استفاده از منابع مالی عمومی، بانک‌ها یا شرکت‌های در آستانهٔ ورشکستگی را نجات می‌دهند. در این فرایند، دولت‌ها معمولاً از طریق تزریق سرمایه یا ارائهٔ وام‌های اضطراری به بانک‌ها کمک می‌کنند تا از فروپاشی جلوگیری کنند. این روش در بحران مالی ۲۰۰۸ به‌طور گسترده استفاده شد و توانست از گسترش بحران جلوگیری کند. بااین‌حال، نجات از بیرون هزینه‌های سنگینی برای مالیات‌دهندگان ایجاد می‌کند و ممکن است باعث ایجاد ریسک اخلاقی (Moral Hazard) شود، زیرا بانک‌ها ممکن است با اطمینان از حمایت دولت، ریسک‌های بیشتری را بپذیرند.

[3] Tier 1 Capital

[4] Leanza et al.

[5] Capital Requirements Regulation (CRR)

[6] Capital Requirements Directive (CRD)

[7] Contingent Convertible

[8] Goncharenko et al.

[9] Zhang et al.

[10] Keister & Mitkov

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

اهمیت این موضوع برای اقتصاد ایران آن است که در شرایط کنونی، مهم‌ترین چالش پیش روی سیاست‌گذار پولی، اصلاح ساختار ترازنامهٔ بانک‌ها با محوریت افزایش کفایت سرمایه و کاهش ناترازی‌های موجود برای کنترل تورم است (برنامهٔ هفتم توسعه[۱]، ۱۴۰۳)؛ ولی ترازنامهٔ بانک‌ها به‌دلیل انباشت دارایی‌های غیرنقد، دچار ناترازی شدید است (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۴۰۰)[۲] و شدت این ناترازی به حدی است که حقوق صاحبان سهام بانک‌ها قادر به جبران آن نیست و امکان نجات از درون وجود ندارد (سلمانی قرایی و کیخا[۳]، ۱۴۰۱). به‌علاوه، باتوجه‌به کسری عملیاتی جدی دولت نجات از بیرون نیز ممکن نیست و براین‌اساس، نمی‌توان از روش‌های سنتی مانند افزایش سرمایه از طریق سهامداران یا کمک‌های دولتی استفاده کرد. از سوی دیگر، ادامهٔ این روند نیز مستلزم تحمیل تورم‌های شدیدتر به اقتصاد و کاهش هرچه بیشتر نرخ بهرهٔ حقیقی و تحریک انتظارات تورمی بیشتر است (مرکز پژوهش‌های مجلس[۴]، ۱۴۰۳). ازآنجاکه ساختار بدهی نظام بانکی ایران به‌طور سنتی بر سپرده‌های عندالمطالبه[۵] متکی است، پایداری منابع در نظام بانکی بیشتر از گذشته متزلزل می‌شود و ناترازی‌های موجود را به‌طور مضاعفی افزایش می‌دهد (سلمانی قرایی و کیخا، ۱۴۰۱). به همین سبب، سیاست‌گذار پولی نمی‌تواند اصلاحات ساختاری مدنظر خود را به‌طور مؤثر اجرا کند (کیخا و مهرورز، ۱۴۰۳)[۶]، زیرا ترکیب کفایت سرمایهٔ پایین و ساختار

---

[۱] برنامهٔ هفتم به موضوع حل ناترازی بانک‌ها با تمرکز بر بهبود نسبت کفایت سرمایه با هدف‌گذاری کاهش سالیانهٔ ۲۰ درصدی ناترازی (تجمعی) پرداخته است و نگارندگان برنامهٔ مذکور متعقدند در صورت اصلاح ساختار کفایت سرمایهٔ بانک‌ها به انضمام سایر اهداف درنظرگرفته‌شده تا پایان برنامهٔ هفتم رشد نقدینگی ۱۳/۸ و تورم ۹/۵ درصدی خواهد شد. برای مطالعهٔ بیشتر رجوع کنید به قانون برنامهٔ پنج‌سالهٔ هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳ ۱۴۰۷) شمارهٔ ۸۹۹۲/۹۱۰

[۲] برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به: مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۰)، ناترازی پنهان در شبکهٔ بانکی ایران (۱۳۹۶-۱۳۹۳): تحلیل چیستی و ریشه‌ها

[۳] برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به سلمانی قرائی، کیخا (۱۴۰۱)، ابزار نوین امحای نقدینگی و سالم‌سازی ترازنامهٔ بانک‌ها، نشریهٔ پژوهش‌های پولی ـ بانکی، شمارهٔ ۵۳، صص. ۴۷۳ـ۴۳۷

[۴] برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به مرکز پژوهش‌های مجلس. (۱۴۰۳). تحولات نظام پولی و بانکی در سال ۱۴۰۱. دفتر مطالعات اقتصادی (گروه پولی و بانکی). مسلسل: ۲۰۰۱۷.

[5] puttable

[۶] ناترازی بانک‌ها به دو دستهٔ کلی تقسیم می‌شود: ناترازی نوع اول که liquidity imbalance گفته می‌شود و ناشی از عدم تطابق سررسید دارایی‌ها و بدهی‌هاست که به liquidity بانک‌ها مربوط است و روش به‌حداقل‌رساندن آن از طریق متنوع‌سازی اقلام سمت چپ ترازنامهٔ بانک‌ها، به‌طور مشخص استفاده از اوراق Contingent Convertible است. این روش راه‌حلی بسیار کم هزینه و سریع است و در اصطلاح به آن نجات ←

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

سنتی بدهی‌های بانکی، موجب اختلال بیشتر در مکانیسم انتقال سیاست پولی[1] می‌شود و بانک مرکزی را به‌عنوان یک وام‌دهنده، آخرین حلقهٔ خلق نقدینگی[2] قرار می‌دهد (ایگن[3]، ۲۰۲۱).

در چنین شرایطی، ابزارهای نوین بدهی هم می‌توانند همچون منبعی پایدار برای تأمین‌مالی به حساب بیایند و موجب افزایش کفایت سرمایهٔ بانک‌ها شوند و هم به سیاست‌گذار پولی کمک کنند تا به‌شکلی کارا به تکانه‌های اقتصادی پاسخ دهد. همچنین، به‌عنوان ابزار امحای نقدینگی در اقتصاد عمل می‌کنند و مانع از شکل‌گیری فرضیهٔ خلق نقدینگی شدید[4] می‌شوند (فانگوکووا و همکاران[5]، ۲۰۲۱).

چالش دیگری که از ساختار بدهی سنتی در بانک‌های ایران ایجاد شده است، عدم‌انطباق با استانداردهای کمیتهٔ بازل و IFRS است[6] (بلینی، ۲۰۱۹). درحالی‌که بانک‌های پیشرو در جهان برای انطباق بیشتر با استانداردهای مذکور مدام در حال متنوع‌سازی ساختار بدهی خود هستند، بانک‌های ایرانی با این استانداردها فاصلهٔ بسیاری دارند. این در حالی است که استفاده از این ابزار میزان تطبیق با استانداردهای بین اللملی را تسهیل می‌کند. ازاین‌رو، می‌توان برای اصلاح شرایط از تجارب سایر کشورها درزمینهٔ استفاده از اوراق CoCo بهره برد. افزایش کیفیت ساختار ترازنامهٔ بانک‌ها هم از منظر ساختار ترازنامه و هم از منظر تنوع

از درون (Bailin) نیز گفته می‌شود. معمولاً بانک‌هایی که الزامات کفایت سرمایه را رعایت می‌کنند دچار این نوع ناترازی می شوند. ناترازی نوع دوم که ناترازی balance sheet imbalance گفته می‌شود و ناشی از تغییر در ساختار دارایی‌ها و بدهی‌هاست که به Insolvency بانک‌ها مربوط است و روش به‌حداقل‌رساندن آن از طریق ایجاد بازار بدهی بحرانی و به‌طور مشخص شرکت مدیریت دارایی (Asset Management Company) و اوراق بهادارسازی Securitization است. این روش به‌دلیل وجود ذی‌نفعان متعدد پرهزینه و زمان‌بر است و به آن روش نجات از بیرون (Bail out) نیز گفته می‌شود. بانک‌هایی که الزامات کفایت سرمایه را رعایت نمی‌کنند دچار این نوع ناترازی می‌شوند. برای مطالعهٔ بیشتر نگاه کنید به کیخا، مهرورز (۱۴۰۳)، عملکرد بانک مرکزی در سیاست‌های کلان احتیاطی و پولی: در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳، انتشارات مؤسسهٔ مطبوعاتی بازار پول و ارز.

[1] transmission mechanism of monetary policy

[2] Lender of Last Resort (LOLR)

[3] Eeghen

[4] High Liquidity Creation Hypothesis (HLCH)

[5] Fungacova et al.

[6] برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به:

Bellini, T. (2019). *Introduction to Expected Credit Loss Modelling and Validation IFRS 9 and CECL Credit Risk Modelling and Validation a Practical Guide with Examples Worked in R and SAS*. Academic Press, pp. 1 -30

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

در ساختار بدهی جزء جدایی‌ناپذیر کنترل نقدینگی است و استفاده از اوراق CoCo برای دستیابی به این هدف بسیار کارآمد است (فیوردلیسی و همکاران[1]، ۲۰۲۰). بر همین اساس، هدف از نوشتار حاضر آن است که ضمن تبیین چگونگی کارکرد اوراق CoCo به تشریح مدل‌سازی قیمت این اوراق برای بانک ملت بپردازد. این در حالی است که تاکنون مطالعهٔ مشابهی در ایران انجام نشده و از این منظر، این مطالعه در نوع خود کاملاً نوین است.

این مقاله شامل چهار بخش اصلی است. نخست، چگونگی کارکرد اوراق CoCo در نظام بانکی تشریح شده است. سپس، به بررسی مبانی نظری قیمت‌گذاری اوراق CoCo و همچنین مطالعات گذشته در خصوص اوراق مذکور پرداخته شده است. در ادامه، روش‌شناسی پژوهش بررسی می‌شود و در بخش پایانی، نتایج حاصل از تحلیل‌های انجام‌شده و پیشنهادهای مربوطه بیان شده است.

۲ مرور ادبیات موضوع

بحران مالی ۲۰۰۸ نشان داد که برخی بانک‌ها، به‌حدی بزرگ و پیچیده شده‌اند که نمی‌توان باتوجه‌به ساختار بدهی‌هایشان آن‌ها را به‌راحتی ورشکسته اعلام کرد[2] یا به‌طور مؤثر تحت نظارت جدی قرار داد (جوادی و همکاران[3]، ۲۰۲۳). ازاین‌رو، تعدادی از برجسته‌ترین اقتصاددانان جهان از جمله برندگان جایزهٔ نوبل، دایموند[4] و شیلر[5]، در مقاله‌ای مشترک[6] تأکید کردند که ساختار بدهی بانک‌ها باید متنوع شود و ابزار مالی ترکیبی برای بانک‌ها طراحی شود

---

[1] Fiordelisi et al.

[2] Too-Big-to-Fail

[3] Javadi et al.

[4] داگلاس دایموند (Douglas W. Diamond)، برندهٔ جایزهٔ نوبل اقتصاد ۲۰۲۲، در این مقاله به تحلیل ساختارهای بانکی و بحران‌های مالی پرداخته و به‌ویژه، بر لزوم ایجاد سازوکارهایی برای افزایش تاب‌آوری بانک‌ها در برابر بحران‌ها تأکید کرده است. او به این نکته اشاره کرد که بانک‌ها باید به‌طور خودکار قادر به جذب سرمایه در زمان بحران‌ها باشند تا از نجات مالی از سوی دولت‌ها یا دیگر نهادها بی‌نیاز شوند.

[5] رابرت شیلر (Robert J. Shiller)، برندهٔ جایزهٔ نوبل اقتصاد ۲۰۱۳، در این مقاله به‌طور ویژه به تحلیل نوسانات بازارهای مالی و رفتار سرمایه‌گذاران پرداخته است. او بر اهمیت طراحی ابزارهای مالی تأکید دارد که می‌توانند در زمان بحران‌ها به‌طور خودکار به بانک‌ها کمک کنند.

[6] در مقاله‌ای که تحت عنوان گروه کاری Squam Lake در ۲۰۱۰ منتشر شد، پیشنهاد دادند که یک ابزار مالی هیبریدی طراحی شود که به بانک‌ها اجازه بدهد در زمان بحران مالی، به‌طور خودکار و سریع سرمایهٔ اضافی جذب کنند. این ابزار به‌طور خاص به‌عنوان «پوشش خودکار» برای بانک‌ها در زمان بحران عمل می‌کند و به آن‌ها کمک می‌کند تا در برابر بحران‌های مالی مقاوم‌تر شوند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

(کاند و پتراس[1]،۲۰۲۳ و ژانگ و همکاران، ۲۰۲۵). بر همین اساس، بانک‌های مطرح که به‌عنوان مؤسسات مالی سیستماتیک[2] (SIFIs) شناخته می‌شوند، به متنوع‌سازی در ساختار بدهی خود پرداختند. بدین صورت، ساختار بدهی‌هایشان درترازنامه مطابق شکل ۱ به ۵ طبقه تقسیم شد که هرکدام ظرفیت منحصربه‌فردی در مدیریت نقدینگی، افزایش پایداری مالی، افزایش سرمایه، و کاهش ریسک دارند (اشپیگلیر و همکاران[3]، ۲۰۱۸). این در حالی است که ساختار بدهی بانک‌ها در ایران صرفاً از سپرده‌های بانکی تشکیل شده است و این مهم باتوجه‌به غیرهمگن‌بودن اقلام سمت راست و چپ عملاً اصلاح ساختار ترازنامهٔ بانک‌ها را غیرممکن می‌کند.[4]

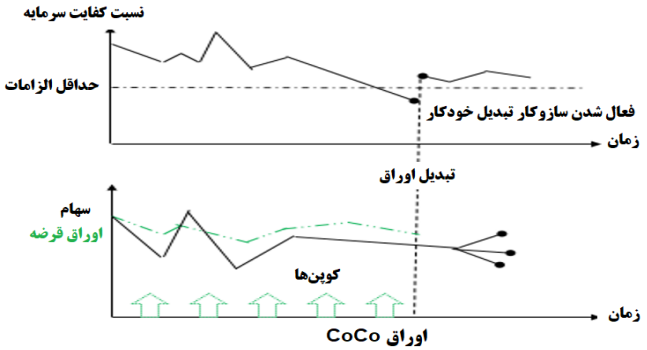
ترازنامه بانک	
سپرده‌ها	دارایی‌ها
بدهی اولویت‌دار (Senior Debt)	
بدهی بدون اولویت (Subordinated Debt)	
اوراق قرضه قابل تبدیل	
اوراق CoCo	
سهام ممتاز	
سهام عادی	

شکل ۱. ترازنامهٔ بانک‌ها و ترکیب بدهی با CoCo
منبع: اشپیگلیر و همکاران، ۲۰۱۸

[1] Kund & Petras
[2] Systematically Important Financial Institutions
[3] Spiegeleer et al.
[4] اقلام سمت راست و چپ ترازنامهٔ بانک‌ها به‌واسطهٔ تفاوت در نوع حسابداری (سمت راست حسابداری نقدی دارد ــ سمت چپ حسابداری تعهدی دارد)، ارزش‌گذاری (سمت راست مدل ارزش‌گذاری پیچیده دارد ــ سمت چپ مدل ارزش‌گذاری ساده دارد)، تعهد (سمت راست احتمال نکول دارد ــ سمت چپ نکول‌پذیر نیست) و سررسید (سمت راست عندالمطالبه نیست ــ سمت چپ عندالمطالبه است)، غیرهمگن‌اند، برای مطالعهٔ بیشتر رجوع کنید به سلمانی قرائی، کیخا (۱۴۰۱). ابزار نوین امحای نقدینگی و سالم‌سازی ترازنامهٔ بانک‌ها. نشریهٔ *پژوهش‌های پولی ــ بانکی*، شمارهٔ ۵۳، صص. ۴۷۳ــ۴۳۷

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

از مهم‌ترین و منحصربه‌فردترین اقلام این طبقات اوراق CoCo است. این اوراقی ترکیبی و قابل‌تبدیل‌اند و هدف اصلی آن‌ها حفاظت از لایهٔ یک کفایت سرمایهٔ بانک‌هاست تا توان بانک‌ها در برابر تکانه‌های وارده را افزایش دهد. کارکرد آن‌ها چنانچه در شکل ۲ دیده می‌شود، این‌گونه است که ابتدا به دارندگان این اوراق به‌طور منظم کوپن پرداخت می‌شود[1] (تصویر پایین قبل از نقطه‌چین) مشروط به اینکه کفایت سرمایهٔ بانک صادرکننده بالاتر از سطح حداقل الزامات تعریف‌شده توسط بانک مرکزی باشد (تصویر بالا قبل از نقطه‌چین)؛ در غیر این صورت، از طریق ایجاد سازوکاری خودکار[2] پرداخت کوپن متوقف می‌شود (تصویر پایین بعد از نقطه‌چین) و اوراق به سهام[3] تبدیل می‌شود و کفایت سرمایهٔ بانک از محل تبدیل اوراق (از محل آوردهٔ نقدی دارندگان اوراق) مجدد به سطحی بالاتر از حداقل الزامات تعریف‌شده توسط بانک مرکزی بر می‌گردد (تصویر بالا بعد از نقطه‌چین).در این صورت، بعد از اینکه اوراق از ابزار بدهی به ابزار مالکانه (سهام) تبدیل شد، ارزش آن توسط بازار تعیین می‌شود. در این حالت، بازار سه واکنش مختلف نشان می‌دهد و قیمت می‌تواند افزایش یا کاهش یابد یا ثابت بماند (تصویر پایین بعد از نقطه‌چین، قسمت سه شاخه) (لی و لی[4]، ۲۰۲۱).



شکل ۲ .سازوکار تبدیل اوراق CoCo
منبع: لیبرادزکی و لیبرادزکی[5]، ۲۰۱۹

[1] coupon payments
[2] Self-rescue Mechanism
[3] equity conversion
[4] Li, F. & Li, P.
[5] Liberadzk & Liberadzk

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

این اوراق در فرایند تحمیل زیان مقدم‌تر از سایر طبقات بدهی هستند و ضمن محافظت از حقوق صاحبان سهام، همانند سپر ضربه‌گیر برای سپرده عمل می‌کنند و با تبدیل به سهام مانع از تحمیل زیان بیشتر به بانک و سپرده‌گذاران می‌شوند (گوپتا[1] و همکاران، ۲۰۲۱). بااین‌حال، مطابق شکل ۳، چرخهٔ خلق و امحای اوراق[2] به ترتیب زیر تعریف می‌شود[3]:

۱) **مرحلهٔ انتشار اوراق**[4]: انتشار اوراق CoCo به‌عنوان اولین مرحله در چرخهٔ این ابزار مالی، زمانی رخ می‌دهد که بانک‌ها برای تقویت پایهٔ سرمایه‌ای خود به جذب سرمایه نیاز دارند. این اوراق به سرمایه‌گذاران فروخته می‌شوند و در ترازنامهٔ بانک همانند ابزاری هیبریدی بین بدهی و حقوق صاحبان سهام ثبت می‌شوند.

۲) **پرداخت کوپن‌ها**: پس از انتشار، بانک به‌صورت دوره‌ای سود یا کوپن این اوراق را به سرمایه‌گذاران پرداخت می‌کند. پرداخت کوپن‌ها معمولاً ماهیانه، سه‌ماهه، یا سالیانه انجام می‌شود. این کوپن‌ها که از سایر اوراق بدهی نرخ بهرهٔ بالاتری دارند، سرمایه‌گذاران را به خرید ابزارهای پرریسک تشویق می‌کنند. بااین‌حال، پرداخت کوپن‌ها در شرایط بحرانی متوقف می‌شود که یکی از ویژگی‌های کلیدی این اوراق برای جذب زیان محسوب می‌شود.

۳) **شرایط بحران**[5]: درصورتی‌که بانک با مشکلات مالی یا بحران مواجه شود، مکانسیم تبدیل فعال می‌شود[6]. این شرایط ناشی از کاهش نسبت کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک[7] به زیر

---

[1] Gupta et al.

[2] The Life of a CoCo

[3] برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به:

De Spiegeleer, J., Van Hulle, C., Schoutens, W. (2014). The handbook of hybrid securities: Convertible bonds, CoCo bonds and bail-in. *The Wiley Finance Series*.

[4] issuance stage

[5] Distress

[6] مکانیزم تبدیل در اوراق CoCo به‌عنوان عامل اصلی در تعیین زمان تبدیل اوراق به سهام عمل می‌کند. مکانیزم تبدیل می‌تواند بر اساس عواملی مانند نسبت‌های سرمایهٔ بانک، نسبت‌های نقدینگی، یا حتی قیمت سهام بانک تنظیم شود. انتخاب سطح فعال‌سازی و نحوهٔ تنظیم آن تأثیر زیادی بر قیمت اوراق و همچنین اثربخشی آن‌ها در بحران‌ها دارد.

[7] نسبت کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک، یکی از شاخص‌های کلیدی در نظارت بانکی است که سلامت مالی بانک‌ها را با اندازه‌گیری توانایی آن‌ها در جذب زیان‌های غیرمنتظره ارزیابی می‌کند. این نسبت از تقسیم سرمایهٔ لایهٔ یک عادی (CET1) ـ که شامل سهام عادی، سود انباشته، و ذخایر باکیفیت است ـ به دارایی‌های موزون‌شده به ریسک (RWA) به‌دست می‌آید. دارایی‌های موزون‌شده به ریسک بر اساس سطح ریسک هر دارایی (مانند ←

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

آستانه‌ای مشخص (مثلاً ۵/۱۲۵ درصد) یا تصمیم مقامات نظارتی[۱] است. در این مرحله، اوراق CoCo نقشی کلیدی در جلوگیری از ورشکستگی بانک ایفا می‌کنند.[۲]

۴) **جذب زیان**: در این حالت، اوراق به سهام بانک تبدیل می‌شود. این فرایند باعث ورود سهامداران جدید به بانک می‌شود و سهام فعلی بانک رقیق می‌شود. این ویژگی به بانک کمک می‌کند تا سرمایهٔ خود را تقویت کند.

۵) **بازخرید اوراق**: اگر بانک در طول عمر اوراق دچار بحران نشود و هیچ محرکی هم فعال نشود، اوراق در تاریخ سررسید بازخرید می‌شوند. در این مرحله، سرمایه‌گذاران اصل سرمایهٔ خود را دریافت می‌کنند. علاوه‌بر این، می‌توانند در انتشار جدید اوراق CoCo نیز شرکت کنند. این ویژگی باعث می‌شود بانک‌ها بتوانند به‌صورت مداوم از این ابزار برای مدیریت سرمایهٔ خود استفاده کنند (دی اسپیگلیر و همکاران[۳]، ۲۰۱۴).

تسهیلات و سرمایه‌گذاری‌ها) تعیین می‌شوند. طبق استانداردهای بازل ۳، بانک‌ها موظف‌اند این نسبت را حداقل در سطح ۴/۵ درصد نگه‌دارند و با افزودن حاشیه‌ای حفاظتی (Capital Conservation Buffer) به میزان ۲/۵ درصد مجموع آن به ۷ درصد می‌رسد. این الزامات به بانک‌ها کمک می‌کند تا در شرایط بحرانی مقاوم‌تر باشند، ثبات مالی خود را حفظ کنند، و اعتماد عمومی را افزایش دهند.

[۱] در برخی موارد ناظران بانکی برای رعایت نظارت بر ترازنامهٔ بانک‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها برای جلوگیری از ایجاد ریسک‌های سیستماتیک و تعیین حداقل سرمایه در مؤسسات مالی به‌منظور مقابله با ریسک‌های اعتباری، تحت عنوان سیاست‌های کلان احتیاطی تریگر را فعال می‌کنند. برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید به:

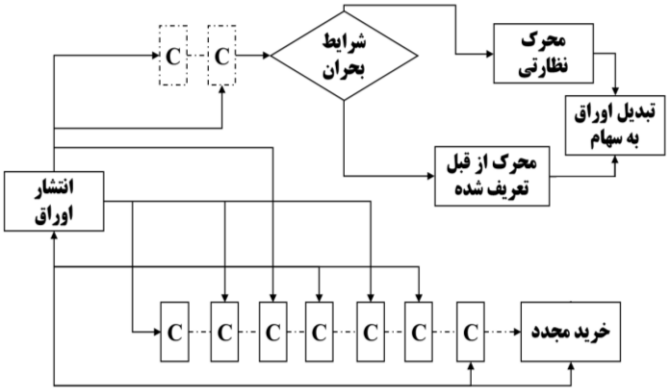
Allen, L., & Golfari, A. (2023). Do CoCos serve the goals of macroprudential supervisors or bank managers? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 84*, 101761.

[۲] محرک‌های بحران به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند: محرک نظارتی (Regulatory Trigger)؛ مقامات نظارتی با بررسی وضعیت بانک می‌توانند این محرک را فعال کنند و دیگری محرک کفایت سرمایه لایهٔ یک اگر کفایت سرمایهٔ بانک به سطح بحرانی کاهش یابد، این محرک به‌طور خودکار فعال می‌شود.

[3] De Spiegeleer et al.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]



شکل ۳. چرخهٔ خلق و امحای اوراق CoCo
منبع: اسپیگلر و همکاران[1]، ۲۰۱۴

اوراق CoCo ابزار نظارتی به حساب می‌آید و همانند سپر مالیاتی[2] برای بانک صادرکننده عمل می‌کند (لی و همکاران[3]، ۲۰۲۲). این اوراق مکانیزمی را فراهم می‌کنند تا در شرایط بحران، ریسک میان سهامداران و دارندگان تقسیم شود و احتمال نیاز به کمک‌های مالی دولتی را کاهش می‌دهند (لی[4] و همکاران، ۲۰۲۴). این مکانیزم به‌طور صریح محدودیتی بر اثر اهرم مالی نیز برای بانک‌های صادرکننده اعمال می‌کند. به عبارت دیگر، رشد بانکی که CoCo منتشر می‌کند کمتر به بدهی و اهرم مالی وابسته است (سگال و اولافسون[5]، ۲۰۲۳). بر همین اساس، یکی از تغییرات مهم در چهارچوب نظارتی بازل که به‌طور مستقیم به اوراق CoCo مرتبط است، تقسیم کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک به دو زیرمجموعه است (فیوردلیسی و همکاران، ۲۰۲۰). این تقسیم‌بندی به بانک‌ها کمک می‌کند تا در شرایط بحرانی توانایی بیشتری برای مدیریت زیان‌ها داشته باشند. براین‌اساس، کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک (CET1)[6] شامل باکیفیت‌ترین نوع سرمایهٔ نظارتی می‌شود که همیشه در دسترس بانک‌ها قرار دارد.

[1] Spiegeleer et al.
[2] Tax shields
[3] Li et al.
[4] Li et al.
[5] Segal & Ólafsson.
[6] Common Equity Tier 1

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

این سرمایه شامل سهام عادی[1] و ذخایر افشاشده[2] می‌شود[3] و همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود، حداقل ۴/۵ درصد از دارایی‌های موزون‌شده به ریسک[4] را پوشش می‌دهد (اندرسون و جولسرود، ۲۰۲۴[5]). این بخش پایه‌ای‌ترین و پایدارترین منبع سرمایه برای بانک‌هاست تا در شرایط عادی و بحرانی ثبات مالی را حفظ کنند. بخش بعدی کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک اضافی (AT1)[6] است که سرمایهٔ ترکیبی[7] را در بر می‌گیرد. این نوع سرمایه ویژگی‌های ابزارهای بدهی و حقوق صاحبان سهام را ترکیب کرده و همانند سرمایهٔ نظارتی عمل می‌کند و تنها زمانی محقق می‌شود که بانک‌ها به حداقل سطح زیان برسند. بخش عمده‌ای از این سرمایه اوراق CoCo را شامل می‌شود. این ابزارها حداقل ۱/۵ درصد از دارایی‌های موزون‌شده به ریسک را پوشش می‌دهند و همچون یک مکانیزم جذب زیان عمل می‌کنند (پتراس،[8] ۲۰۲۲). براین‌اساس، ساختار جدید در چهارچوب نظارتی بازل ۳ نشان می‌دهد که CET1 به‌عنوان منبع سرمایهٔ پایدار و AT1 به‌عنوان سپر ایمنی در شرایط بحرانی عمل می‌کنند (اندرسون و جولسرود، ۲۰۲۴).

[1] Common Shares

[2] Disclosed Reserves

[3] کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک در ایران شامل سرمایهٔ پرداخت شده (منابع تأمین‌شده توسط سهامداران)، صرف سهام، سود (زیان) انباشته، اندوختهٔ قانونی، اندوختهٔ احتیاطی، و سایر اندوخته‌هاست. برای مطالعهٔ بیشتر، نگاه کنید: بانک مرکزی (۱۳۹۸) نسخهٔ اصلاحی به دستورالعمل محاسبهٔ سرمایه نظارتی و کفایت سرمایهٔ مؤسسات اعتباری.

[4] Risk-Weighted Assets

[5] Andersen & Juelsrud

[6] Additional Tier 1

[7] Hybrid Capital

[8] Petras

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]



شکل ۴. جایگاه اوراق CoCo در کفایت سرمایهٔ بانک‌ها براساس چهارچوب نظارتی بازل ۳[1]
منبع: بولتون و همکاران،[2] ۲۰۲۳

[1] اوراق براساس سطح محرک (تریگر) خود به دو دستهٔ اصلی تقسیم می‌شوند: اوراق با محرک پایین و اوراق با محرک بالا. انتخاب بین این دو اوراق به استراتژی بانک و تحمل ریسک سرمایه‌گذاران بستگی دارد. اوراق با محرک پایین برای شرایط بحرانی طراحی شده‌اند و ریسک بالاتری دارند؛ اما نرخ سود بیشتری هم دارند. درحالی‌که اوراق با محرک بالا برای تقویت سرمایه در مراحل اولیهٔ مشکلات مالی استفاده می‌شوند، ریسک کمتری دارند و هزینهٔ انتشار آن‌ها برای بانک‌ها پایین‌تر است. به‌طور کلی، هر دو نوع این اوراق نقش مهمی در مدیریت ریسک و ثبات مالی بانک‌ها ایفا می‌کنند، که در ادامه به‌طور مفصل توضیح داده می‌شود:

اوراق با محرک پایین: معمولاً با سطح محرک ۵/۱۲۵ درصد یا کمتر از نسبت سرمایه CET1 به دارایی‌های موزون‌شده به ریسک طراحی می‌شوند. این اوراق در شرایط بسیار بحرانی و نزدیک به ورشکستگی بانک فعال می‌شوند و مکانیزم جذب زیان را آغاز می‌کنند. ازآنجاکه تبدیل این اوراق به سهام در شرایطی اتفاق می‌افتد که ارزش سهام ممکن است به‌شدت کاهش یافته باشد، ریسک بالاتری برای سرمایه‌گذاران دارند. به همین دلیل، نرخ سود (کوپن) این اوراق معمولاً بالاتر است تا جبران این ریسک بیشتر شود. از نظر وضعیت سرمایهٔ نظارتی، اوراق با محرک پایین معمولاً به‌عنوان بخشی از سرمایهٔ Tier 2 (T2) شناخته می‌شوند و ممکن است دارای سررسید باشند. این اوراق برای سرمایه‌گذارانی جذاب‌اند که تحمل ریسک بالاتری دارند.

اوراق با محرک بالا: با سطح محرک ۷ درصد یا بیشتر از نسبت سرمایه CET1 به دارایی‌های موزون‌شده به ریسک طراحی می‌شوند. این اوراق در مراحل اولیهٔ کاهش سرمایهٔ بانک فعال می‌شوند و به بانک‌ها اجازه می‌دهند قبل از رسیدن به شرایط بحرانی، سرمایهٔ خود را تقویت کنند. ازآنجاکه تبدیل این اوراق به سهام در شرایط بهتری انجام می‌شود، ریسک کمتری برای سرمایه‌گذاران دارند و نرخ سود (کوپن) آن‌ها نیز معمولاً پایین‌تر است. اوراق با محرک بالا معمولاً به‌عنوان بخشی از سرمایهٔ Tier 1 اضافی (AT1) شناخته می‌شوند و باید دائمی باشند؛ یعنی هیچ تاریخ سررسید مشخصی نداشته باشند. این اوراق برای سرمایه‌گذاران محافظه‌کارتر جذاب‌ترند و هزینهٔ انتشار آن‌ها نیز برای بانک‌ها کمتر است.

[2] Bolton et al.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

۲.۱ مطالعات پیشین

ژانگ و همکاران (۲۰۲۵) با مدل‌سازی یک مدل مالی پیوسته براساس فرایندهای تصادفی به بررسی تأثیر انتشار اوراق قرضهٔ قابل‌تبدیل مشروط CoCo بر ساختار سرمایه و تصمیم‌های سرمایه‌گذاری بانک‌ها در دو حالت محدودیت‌های انتشار (شامل محدودیت‌های مقرراتی، هزینه‌های تأمین‌مالی، واکنش سرمایه‌گذاران، و اثرات جانبی بر ساختار سرمایه بانک) و بدون محدودیت انتشار پرداختند. نتایج مدل‌سازی آن‌ها نشان می‌دهد که بانک‌ها با محدودیت‌های شدید در ابتدا تمایل دارند CoCos بیشتری منتشر کنند؛ اما با افزایش نسبت تبدیل این انگیزه کاهش می‌یابد. همچنین، بانک‌هایی با دارایی‌های پرنوسان بیشتر به استفاده از CoCos با تبدیل اجباری به سهام (MCE)[1] گرایش دارند، درحالی‌که بانک‌هایی با نوسان کمتر، CoCos با حذف دائمی ارزش (PWD)[2] را ترجیح می‌دهند. مدل‌سازی آن‌ها نشان می‌دهد که رابطه‌ای به شکل U معکوس بین حجم انتشار CoCos و نسبت تبدیل آن‌ها وجود دارد؛ به این معنا که بانک‌ها ابتدا برای کاهش هزینه‌های اصطکاکی سرمایه‌گذاری CoCos بیشتری منتشر می‌کنند؛ اما افزایش نسبت تبدیل و زیان ناشی از رقیق‌شدن سهام موجب کاهش انگیزه برای انتشار بیشتر می‌شود. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که قانونگذاران باید از رویکردی یکسان برای همهٔ بانک‌ها پرهیز کرده و شرایط خاص هر بانک را در تعیین نوع و میزان CoCos در نظر بگیرند تا این ابزار به‌طور مؤثر در مدیریت بحران‌های مالی و افزایش پایداری نظام بانکی نقش‌آفرینی کند.

منگ و همکاران[3] (۲۰۲۴) به مدل‌سازی ریاضی کالیبراسیون مدل‌های ساختار سرمایه[4] برای بانک‌هایی پرداختند که اوراق CoCo منتشر کرده‌اند. خلاف مطالعات قبلی که به کالیبراسیون مدل‌های ساختار سرمایه[5] (CSM) پرداخته بودند و عمدتاً بر شرکت‌های غیرمالی تمرکز داشتند، منگ و همکاران مدل‌سازی جدیدی برای کالیبراسیون بانک‌ها تحت

---

[1] Mandatory Conversion Equity

[2] Permanent Write-Down

[3] Meng et al.

[4] کالیبراسیون مدل‌های ساختار سرمایه به فرایند تنظیم و تنظیم مجدد پارامترهای مدل‌های مختلف ساختار سرمایه در جهت تطابق بهتر با داده‌های واقعی و شرایط بازار اطلاق می‌شود. در این فرایند، مدل‌های نظری مانند مدل مودیگلیانی–میلر (MM) یا مدل‌های مبتنی بر تئوری هزینهٔ معامله و تئوری مالی رفتاری، با استفاده از داده‌های تجربی مانند نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، هزینه‌های بدهی، و بازده سرمایه‌گذاری‌ها اصلاح می‌شوند تا پیش‌بینی‌های دقیق‌تری از ساختار سرمایهٔ شرکت‌ها ارائه دهند. هدف اصلی این کالیبراسیون، بهینه‌سازی تصمیم‌های مالی شرکت‌ها در راستای کاهش هزینه‌های مالی و افزایش ارزش شرکت است.

[5] Capital Structural Models

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

مدل‌های ساختار سرمایه ارائه دادند. آن‌ها از داده‌های پنج بانک بزرگ کانادایی در ۲۰۱۹ استفاده کردند. ابتدا ساختار سرمایه‌ای بدون سرمایهٔ مشروط را در نظر گرفتند و متغیرهایی همچون قیمت سهام، نوسانات سهام، بازده بدهی و اسپردهای[۱] CDS را کالیبره کردند، سپس سرمایهٔ مشروط را با جایگزینی اوراق CoCo بر متغیرهای فوق بررسی کردند. کالیبراسیون آن‌ها نشان می‌دهد که اوراق CoCo ریسک نکول بانک‌های صادرکننده را کاهش می‌دهد؛ همچنین بازار انتظار دارد نهادهای ناظر تبدیل اوراق به سهام را زمانی به اجرا درآورند که بانک در حال فعالیت است (Going Concern)[۲] نه زمانی که دیگر فعالیتی ندارد.

چانگ و وانگ[۳] (۲۰۲۴) به مدل‌سازی ریاضی تأثیر تأمین‌مالی از طریق اوراق بهادار قابل‌تبدیل در شرایط اطلاعات نامتقارن دوطرفه[۴] بین کارآفرین و سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر[۵] پرداختند. آن‌ها ابتدا دلایل استفادهٔ گسترده از اوراق بهادار قابل‌تبدیل در تأمین‌مالی سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر را بررسی کردند. سپس با ارائهٔ مدل‌سازی ریاضی نشان دادند که چگونه در شرایطی که اطلاعات نامتقارن دوطرفه بین کارآفرینان و سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر وجود دارد اوراق بهادار قابل‌تبدیل به قراردادهای بهینه منجر می‌شوند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که با افزایش سطح اطلاعات نامتقارن، نسبت تبدیل بهینهٔ این اوراق نیز افزایش می‌یابد. برعکس، در دوران رونق اقتصادی، زمانی که مسائل انتخاب معکوس کمتر مشهود است، نسبت تبدیل به کاهش تمایل دارد. این تحقیق نه تنها بینش‌هایی دربارهٔ دینامیک اوراق بهادار قابل‌تبدیل ارائه می‌دهد؛ بلکه پیش‌بینی‌هایی آزمودنی درمورد رفتار آن‌ها در شرایط اقتصادی مختلف ارائه کرده و بر اهمیت درک تعامل بین اطلاعات نامتقارن و ابزارهای مالی در تأمین‌مالی سرمایه‌گذاری تأکید می‌کند. یافته‌های نظری آن‌ها نشان می‌دهد زمانی که مشکل عدم‌تقارن اطلاعات بدتر می‌شود، نسبت تبدیل بهینه افزایش می‌یابد. آن‌ها نشان دادند که نسبت تبدیل در طول رونق اقتصادی کمتر می‌شود؛ زیرا مشکل انتخاب نامطلوب[۶] کمتر رخ می‌دهد.

---

[1] Credit Default Swaps

[۲] Going Concern به وضعیتی اشاره دارد که بانک هنوز در حال فعالیت است، درحالی‌که Gone Concern به وضعیتی اشاره دارد که بانک دیگر فعالیتی ندارد و به‌سمت ورشکستگی یا انحلال پیش می رود.

[3] Chang & Wang

[4] Two-sided asymmetric information

[5] Venture Capital

[6] Adverse Selection

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

سگال (۲۰۲۳) در پژوهش خود به مدل‌سازی ریاضی یک اهرم خودکار برای فعال‌سازی اوراق CoCo پرداخت. مدل‌سازی او بر این اصل استوار بود که ارزش سهام بانک‌ها از یک فرایند حرکتی هندسی براونی پیروی می‌کند. این فرض به‌همراه پرداخت‌های منظم برای کوپن‌های اوراق CoCo و بدهی‌های معوق به‌طور دینامیک اهرم بانک را تغییر می‌دهد. برای حفظ اهرم در محدوده‌های از پیش تعیین‌شده سه شاخص پرداخت بدهی به‌صورت کوپن‌های نقدی، تبدیل پرداخت‌های کوپن به سهام، و صدور مجدد اوراق CoCo در حد بهینه را در مدل‌سازی ریاضی خود وارد کرد. این تغییرات باعث شد که نسبت‌های اهرمی بانک صادرکننده به‌طور خودکار از طریق انتشار مجدد اوراق CoCo تضمین شود. ازآنجاکه تغییرات اهرم تعریف‌شده به تغییرات قیمت سهام منجر می‌شود، تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام گزینه در هر زمان اعمال شود، به‌طور کاملاً شفاف از طریق مشاهدهٔ داده‌های بازار انجام می‌شود و به برآوردهای زمان‌بر یا تصمیم‌گیری نهادهای نظارتی یا کمیته‌های ریسک نیازی نیست. همچنین، می‌توان اهرم‌ها را ثابت نگه داشت تا احتمال نکول در مقادیر پذیرفتنی باقی بماند.

سگال و اولافسون[1] (۲۰۲۳) در مقاله‌ای با عنوان «مروری بر یک ماشهٔ جایگزین برای DCL[2]» با مطالعهٔ موردی بانک Credit Suisse به مدل‌سازی ریاضی یک محرک جدید خودکار برای اوراق CoCo پرداختند. محرک پیشنهادی آن‌ها امکان پایش مداوم نسبت‌های اهرمی بانک را فراهم کرده و انعطاف‌پذیری موردنظر را به ارمغان می‌آورد. این طراحی جایگزین که براساس مکانیزم DCL ساخته شده، در صورت فعال‌شدن، اوراق CoCo را به‌تدریج به سهام تبدیل می‌کند و نسبت اهرمی بانک صادرکننده را کاهش می‌دهد. با کاهش مکانیکی نسبت‌های اهرمی، احتمال فعال‌سازی مجدد نیز کاهش می‌یابد. در این صورت بانک صادرکننده می‌تواند به سرمایهٔ بیشتر با هزینهٔ کمتر دسترسی پیدا کند (تأمین‌مالی بهتر).

کاند و پتراس (۲۰۲۳) با طرح این پرسش که آیا اوراق قرضه CoCo می‌تواند ریسک سیستماتیک را کاهش دهد؟ ۵۳۳ نوع اوراق CoCo را با معیار SRISK بررسی کردند که توسط ۱۲۶ بانک از ۳۳ کشور در ۲۰۱۹ منتشر شده بود. نتایج نشان می‌دهد که پس از بحران مالی ۲۰۰۸، اوراق CoCo به‌عنوان ابزاری برای تثبیت بانک‌های فردی و درنتیجه کل نظام بانکی بدون توجه به نحوهٔ ثبت حسابداری در رژیم IFRS و غیر از آن، ریسک سیستماتیک را تا ۷۴٪ کاهش می‌دهد.

[1] Segal & Ólafsson.

[2] Dynamic Control of Leverage

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

لی و همکاران (۲۰۲۲) با ارائهٔ مدل‌سازی جدیدی مبتنی بر رویکرد شبکهٔ مالی آیزنبرگ ـ نئو[1]، به مقایسهٔ تأثیر انتقال زیان بین بانک‌ها قبل و بعد از انتشار اوراق CoCo پرداختند. نتایج حاکی از آن است که به‌طور معنی‌داری بانک‌ها می‌توانند از طریق اوراق CoCo زیان بیشتری را با دیگران تقسیم کنند. به‌علاوه، اوراق CoCo نه‌تنها می‌تواند بانک‌های در حال ورشکستگی را نجات دهد؛ بلکه هزینه‌های ورشکستگی آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد. نکتهٔ مهم این است که کارایی این اوراق با رسیدن به حد آستانه‌ای دچار چالش می‌شود؛ زیرا انتشار اوراق CoCo توسط بانک‌ها انعطاف‌پذیری ریسک آن‌ها را افزایش می‌دهد.

مندس و همکاران[2] (۲۰۲۲) تأثیر انتشار اوراق CoCo در ریسک سیستمی بانک‌ها را با استفاده از سه معیار زیان موردانتظار سیستمیک (SES)[3]، ریسک سیستمیک (SRISK)[4]، و ارزش در معرض ریسک شرطی (ΔCoVaR)[5] بررسی کردند. نتایج بررسی انجام‌شدهٔ آن‌ها روی ۹۷ بانک از ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ در سراسر جهان ازجمله بانک‌های مهم سیستمی دنیا (G-SIBs)[6] نشان می‌دهد که انتشار اوراق CoCo ریسک سیستماتیک را به‌طور قابل‌توجهی برای پوشش بحران‌های آینده کاهش می‌دهد؛ مشروط بر اینکه از حد بهینه تجاوز نکند. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده حکایت از آن دارد که انتشار اوراق مذکور بسته به اندازهٔ بانک و بازده حقوق صاحبان سهام[7] در ریسک سیستماتیک بانک اثر غیرهمگن[8] دارد.

فیوردلیسی و همکاران (۲۰۲۰) به این پرسش پرداختند که آیا اوراق CoCo می‌تواند محافظی برای کفایت سرمایهٔ بانک باشد؟ برای پاسخ به این پرسش، آن‌ها ۹۱ بانک اروپایی را از ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۷ در دو سناریوی مختلف بررسی کردند. مدل‌سازی آن‌ها براین‌اساس شکل گرفت که ابتدا عملکرد بانک‌های موردمطالعه را بدون انتشار اوراق بررسی کردند و سپس به بررسی عملکرد بانک‌ها با انتشار اوراق مذکور پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که انتشار اوراق CoCo به‌طور شگفت‌انگیزی باعث کاهش واریانس بازده سهام نسبت به حالتی می‌شود که اجازهٔ انتشار نداشته‌اند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد اگر اوراق مذکور به سهام تبدیل

[1] Eisenberg-Noe's Financial Network Method
[2] Mendes et al.
[3] Systemic Expected Shortfall (SES)
[4] Systemic Risk (SRISK)
[5] Conditional Value at Risk (CoVaR)
[6] Global Systemically Important Banks
[7] Return on Equity
[8] Effect Is Heterogeneous

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

شود، با کاهش ارزش[1] نسبت به ارزش دفتری مواجه می‌شود؛ ولی هم‌زمان سایر معیارهای ریسک را برای بانک کاهش می‌دهد.

سلمانی قرایی و کیخا (۱۴۰۱) با استفاده از مدل نظریهٔ انباره – روانه[2] و با تکیه بر چهار اصل انطباق انباره[3]، انطابق روانه[4]، انطباق انباره–روانه، و ورودی چهارگانه[5] با ترکیب مشخصات رفتاری[6] به بررسی تأثیر اوراق CoCo بر حقوق صاحبان سهام بانک‌ها و امحای نقدینگی با استفاده از این ابزار در ایران در قالب ۸ سناریوی مختلف پرداختند[7]. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که انتشار اوراق CoCo و اعمال آن توسط بانک‌ها در شرایطی که فعالیت‌های اقتصادی با رکود مواجه‌اند و نرخ نکول با تکانهٔ مثبت مواجه است، از طریق همگن‌سازی اقلام سمت راست و چپ ترازنامهٔ بانک‌ها به‌صورت بسیار کارا به این تکانه پاسخ می‌دهد و باعث سالم‌سازی ترازنامهٔ بانک‌ها در تمام تواترهای زمانی می‌شود.

مطالعات مذکور به‌وضوح نشان می‌دهند که استفاده از اوراق بر کنترل ریسک و افزایش مقاومت بانک‌ها در برابر بحران‌های برون‌زا پایدار است. براین‌اساس، سعی شده است تا با بهره‌گیری از مطالعات فوق به تشریح چگونگی مدل‌سازی ریاضی قیمت اوراق CoCo پرداخته شود.

---

[1] Write-down

[2] Stock-Flow Consistent (SFC)

[3] Stock Consistency

[4] Flow Consistency

[5] Quadruple Entry

[6] Behavioral Specification

[7] مدل‌های Stock-Flow Consistent (SFC) یا مدل‌های سازگار با موجودی و جریان، چهارچوبی برای تحلیل اقتصادی‌اند که در آن تمامی موجودی‌ها (مانند دارایی‌ها و بدهی‌ها) و جریان‌ها (مانند درآمد و هزینه) به‌طور دقیق و بدون تناقض با یکدیگر تطبیق داده می‌شوند. این مدل‌ها بر پایهٔ اصول حسابداری ملی و مالی طراحی شده‌اند و تعاملات بین بخش‌های مختلف اقتصاد (مانند خانوارها، بنگاه‌ها، دولت، و سیستم بانکی) را به‌طور کامل مدل‌سازی می‌کنند. مدل‌های SFC ابزار قدرتمندی برای تحلیل سیاست‌های اقتصادی، بررسی ثبات مالی و پیش‌بینی تأثیرات تغییرات در متغیرهای کلان اقتصادی؛ مانند نرخ بهره، مالیات و مخارج دولت‌اند. این مدل‌ها به دلیل سازگاری دقیق حسابداری و توجه هم‌زمان به جریان‌ها و موجودی‌ها، امکان تحلیل پویا و واقع‌گرایانه‌تر از اقتصاد را فراهم می‌کنند. برای مطالعهٔ بیشتر در خصوص مدل رجوع کنید به:

Kremer, E. (2023). Financial innovations and macroeconomic stability: An assessment of contingent convertible bonds (Doctoral dissertation). Université Panthéon-Sorbonne-Paris I; Universität Bielefeld.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

۳ مبانی نظری و مدل‌سازی قیمت[۱]

اوراق CoCo اولین‌بار توسط فلانری[۲] (۲۰۰۲) و سپس توسط راویو[۳] (۲۰۰۴) قیمت‌گذاری شد (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۵). این اوراق به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد به مدل‌های ریاضی پیشرفته بر مبنای فرایندهای تصادفی[۴] نیاز دارند. این فرایندها شامل حرکت براونی[۵] و حرکت براونی هندسی[۶] می‌شوند که برای مدل‌سازی نوسانات ارزش دارایی‌ها و نسبت سرمایهٔ بانک به کار می‌روند. علاوه‌بر این، از مدل‌های مشتقات اعتباری[۷] برای ارزیابی و قیمت‌گذاری ابزارهای مالی مرتبط با ریسک اعتباری برای محاسبهٔ تأثیر احتمال نکول بر قیمت ابزارهای مالی مانند CoCo استفاده می‌شود. همچنین، از معادلات دیفرانسیل تصادفی[۸] برای شبیه‌سازی تغییرات تصادفی در ارزش دارایی‌ها بهره گرفته می‌شود[۹].

مدل مشتقات اعتباری برای قیمت‌گذاری اوراق CoCo از رویکردی مبتنی بر شدت[۱۰] استفاده می‌کند. در این رویکرد، نرخ وقوع رویداد نکول در یک بازه زمانی مشخص مدل‌سازی می‌شود. این نرخ که به آن شدت نکول[۱۱] گفته می‌شود با استفاده از فرایندهای تصادفی؛ مانند

---

[۱] برای مطالعهٔ بیشتر در خصوص مدل‌سازی ریاضی قیمت اوراق و تریگر رجوع کنید به پایان‌نامهٔ دکتری آقای ماکسیم سگال:

Segal, M. (2023). Designing capital-ratio triggers for contingent convertibles (Doctoral dissertation). Reykjavík University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

[2] Flannery

[3] Raviv

[4] Stochastic Processes

[5] Brownian Motion

[6] Geometric Brownian Motion

[7] Credit Derivatives Model

[8] Stochastic Differential Equations

[۹] حرکت براونی فرایندی تصادفی است که تغییرات کوچک و غیرقابل‌پیش‌بینی را با استفاده از توزیع نرمال مدل‌سازی می‌کند. این فرایند، که به فرایند وینر (Wiener Process) نیز معروف است، به دلیل مسیرهای پیوسته و نامنظم، برای شبیه‌سازی رفتار تصادفی قیمت دارایی‌ها در بازه‌های زمانی کوتاه استفاده می‌شود. در مقابل، حرکت براونی هندسی نسخه‌ای اصلاح‌شده از حرکت براونی است که ویژگی‌های بازارهای مالی را بهتر منعکس می‌کند. این مدل با معرفی رشد نمایی، نرخ بازدهی (Drift)، و نوسانات (Volatility)، تغییرات قیمت دارایی‌ها را به شکلی واقعی‌تر نمایش می‌دهد. از ویژگی‌های کلیدی حرکت براونی هندسی این است که قیمت دارایی‌ها نمی‌تواند منفی شود، که آن را برای مدل‌سازی قیمت سهام و ابزارهای مالی مناسب‌تر می‌کند.

[10] Intensity-Based Approach

[11] Default Intensity

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

فرایند پوآسون[۱] تخمین زده می‌شود. همچنین، این رویکرد به تحلیل احتمال وقوع نکول و تأثیر آن بر ارزش ابزار مالی کمک می‌کند. استفاده از شدت نکول باعث می‌شود که مدل تغییرات دینامیک در شرایط بازار را بهتر شبیه‌سازی کند و پیش‌بینی دقیق‌تری از رفتار CoCo ارائه دهد که به فرمول مثلث اعتباری[۲] متکی است.

فرمول مثلث اعتباری از حاصل‌ضرب سه عنصر اصلی مرتبط با ریسک اعتباری به دست می‌آید که عبارت‌اند از: احتمال نکول[۳] (PD)، زیان ناشی از نکول[۴] (LGD)، و مبلغ در معرض نکول (EAD)[۵]. این فرمول ابزار ساده و کارآمدی برای محاسبهٔ ریسک اعتباری در ابزارهای مالی است و در مدل‌سازی و قیمت‌گذاری CoCo برای ارزیابی احتمال تبدیل بدهی به سهام استفاده می‌شود.

---

[۱] فرایند پوآسون (Poisson Process): این فرایند تصادفی برای مدل‌سازی رویدادهایی استفاده می‌شود که به‌طور مستقل و با نرخ ثابت در طول زمان اتفاق می‌افتند. در اینجا، از آن برای مدل‌سازی وقوع نکول در یک بازه زمانی مشخص بهره می‌برند.

[۲] فرمول مثلث اعتباری (Credit Triangle Formula): این فرمول برای محاسبهٔ ریسک اعتباری استفاده می‌شود و از سه عنصر اصلی تشکیل شده است: احتمال نکول (PD)، زیان ناشی از نکول (LGD)، و مبلغ در معرض نکول (EAD). این فرمول برای ارزیابی ریسک‌های اعتباری در ابزارهای مالی کاربرد دارد.

[۳] احتمال نکول ((PD) - Probability of Default) به احتمال وقوع نکول توسط یک نهاد مالی یا شرکت در بازه زمانی مشخصی اشاره دارد. این شاخص نشان‌دهندهٔ توانایی یا ناتوانی شرکت در انجام تعهدات مالی خود است. PD معمولاً با استفاده از مدل‌های آماری و تحلیل داده‌های تاریخی به دست می‌آید. عواملی مانند وضعیت مالی شرکت، شرایط اقتصادی کلان، و رتبه‌بندی اعتباری بر این احتمال تأثیر می‌گذارند؛ برای مثال، شرکتی که بدهی‌های زیادی دارد و جریان نقدی کافی برای بازپرداخت آن ندارد، احتمال نکول بیشتری خواهد داشت. PD به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین پارامترهای مدیریت ریسک اعتباری، در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و اعطای وام نقش حیاتی دارد.

[۴] زیان ناشی از نکول (Loss Given Default - LGD)درصدی از زیانی است که سرمایه‌گذار یا وام‌دهنده در صورت وقوع نکول متحمل می‌شود. این پارامتر نشان می‌دهد که چه مقدار از سرمایه‌گذاری یا وام ممکن است بازیابی نشود؛ برای مثال، اگر یک بانک به شرکتی وام داده باشد و آن شرکت نکول کند، LGD به درصدی از وام اشاره دارد که بانک نمی‌تواند بازپس بگیرد. LGD به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ ازجمله نوع دارایی‌های وثیقه‌ای، اولویت بازپرداخت بدهی‌ها، و وضعیت بازار در زمان نکول. اگر وثیقه‌هایی با ارزش بالا وجود داشته باشد LGD پایین‌تر خواهد بود؛ زیرا بانک می‌تواند از فروش وثیقه‌ها بخشی از زیان را جبران کند. این شاخص برای تخمین زیان‌های احتمالی در مدیریت ریسک مالی بسیار مهم است.

[۵] مبلغ در معرض نکول (Exposure at Default - EAD) به مبلغی اشاره دارد که در صورت وقوع نکول، در معرض خطر قرار دارد. این مبلغ شامل اصل وام، سودهای معوق، و سایر تعهدات مالی است. EAD نشان‌دهندهٔ حداکثر زیانی است که سرمایه‌گذار یا وام‌دهنده ممکن است در صورت نکول متحمل شود.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

براین‌اساس، ابتدا باید فرمول مثلث اعتباری با مدل‌سازی CoCo طبق شکل ۵ تطبیق داده شود، به‌طوری‌که شدت تبدیل[1]، جایگزین شدت نکول در فرمول مثلث اعتباری سنتی شود. شدت تبدیل احتمال وقوع یک رویداد تبدیل را بین دو بازه زمانی t و t+dt مدل‌سازی می‌کند. این تطبیق به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا ریسک مرتبط با تبدیل CoCo را ارزیابی کنند. باتوجه‌به اینکه احتمال تبدیل تحت تأثیر شرایط بازار و عملکرد مالی بانک قرار می‌گیرد، شدت تبدیل ابزار مهمی برای تحلیل دینامیک رفتار CoCo و پیش‌بینی بازدهی آن محسوب می‌شود. همچنین، در این مدل صرف ریسک[2] به‌جای مبلغ در معرض نکول همانند جبرانی برای ریسک‌های مرتبط با تبدیل عمل کرده و سرمایه‌گذاران را برای پذیرش این ریسک تشویق می‌کند. این تطبیق به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بازدهی موردانتظار خود را تنظیم کنند. ناشران CoCo نیز از این پارامتر برای تعیین نرخ بهرهٔ مناسب و جذب سرمایه‌گذاران استفاده می‌کنند[3].

نرخ بازیابی[4] π جایگزین زیان ناشی از نکول در فرمول مثلث اعتباری شده و به‌طور مستقیم بر بازدهی و جذابیت CoCo برای سرمایه‌گذاران تأثیر می‌گذارد. این تطبیق نشان‌دهندهٔ میزان سود یا زیان سرمایه‌گذار در صورت تبدیل است. اگر نرخ بازیابی بالاتر باشد، سرمایه‌گذاران بازدهی بیشتری دریافت می‌کنند و ابزار مالی جذاب‌تر می‌شود و درنهایت در مدل CoCo به جای استفاده از احتمال ثابت برای وقوع رویدادها، از رویکرد مبتنی بر شدت استفاده می‌شود. این رویکرد احتمال تبدیل را به‌صورت دینامیک و وابسته به زمان مدل‌سازی می‌کند. به‌علاوه، امکان تحلیل دقیق‌تر رفتار CoCo در شرایط مختلف بازار را فراهم می‌کند و به سرمایه‌گذاران و ناشران کمک می‌کند تا تصمیم‌های آگاهانه‌تری دربارهٔ مدیریت و قیمت‌گذاری CoCo اتخاذ کنند. استفاده از این رویکرد باعث می‌شود مدل به تغییرات بازار حساس‌تر باشد و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری ارائه دهد. براین‌اساس، فرمول مثلث اعتباری به نحوی تطبیق داده شد که امکان محاسبهٔ بازدهی مورد انتظار CoCo فراهم شود.

[1] default intensity

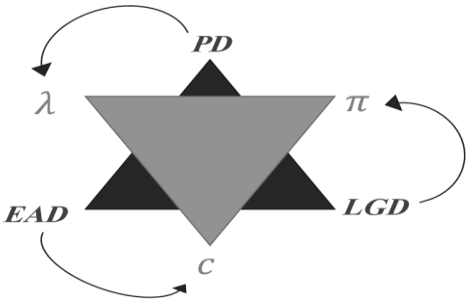
[2] credit spread

[3] صرف ریسک نشان‌دهندهٔ میزان بازدهی اضافی است که CoCo باید نسبت به نرخ بدون ریسک ارائه دهد تا ریسک مرتبط با آن را جبران کند. این اختلاف بازدهی منعکس‌کنندهٔ ریسک‌های مرتبط با تبدیل و احتمال وقوع آن است. صرف ریسک به‌عنوان عاملی کلیدی در قیمت‌گذاری CoCo عمل می‌کند و به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بازدهی موردانتظار خود را باتوجه‌به ریسک‌های مرتبط تنظیم کنند.

[4] recovery rate

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]



شکل ۵. تطبیق اجزای مثلث اعتباری برای مدل‌سازی اوراق CoCo
منبع: سگال، ۲۰۲۳

ابتدا، مثلث اعتباری را از یک اوراق قرضهٔ بدون کوپن[1] استخراج می‌کنیم. فرض کنید یک اوراق قرضهٔ بدون کوپن با ارزش اسمی[2] N، سررسید[3] T و شدت تبدیل λ [4] داریم. زمان وقوع نکول پیش‌بینی‌ناپذیر است؛ اما می‌توان آن را با استفاده از فرایند پواسون با شدت λ مدل‌سازی کرد. همچنین احتمال اینکه در یک بازه زمانی به طول T نکولی رخ ندهد، می‌تواند به‌عنوان این احتمال اندازه‌گیری شود که اولین زمان فاصله بزرگ‌تر از T باشد. براساس توزیع‌نمایی با کمک بسط تیلور[5]، معادلهٔ ۱ برای احتمال عدم‌نکول[6] p_s استخراج می‌شود[7]:

$$p(x) = \frac{e^{-(\lambda T)}(\lambda T)^x}{x!} \xrightarrow{e^{-\lambda T}=\left(1-\lambda T+\frac{(-\lambda T)^2}{2!}-\frac{(-\lambda T)^3}{3!}+\frac{(-\lambda T)^4}{4!}-\cdots\right)} p_s = \exp(-\lambda T) \approx 1-\lambda T \quad (۱)$$

سرمایه‌گذاران در زمان سررسید، ارزش اولیهٔ N را دریافت می‌کنند؛ ولی اگر در طول عمر اوراق قرضه نکولی رخ داده باشد، تنها بخشی از ارزش اولیهٔ بازیابی‌شده در زمان سررسید

[1] zero-coupon bond
[2] face value
[3] maturity
[4] پارامتر λ نشان‌دهندهٔ احتمال وقوع نکول در هر لحظه است و کمک می‌کند ریسک نکول در طول زمان ارزیابی شود. بر این اساس شدت نکول، احتمال آنی نکول است.
[5] براساس بسط سری تیلور حول یک نقطه وقتی T خیلی کوچک باشد $e^{\lambda T} \approx 1-\lambda T$ می‌شود.
[6] survival probability
[7] این احتمال نشان می‌دهد که در یک بازه زمانی مشخص T چقدر احتمال دارد نکولی رخ ندهد. این مفهوم برای سرمایه‌گذاران بسیار مهم است، زیرا نشان‌دهندهٔ ریسک سرمایه‌گذاری در اوراق قرضه است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

پرداخت می‌شود. ارزش بازیابی[۱] با πN نمایش داده می‌شود و نرخ بازیابی π در بازه $[۰, ۱]$ قرار دارد.

ارزش موردانتظار اوراق قرضه[۲]، به‌صورت مجموع تمام مقادیر پرداختی تنزیل‌شده به‌علاوهٔ احتمال دریافت این پرداخت در بازه زمانی T محاسبه می‌شود؛ بنابراین، یک تقریب برای اوراق قرضهٔ بدون کوپن[۳] به‌صورت معادلهٔ ۲ ارائه می‌شود:

$$B = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{C_{T-1}}{(1+r)^{T-1}} + \frac{C_T}{(1+r)^T} + \frac{N}{(1+r)^T} = \sum_{i=1}^{T} \frac{C_i}{(1+r)^T} + \frac{N}{(1+r)^T} \quad (۲)$$

باتوجه‌به مبانی افراز مجموعه‌ها T را به‌صورت N زیر شاخه بر حسب x_i تقسیم می‌کنیم. که در آن x_i هر بازه کوچک‌تر از T است:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_T \leq T < x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_{T+1} \quad (۳)$$

درنتیجه، می‌توانیم با تبدیل T به کوچک‌ترین زیر بخش x_i محاسبهٔ ارزش فعلی را از حالت گسسته به پیوسته تبدیل کنیم.

$$\lim_{T\to\infty} \frac{1}{(1+r)^T} = e^{-rT} \quad (۴)$$

$$B = C_1 e^{-rT} + C_2 e^{-rT} + C_3 e^{-rT} + \cdots + C_{T-1} e^{-r(T-1)} + C_T e^{-rT} + N e^{-rT} \rightarrow B = \sum_{i=1}^{T} C_i e^{-rT} + N e^{-rT} \quad (۵)$$

معادلهٔ ۴ و ۵ قیمت اوراق قرضه با کوپن است. براین‌اساس، قیمت اوراق قرضه بدون کوپن و بدون صرف ریسک براساس توزیع پواسن به‌صورت معادلهٔ ۶ است[۴]:

---

[۱] این مقدار نشان‌دهندهٔ بخشی از ارزش اولیه است که پس از وقوع نکول به سرمایه‌گذار پرداخت می‌شود. نرخ بازیابی π نشان‌دهندهٔ درصدی از ارزش اولیه است که در صورت نکول، قابل‌بازیابی است.

[۲] این ارزش به‌طورکلی به‌عنوان میانگین وزنی پرداخت‌های ممکن در زمان سررسید محاسبه می‌شود که به احتمال وقوع هر یک از این پرداخت‌ها بستگی دارد. این محاسبه شامل تنزیل پرداخت‌ها به زمان فعلی است.

[۳] این تقریب به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا ارزش فعلی اوراق قرضه را با درنظرگرفتن ریسک نکول محاسبه کنند. این محاسبه معمولاً شامل استفاده از شدت نکول λ برای تعیین احتمال وقوع نکول و تأثیر آن بر ارزش اوراق قرضه است.

[۴] مقدار سرمایه‌گذاری نهایی B تحت تأثیر دو حالت مختلف باتوجه‌به احتمال p_s قرار می‌گیرد. حالت اول، با احتمال p_s برابر با N است و حالت دوم، با احتمال $(۱-p_s)$ برابر πN است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$B = Ne^{-rT} \rightarrow B = e^{-rT}[p_s N + (1-p_s)\pi N] \xrightarrow{p_s=\exp(-\lambda T)\approx 1-\lambda T}$$
$$B = Ne^{-rT}[1-\lambda T + (1-1+\lambda T)\pi] \rightarrow B = Ne^{-rT}[1-\lambda(1-\pi)T] \quad (۶)$$

همچنین، قیمت اوراق قرضهٔ بدون کوپن و با صرف ریسک به‌صورت معادلهٔ ۷ است:

$$B = Ne^{-(r+c)T} \rightarrow B = Ne^{-rT} \times e^{-cT}$$
$$\xrightarrow{p_s=\exp(-\lambda T)\approx 1-\lambda T} B = Ne^{-rT}[1-cT] \quad (۷)$$

باتوجه‌به دو معادلهٔ قیمت اوراق قرضهٔ بدون کوپن و با صرف ریسک و قیمت اوراق قرضهٔ بدون کوپن و بدون صرف ریسک داریم:

$$\begin{cases} B = Ne^{-rT}[1-cT] \\ B = Ne^{-rT}[1-\lambda(1-\pi)T] \end{cases} \rightarrow [1-\lambda(1-\pi)T] = [1-cT] \rightarrow c = \lambda(1-\pi) \quad (۸)$$

این قاعده که به قانون سرانگشتی[1] معروف است، بین صرف ریسک[2]، شدت نکول[3]، و نرخ بازیابی[4] رابطه برقرار می‌کند و در روش مشتقات اعتبار برای قیمت‌گذاری CoCo استفاده می‌شود.

مشابه با رویداد نکول در بدهی‌های شرکتی، CoCo رویدادی تحریک‌کننده دارد. مثلث اعتبار و روش قیمت‌گذاری اوراق قرضه به‌راحتی در قیمت‌گذاری یک CoCo اعمال می‌شود. براین‌اساس، احتمال وقوع رویداد تحریک‌کننده در اوراق CoCo قبل از T سال می‌تواند به‌صورت زیر در قالب شدت تحریک بیان شود:

$$P_T = 1 - \exp(-\lambda_T T) \;\rightarrow\; \lambda_T = -\frac{1}{T}\log(1-P_T) \quad (۹)$$

شایان ذکر است که شدت این تریگر باید به‌طور طبیعی بالاتر از شدت نکول بدهی شرکتی باشد؛ زیرا احتمال وقوع یک رویداد تریگر بیشتر از احتمال نکول است. این یعنی وقوع اتفاقی خاص؛ مانند عدم‌پرداخت بدهی رخ دهد، احتمال بیشتری دارد تا ورشکستگی واقعی خود شرکت؛ بنابراین به ارزیابی متفاوتی نیاز دارد. براین‌اساس، صرف ریسک یک شرکت با نرخ بازیابی π و یک سطح تریگر به‌صورت زیر استخراج می‌شود:

---

[1] Rule of Thumb Gives

[2] Credit Spread

[3] احتمال وقوع نکول در یک واحد زمان را نشان می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان یادآور ریسک در سرمایه‌گذاری در اوراق قرضه درنظرگرفته شود.

[4] Recovery Rate

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$cs_{CoCo,T} = -\frac{(1-\pi)}{\mathrm{T}}\log(1-P_T) \;\rightarrow\; y_T = cs_{COCO,T} + r_T \qquad (۱۰)$$

اینجا r_T نشان‌دهندهٔ نرخ بدون ریسک برای مدتی به طول T سال است. در مرحلهٔ آخر، قیمت CoCo می‌تواند با تنزیل جریان‌های نقدی با استفاده از بازده مربوطه به‌دست آید که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$P = \sum c_i\, e^{-y_{t_i} t_i} + N e^{-y_T T} \qquad (۱۱)$$

که در آن c_i پرداخت‌های آینده کوپن است[۱] که در زمان‌های t_i پرداخت می‌شود و N ارزش اسمی است. نرخ بازگشت[۲] از قیمت تبدیل[۳] به‌دست می‌آید و نشان‌دهندهٔ درصدی است که سرمایه‌گذاران در صورت زیان در سرمایه‌گذاری‌شان قادر به بازیابی آن هستند. در مورد CoCoها، این نرخ به قیمت تبدیل وابسته است؛ زیرا این مسئله می‌تواند تأثیر زیادی بر ارزش سرمایه‌گذاری در زمان تبدیل بگذارد.

در لحظهٔ تبدیل، سرمایه‌گذار یک CoCo قابل تبدیل، C_r سهم دریافت می‌کند که ارزش بازار آن با S^* نشان داده می‌شود (سهام دریافتی، ارزش فعلی سهام بانک را نشان می‌دهد که سرمایه‌گذار با تبدیل CoCo آن را به‌دست می‌آورد).

$$L = N - C_r S^* \rightarrow L = N\left(1 - \frac{S^*}{C_p}\right) \qquad (۱۲)$$

در این فرمول S^* نشان‌دهندهٔ ارزش بازار سهام دریافتی بعد از تبدیل و C_p قیمت تبدیل است. برای CoCoهای کاهشی[۴]، زیان برابر با کسری از میزان اسمی است[۵].

احتمال تحریک تریگر پیچیده‌ترین جزء در قیمت‌گذاری اوراق است، و به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای چالش‌برانگیزترین وظیفه در قیمت‌گذاری CoCo را دارد.

---

[۱] پرداخت‌های کوپن معمولاً به‌صورت دوره‌ای انجام می‌شوند و نشان‌دهندهٔ سودی است که سرمایه‌گذاران از سرمایه‌گذاری خود در اوراق قرضه یا بدهی‌های مشابه دریافت می‌کنند. ارزش اسمی، مبلغی است که در سررسید به دارندگان اوراق قرضه پرداخت می‌شود و معمولاً به‌عنوان مبنای محاسبهٔ سود کوپن استفاده می‌شود.

[2] Recovery Rate

[3] Conversion Price

[4] Writedown CoCo

[۵] اوراق CoCo کاهشی به‌محض بروز شرایط نامساعد مالی، به‌طور خودکار مقداری از ارزش اسمی خود را از دست می‌دهند. این کاهش می‌تواند به دلایلی؛ مانند ورشکستگی یا مشکلات مالی بانک‌های صادرکننده اتفاق بیفتد.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

یکی از روش‌ها برای حل این مشکل ارتباط‌دادن تحریک CoCo با رویداد کاهش قیمت سهم به زیر سطح مرزی S^* است. این سطح معادل قیمت سهم در زمانی است که اوراق قرضه CoCo تحریک می‌شود و به آن سطح تحریک[1] گفته می‌شود؛ بنابراین یک رویداد تحریک در ترازنامه با یک رویداد برای سطح قیمت سهم جایگزین می‌شود. در این راستا، برای یافتن احتمال عبور از سطح تحریک از مدل بلک‌ـشولز[2] با استفاده از معادلهٔ زمان خروج اول[3] محاسبه استفاده می‌شود، براین‌اساس فرض می‌شود:

$$\partial S_t = \mu S_t \partial t + \sigma S_t \partial W_t \rightarrow \int_0^t \frac{1}{S_t} \partial S_t = \int_0^t \mu \partial t + \sigma \int_0^t \partial W_t \qquad (۱۳)$$

که در آن ∂S_t تغییرات قیمت در زمان، μ نرخ بازدهی و میانگین نرخ رشد قیمت دارایی را نشان می‌دهد. σ نوسان میزان تغییرات تصادفی قیمت را نشان می‌دهد و W_t حرکت براونی استاندارد را که فرایندی تصادفی با میانگین صفر و واریانس متناسب با زمان است. معادلهٔ ۱۳ معادله‌ای انتگرالی است و چون شامل جملات تصادفی است، معادله را معادلهٔ انتگرالی تصادفی می‌گوییم. حال به بررسی جواب این معادلهٔ دیفرانسیلی انتگرالی می‌پردازیم تا رابطهٔ قیمت در طول زمان T را به‌دست آوریم. بدین منظور، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

با فرض $W_0 = 0$ که از خواص حرکت براونی هندسی است، پس:

$$\int_0^T \frac{1}{S_t} \partial S_t = \int_0^T \mu \partial t + \sigma \int_0^T \partial W_t = \mu T + \sigma W_T \qquad (۱۴)$$

برای محاسبهٔ انتگرال سمت چپ، از فرمول ایتو[4] استفاده می‌کنیم. برای این کار تابع

$$Y_t = g(t, x) = In\,(x) \qquad (۱۵)$$

را برای $x > 0$ تعریف می‌کنیم. پس:

---

[1] Implied Trigger Level

[2] Black–Scholes model

[3] First Exit Time Equation

[4] فرمول ایتو (Ito Processes) بر اساس حرکت براونی یا فرایند وینر ساخته شده و به‌طور پیوسته تغییر می‌کند. در فرایند تصادفی ایتو، تغییرات در هر لحظهٔ زمانی به دو بخش تقسیم می‌شود: یک بخش روند (drift) که تغییرات متوسط و قابل‌پیش‌بینی را نشان می‌دهد، و یک بخش تصادفی (volatility) که نوسانات غیرقابل‌پیش‌بینی و تصادفی را مدل‌سازی می‌کند. این مدل‌ها به‌طور گسترده در مدل‌سازی قیمت‌گذاری دارایی‌ها، تحلیل ریسک مالی و سایر پدیده‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$dY_t = d(InS_t) = \frac{1}{S_t}\, dS_t + \frac{1}{2}\left(-\frac{1}{S_t^2}\right)(dS_t)^2 \qquad (۱۶)$$

حال $(dS_t)^2$ را بنا بر خواص گفته‌شده در بالا، برای فرایند حرکت براونی هندسی به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم (نیسی و سلمانی قرایی، ۱۴۰۲)[۱]:

$$(dS_t)^2 = (\mu S_t dt + \sigma S_t dW_t)^2 = \sigma^2 {S_t}^2 dt \qquad (۱۷)$$

شایان ذکر است، بنا به خواص حرکت براونی هندسی، $dt.dt = dt.dW_t = 0$ و $dW_t.dW_t = dt$ است. لذا به دست می‌آوریم:

$$\frac{dS_t}{S_t} = d(InS_t) + \frac{1}{2}\sigma^2\, dt \qquad (۱۸)$$

با انتگرال‌گیری از رابطهٔ اخیر در بازه $[0, T]$ خواهیم داشت:

$$\int_0^T \frac{dS_t}{S_t} = \int_0^T d\,(LnS_t) + \frac{1}{2}\int_0^T \sigma^2\, dt = LnS_T - LnS_0 + \frac{1}{2}\sigma^2 T = Ln\frac{S_T}{S_0} + \frac{1}{2}\sigma^2 T \qquad (۱۹)$$

در نهایت با قراردادن این انتگرال در رابطهٔ

$$\int_o^T \frac{dS_t}{S_t} = \int_o^T \mu dt + \int_o^T \sigma\, dW_t = \mu T + \sigma W_T \qquad (۲۰)$$

به معادلهٔ ۱۶ می‌رسیم:

$$Ln\frac{S_T}{S_0} + \frac{1}{2}\sigma^2 T = \mu T + \sigma W_T \qquad (۲۱)$$

به عبارت دیگر:

$$Ln\frac{S_T}{S_0} = \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)T + \sigma W_T \qquad (۲۲)$$

درنتیجه داریم:

[۱] برای مطالعهٔ بیشتر رجوع کنید به نیسی، ع.، و سلمانی‌قرائی، ک. (۱۴۰۲). مهندسی مالی و مدل‌سازی بازارها با رویکرد نرم‌افزار MATLAB (چاپ سوم). انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$S_T = S_0 exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma W_T\right) \quad (۲۳)$$

رابطهٔ ۲۳ جواب معادلهٔ ۱۳ در بازه $[0,T]$ است. ازآنجاکه $W_T \sim N(0,T)$ است، پس می‌توان گفت $\log(S_T)$ توزیع نرمال با میانگین $\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T$ و واریانس $\sigma^2 T$ است:

$$\log(S_T) = \log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma W_T \rightarrow \log(S_T) \sim N\left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T, \sigma^2 T\right) \quad (۲۴)$$

ازآنجاکه $S_T > 0$ است، می‌توان از هر دو طرف لگاریتم گرفت:

$$P(S_T < S^*) = P(\log(S_T) < \log(S^*)) \quad (۲۵)$$

در این‌صورت برای تبدیل توزیع به توزیع نرمال استاندارد $N(0.T)$، عبارت زیر را استفاده می‌کنیم:

$$Z = \frac{\log(S_T) - \left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right)}{\sigma\sqrt{T}} \sim N(0.1)$$

$$P(\log(S_T) < \log(S^*)) = P\left(Z < \frac{\log(S_T) - \left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right)}{\sigma\sqrt{T}}\right) \rightarrow$$

$$P(S_T < S^*) = P\left(Z < \frac{\log(S_T) - \left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right)}{\sigma\sqrt{T}}\right) \quad (۲۶)$$

ازآنجاکه به‌دنبال محاسبهٔ احتمال زیر هستیم:

$$P(\log(S_T) < \log(S^*)) = P\left(\frac{\log(S_T) - \left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right)}{\sigma\sqrt{T}} < \frac{\log(S^*) - \left(\log(S_0) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right)}{\sigma\sqrt{T}}\right) \quad (۲۷)$$

برای محاسبهٔ $\varphi = P(Z < x)$، از تابع توزیع تجمعی (CDF) توزیع نرمال استاندارد استفاده می‌کنیم که در آن φ تابع CDF نرمال استاندارد است. براین‌اساس و باتوجه‌به خاصیت تابع توزیع نرمال داریم:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$P_T^* = \varphi\left(\frac{\log\left(\frac{S^*}{S}\right)-\mu T}{\sigma\sqrt{T}}\right) + \left(\frac{S^*}{S}\right)^{\frac{2\mu}{\sigma^2}} \varphi\left(\frac{log\left(\frac{S^*}{S}\right)+\mu T}{\sigma\sqrt{T}}\right) \rightarrow \mu = \left(r - q - \frac{\sigma^2}{2}\right) \qquad (۲۸)$$

که در آن نرخ بهرهٔ بدون ریسک r سود تقسیمی q قیمت فعلی سهم S و پارامتر نوسان σ و تابع چگالی نرمال به‌صورت زیر $\varphi(x) = Probability(X \leq x)$ قابل تعریف است. این موضوع نشان‌دهندهٔ احتمالی است که یک متغیر تصادفی نرمال استاندارد X مقداری کمتر از x بگیرد. بزرگ‌ترین نقص روش مشتقات اعتباری این است که خسارات مالی ناشی از حذف در جریان کوپن به‌طور کامل در نظر گرفته نمی‌شود، بنابراین رویکرد مشتقات اعتباری بیشتر به‌عنوان قاعده‌ای کلی در نظرگرفته می‌شود.

توجه داشته باشید که فعال‌سازی تریگر با یک سطح خاص CET1 تعریف یا بر اساس تصمیم یک نهاد ناظر تعیین می‌شود. ازآنجاکه این مکانیزم‌های تحریک به‌سختی مدل‌سازی یا حتی کمّی‌سازی می‌شوند، ما تحریک را به چهارچوب قیمت سهام منتقل می‌کنیم. فرض می‌شود که رویداد رسیدن به یک نسبت حسابداری معادل با کاهش قیمت سهم برای اولین‌بار زیر S^* است. بنابراین ما وجود یک سطح قیمت سهم مرزی S^* را فرض می‌کنیم، به‌طوری‌که لحظه‌ای که نسبت CET1 نتواند بالای سطح حداقلی تحریک باقی بماند، با کاهش قیمت سهم به زیر S^* هم‌زمان می‌شود. این سطح به ارزش سهم پایه در لحظه‌ای مربوط می‌شود که اوراق قرضه به تبدیل یا کاهش ارزش می‌رسد.

درنتیجه، تحت چهارچوب قیمت سهام، اوراق قرضهٔ CoCo می‌تواند به چندین ابزار مشتقهٔ مختلف تقسیم شود. در ابتدا، اوراق قرضهٔ CoCo مانند اوراق قرضهٔ شرکتی استاندارد (غیرقابل نکول) رفتار می‌کند که دارندهٔ آن در زمان‌های منظم t_i کوپن‌های c_i را به همراه اصل N در سررسید T دریافت می‌کند. بااین‌حال، این اوراق قرضه درصورتی که سطح سهام به زیر سطح مرزی S^* کاهش یابد، باید از اعتبار ساقط شود.

این عنصر اول یک اوراق قرضهٔ شرکتی با کوپن صفر[۱] (ZC) است. عنصر دوم (Cpn) مجموعه‌ای از گزینه‌های Binary-Down-and-Out (BDO) است[۲]. گزینه‌های BDO

[۱] اوراق قرضهٔ صفر کوپن Zero-Coupon Bond – ZC: این نوع اوراق قرضه هیچ‌گونه پرداخت کوپنی در مدت سرمایه‌گذاری ندارد و به‌جای آن در زمان سررسید، مبلغ اصلی معروف به ارزش اسمی را پرداخت می‌کند. در این سیاق، ZC در مواقعی که دارندهٔ آن مبلغی را در زمان سررسید دریافت نمی‌کند، دارای اهمیت است؛ چراکه همواره به‌عنوان کالایی بدون جریان نقدی در نظرگرفته می‌شود.

[۲] گزینه‌های Binary Down-and-Out (BDO) نوعی گزینه‌های عجیب‌اند که ویژگی‌های گزینه‌های باینری را با موانع ترکیب می‌کنند. در این نوع گزینه، اگر قیمت دارایی پایه در طول دورهٔ معین به زیر سطح خاصی ←

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

درصورتی‌که قیمت سهام زیر مقدار معین برود، هیچ پرداختی ندارند. گزینه‌های BDO در ساختار CoCo دارای سررسیدهای t_i برای هر کوپن c_i هستند. قیمت نظری تحت مدل بلک‌ـشولز برای CoCo که به‌طور کامل از اعتبار ساقط شده و بعد از T سال منقضی می‌شود، به صورت زیر است:

$$P = ZC + Cpn + Recovery\ Value \quad (۲۹)$$

براین‌اساس، گزینه های BDO که به توزیع نرمال استاندارد وابسته‌اند، تحت عنوان X, Y به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$X = \frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)+\left(r+\frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}\ , Y = \frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)+\left(r-\frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

ازاین‌رو، $\varphi\left(x_1 - \sigma\sqrt{T}\right)$ نشان‌دهندهٔ احتمال افزایش قیمت سهم از سطح تعیین‌شده و $\left(\frac{S^*}{S}\right)^{2(\lambda-1)}$ احتمال ریزش قیمت سهم از سطح تعیین شده است و $\varphi\left(y_1 - \sigma\sqrt{T}\right)$ نیز نشان‌دهندهٔ احتمال کاهش قیمت سهم به زیر قیمت تعیین شده است. براین‌اساس داریم:

$$ZC = N\exp(-rT) \times \left[\varphi\left(X - \sigma\sqrt{T}\right) - \left(\frac{S^*}{S}\right)^{2(\lambda-1)} \varphi\left(Y - \sigma\sqrt{T}\right)\right] \rightarrow$$

$$ZC = N\exp(-rT) \times \left[\varphi\left(\frac{log\left(\frac{S^*}{S}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \lambda\sigma\sqrt{T} - \sigma\sqrt{T}\right) - \left(\frac{S^*}{S}\right)^{(2\lambda-2)} \varphi\left(\frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \lambda\sigma\sqrt{T} - \sigma\sqrt{T}\right)\right] \quad (۳۰)$$

به‌طور مشابه، گزینه های BDO تحت عنوان x_i, y_i به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

(محدودیت) سقوط کند، گزینه از اعتبار ساقط می‌شود و دیگر قابل‌استفاده نیست. اگر قیمت در زمان انقضا بالای این محدودیت باقی بماند، پرداخت معینی (معمولاً یک مبلغ ثابت) به دارندهٔ گزینه تعلق می‌گیرد، در غیر این صورت گزینه بی‌ارزش می‌شود. گزینه‌های BDO معمولاً با حق بیمهٔ کمتری نسبت به گزینه‌های باینری استاندارد ارائه می‌شوند و می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک در بازارهای پرنوسان مورداستفاده قرار گیرند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$x_i = \frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)+\left(r+\frac{1}{2}\sigma^2\right)t_i}{\sigma\sqrt{t_i}} \ , y_i = \frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)+\left(r-\frac{1}{2}\sigma^2\right)t_i}{\sigma\sqrt{t_i}}$$

$$CPN \ = \sum_{i=1}^{k} c_i \ exp \ (-rt_i) \times \left[\varphi\left(x_i - \sigma\sqrt{t_i}\right) - \left(\frac{S^*}{S}\right)^{(2\lambda-2)} \varphi\left(y_i - \sigma\sqrt{t_i}\right)\right] \rightarrow$$

$$CPN \ = \sum_{i=1}^{k} c_i \ exp \ (-rt_i) \times \left[\varphi\left(\frac{log\left(\frac{S^*}{S}\right)}{\sigma\sqrt{t_i}} + \lambda\sigma\sqrt{t_i} - \sigma\sqrt{t_i}\right) - \left(\frac{S^*}{S}\right)^{(2\lambda-2)} \varphi\left(\frac{log\left(\frac{S}{S^*}\right)}{\sigma\sqrt{t_i}} + \lambda\sigma\sqrt{t_i} - \sigma\sqrt{t_i}\right)\right] \quad (۳۱)$$

ارزش بازگشتی، که با R نشان داده می‌شود، برای یک CoCo که به‌طور کامل از اعتبار ساقط شده، برابر با صفر است. برای یک CoCo که به‌صورت جزئی از اعتبار ساقط شده، نرخ بازگشت در آگهی انتشار CoCo ذکر شده است. در صورت تبدیل CoCo، سرمایه‌گذار در زمان وقوع تحریک مقدار مشخصی سهام دریافت می‌کند. تعداد سهام براساس نسبت تبدیل Cr مشخص می‌شود. بنابراین، این بخش می‌تواند به‌عنوان گزینه‌های «down-and-in» مدل‌سازی شود که در زمان ضربه فعال می‌شوند[۱]. درنتیجه، برای یک CoCo در حال تبدیل، یک ارزش بازگشتی غیرصفر R نیز وجود دارد. در این حالت، به‌طور مشابه گزینه‌های BDO تحت عنوان a و b به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$a = (\lambda - 1) \ , b = \sqrt{(\lambda - 1)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}}$$

ازاین‌رو، $(a + b)$ اثرات مثبت ناشی از نوسانات و قیمت بازار بر ارزش بازگشتی و $(a - b)$ اثرات منفی ناشی از نوسانات و قیمت بازار بر ارزش بازگشتی است. براین‌اساس داریم:

[۱] در مواردی که اوراق بدهی قابل‌تبدیل به سهام (CoCo) فعال می‌شوند، سرمایه‌گذار در زمان وقوع یک محرک مشخص (مثل کاهش شدید قیمت یا ورشکستگی) مقدار معینی از سهام را دریافت می‌کند. نسبت تبدیل (Cr) تعیین می‌کند که هر سرمایه‌گذار چه تعداد سهم دریافت می‌کند. به عبارت دیگر، این بخش می‌تواند به‌عنوان گزینه‌های «down-and-in» مدل‌سازی شود. رگزینه‌های «down-and-in» فقط در صورتی فعال می‌شوند که قیمت دارایی پایه به زیر یک سطح مشخص برسد. در این حالت، فعال‌سازی CoCo به منزلهٔ ورود به یک وضعیت بحرانی است که در آن سرمایه‌گذار به‌جای دریافت وجه نقد، با تبدیل بدهی به سهام مواجه می‌شود. این مدل‌سازی به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا بهتر ریسک‌ها و پاداش‌های احتمالی ناشی از تبدیل را درک کنند و به برنامه‌ریزی برای مدیریت پرتفو کمک می‌کند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

$$Recovery\ Value\ = C_r \times S^* \left[\left(\frac{S^*}{S}\right)^{(a+b)} \varphi(z) + \left(\frac{S^*}{S}\right)^{(a-b)} \varphi\left(z - 2b\sigma\sqrt{T}\right)\right] \rightarrow$$

$$Recovery\ Value\ = C_r \times S^* \left[\left(\frac{S^*}{S}\right)^{\left((\lambda-1)+\sqrt{(\lambda-1)^2+\frac{2r}{\sigma^2}}\right)} \varphi\left(\frac{log\left(\frac{S^*}{S}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \left(\sqrt{(\lambda-1)^2+\frac{2r}{\sigma^2}}\right)\sigma\sqrt{T}\right) + \left(\frac{S^*}{S}\right)^{\left((\lambda-1)-\left(\sqrt{(\lambda-1)^2+\frac{2r}{\sigma^2}}\right)\right)} \varphi\left(\frac{log\left(\frac{S^*}{S}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + \left(\sqrt{(\lambda-1)^2+\frac{2r}{\sigma^2}}\right)\sigma\sqrt{T} - 2\left(\sqrt{(\lambda-1)^2+\frac{2r}{\sigma^2}}\right)\sigma\sqrt{T}\right)\right] \quad (۳۲)$$

سطح تحریک S^* می‌تواند از قیمت بازار CoCo استنتاج شود. همچنین، ارزش یک CoCo جدید نیز می‌تواند براساس قیمت بازار یک CoCo مشابه تعیین شود که در حال حاضر منتشر شده است. می‌توان سطح مرزی ضمنی اوراق قرضه CoCo موجود را از قیمت بازار آن استخراج کرده و از همان سطح مرزی قیمت سهام در قیمت‌گذاری CoCo جدید استفاده کرد. باید توجه داشته باشید که اگر یک بانک دارای چندین اوراق قرضهٔ CoCo باشد که همهٔ آن‌ها از همان محرک حسابداری استفاده می‌کنند، این اوراق باید دارای همان سطح محرک ضمنی S^* باشند. به‌این‌ترتیب، می‌توان CoCoهای بالاتر از حد یا کمتر از حد ارزش‌گذاری‌شده را شناسایی کرد. برای مثال، فرض کنید سطح تحریک ضمنی یک CoCo بالاتر از سایر CoCoها با محرک حسابداری مشابه و از یک ناشر یکسان است. این بدان معنی است که قیمت بازار آن CoCo فرض می‌کند این CoCo قبل از سایر CoCoها فعال خواهد شد که ممکن نیست. بنابراین، این CoCo زیر ارزش‌گذاری شده است.

علاوه بر بحث درمورد ارزش بازگشتی برای یک CoCo با قابلیت تبدیل، مانع دیگری که وجود دارد، عدم‌دانش درمورد پارامتر نوسان σ است. یک رویکرد برای یافتن تخمینی از σ توسط جی.پی. مورگان[۱] (۱۹۹۹) پیشنهاد شده است[۲]. یک روش تجربی برای یافتن تخمینی

---

[۱] JP Morgan

[۲] رویکرد پیشنهادی جی.پی مورگان به تحلیلگران کمک می‌کند تا با استفاده از داده‌های موجود در بازار، تخمینی از نوسان به دست آورند. این رویکرد به‌ویژه در مواقعی که گزینه‌ها دارای زمان سررسید طولانی و قیمت‌های اعمال پایین هستند، کاربرد دارد رویکرد جی.پی مورگان بدین صورت است:

۱. استفاده از تاریخچهٔ قیمت: این روش معمولاً شامل تحلیل تاریخچهٔ قیمت دارایی‌های مشابه یا خود CoCo است تا نوسانات تاریخی محاسبه شوند. با استفاده از داده‌های گذشته، می‌توان نوسانات متوسط را تخمین زد. ←

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

از σ می‌تواند بر اساس سطح خاصی از قرارداد سوآپ نکول اعتباری (CDS) باشد[۱]. براین‌اساس، یک قرارداد CDS با ارزش بازگشتی صفر به‌عنوان گزینهٔ فروش عمیق خارج از پول (OTM)[۲] در نظر گرفته می‌شود[۳]. به‌این‌ترتیب، می‌توانیم پارامتر نوسان ضمنی را پیدا کنیم که در آن گزینهٔ فروش OTM با اسپردهای بازار CDS با ارزش بازگشتی صفر مطابقت داشته باشد. بنابراین، در این رویکرد از اسپردهای CDS به‌عنوان ورودی برای یافتن پارامتر ناشناخته در مدل قیمت‌گذاری استفاده می‌شود.

ساده‌ترین مدل بدون دخالت هیچ مدلی برای قیمت سهام، مدل نوسان ضمنی CET1 است. با وجود اینکه ارزش نسبت CET1 تنها به‌صورت سه‌ماهه مشخص می‌شود، در این

۲. مدل‌های پیش‌بینی: همچنین ممکن است از مدل‌های پیش‌بینی؛ مانند مدل‌های GARCH برای تخمین نوسانات آینده استفاده شود. این روش‌ها می‌توانند به تحلیل تأثیر تغییرات قیمت بر نوسان کمک کنند.

۳. بازارهای مالی و احساسات سرمایه‌گذاران: گاهی اوقات، بر اساس داده‌های بازار و احساسات سرمایه‌گذاران، می‌توان نوسانات موردانتظار را تخمین زد. این شامل استفاده از گزینه‌های بازار برای ارزیابی ریسک و نوسانات پیش‌بینی‌شده می‌شود.

۴. تحلیل سناریو: همچنین می‌توان با استفاده از سناریوهای مختلف و شبیه‌سازی‌های مونت کارلو، نوسانات احتمالی تحت سناریوهای متعددی را بررسی و تحلیل کرد.

نوسانات یکی از پارامترهای کلیدی در قیمت‌گذاری ابزارهای مالی پیچیده مانند CoCo است و تخمین صحیح آن می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر در مدیریت ریسک و سرمایه‌گذاری کمک کند.

[۱] یک روش تجربی برای تخمین نوسانات (σ) بر اساس سطوح قراردادهای سوآپ نکول اعتباری (CDS) است. قیمت‌ها و اسپردهای CDS برای یک دارایی خاص اطلاعات مهمی دربارهٔ پیش‌بینی‌های بازار نسبت به ریسک نکول آن دارایی ارائه می‌دهند و معمولاً نشان‌دهندهٔ نوسانات موردانتظار نیز هستند. با استفاده از اسپرد CDS، می‌توان نوسانات ضمنی را تخمین زد؛ زیرا افزایش اسپرد به معنای ریسک‌های بیشتری و پیش‌بینی نوسانات بالاتر است. این تخمین می‌تواند با استفاده از مدل‌های ریاضی برای ارتباط اسپرد CDS با نوسانات انجام شود و تحلیل داده‌های گذشته CDS و نوسانات به کشف الگوها و روابط کمک می‌کند، که به سرمایه‌گذاران و مدیران ریسک در ارزیابی و تصمیم‌گیری مالی دقیق‌تر کمک می‌کند.

[2] out-the-money

[۳] قرارداد CDS و گزینهٔ فروش OTM: تحلیل CDS به‌عنوان یک گزینهٔ فروش عمیق خارج از پول نشان‌دهندهٔ این است که در شرایطی که احتمال بازگشت به حالت عادی وجود ندارد، این قرارداد می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی ریسک استفاده شود. این مشابهت به تحلیلگران کمک می‌کند تا نوسان ضمنی را بر اساس اسپردهای CDS تعیین کنند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

حالت این نسبت به‌عنوان یک حرکت هندسی براونی پیوسته[1] بدون هیچ نوع انحراف (drift) مدل‌سازی می‌شود[2]. این مدل با نام مدل بلک[3] نیز شناخته می‌شود:

$$\frac{dCETl_t}{CETl_t} = \sigma_{CETL} dW_t$$

$$P_T^* = \varphi\left(\frac{\log\left(\frac{Trigger}{CET1}\right)-\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) + \left(\frac{Trigger}{CET1}\right)^{-1}\varphi\left(\frac{\log\left(\frac{Trigger}{CET1}\right)+\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) \rightarrow$$

$$P_T^* = \varphi\left(\frac{\log\left(\frac{Trigger}{CET1}\right)-\frac{\sigma_{CET1}^2}{2}T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) + \left(\frac{Trigger}{CET1}\right)^{-1}\varphi\left(\frac{\log\left(\frac{Trigger}{CET1}\right)+\frac{\sigma_{CET1}^2}{2}T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) \qquad (۳۳)$$

معادلهٔ فوق مشابه معادلهٔ زمان خروج اول است. پیش‌تر، مدل قیمت سهام زمانی تشریح شد که زیر سطح تحریک قیمت سهام می‌افتد. در اینجا، این معادله احتمال اینکه نسبت CET1 در طول دوره بین امروز و انقضای اوراق قرضه در T سال آینده به سطح تحریک حسابداری برسد ارائه می‌شود. با لحاظ فاصلهٔ تحریک $D = \frac{CET1}{Trigger}$[4] داریم:

$$P_T^* = 1 - \varphi\left(\frac{\log(D)+\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) + D\varphi\left(\frac{\log(D)-\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) \qquad (۳۴)$$

$$CS_{coco,T} = -\frac{\log(1-P_T^*)}{T} \times (1 - Recovery\ Value_{\mathrm{CoCo}}) \qquad (۳۵)$$

با $Recovery\ Value_{\mathrm{CoCo}}$ به‌عنوان نسبت بهبودی پس از یک واقعهٔ تحریک مشخص است. معادلهٔ فوق یک گسترش از روش مشتقات اعتباری است. بزرگ‌ترین مانع عدم‌دانش درمورد نسبت بهبودی و سطح نوسان نسبت CET1 است. درمورد یک اوراق قرضهٔ CoCo با کسر ارزش $Recovery\ Value_{\mathrm{CoCo}} = 0$[5]، باز هم نیاز داریم مقدار را برای تعیین ارزش

---

[1] geometric brownian motion

[2] مدل‌سازی نسبت CET1 به‌عنوان یک حرکت هندسی براونی نشان‌دهندهٔ این است که نرخ تغییرات این نسبت به‌صورت تصادفی و با نوسانات خاصی تغییر می‌کند. در این مدل، فرض بر این است که تغییرات در این نسبت تحت تأثیر عوامل تصادفی و نوسان‌های طبیعی بازار قرار دارد.

[3] black's model

[4] فاصلهٔ تحریک D: فاصلهٔ تحریک به تفاوت بین نسبت CET1 فعلی و سطح تحریک اشاره دارد. این پارامتر به تحلیلگران کمک می‌کند تا درک بهتری از ریسک‌های مربوط به تغییرات نسبت CET1 و تأثیر آن بر قیمت اوراق قرضه CoCo داشته باشند.

[5] $Recovery\ Value_{\mathrm{CoCo}} = 0$ نسبت بهبودی پس از وقوع یک واقعه تحریک، مقدار درصدی از ارزش سرمایه‌گذاری است که سرمایه‌گذاران در صورت وقوع یک بحران مالی می‌توانند به دست آورند. در این باره، بررسی چگونگی تعیین این نسبت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

CoCo تعیین کنیم. بااین‌حال، روش جالب دیگر این است که از قیمت‌های بازار CoCo می‌توانیم مدل را برای یافتن سطح نوسان ضمنی نسبت CET1 به‌کار ببریم. در اینجا، به CoCo همچون نوعی ابزار مشتق با سطح CET1 به‌عنوان دارایی پایه نگاه می‌کنیم. از قیمت‌های بازار CoCo، نوسان ضمنی CET1 مرتبط را به‌گونه‌ای استنباط می‌کنیم که قیمت مدل ما با قیمت بازار مطابقت داشته باشد. مدلی پیشرفته‌تر در همین راستا می‌تواند از روش مشتقات سهام استخراج شود که در آن اگر سطح CET1 زیر تحریک (D < 1) بیفتد گزینه‌های خاص از بین می‌روند. قیمت نظری یک CoCo با کسر کامل و انقضایش T سال از اکنون، به‌صورت زیر است (که در آن k تعداد کل کوپن‌هاست):

$$P = ZC + Cpn$$
$$ZC = N\exp(-rT) \times (1 - P_T^*) \rightarrow$$
$$ZC = N\exp(-rT) \times \left(\varphi\left(\frac{\log(D)+\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right) - D\varphi\left(\frac{\log(D)-\mu T}{\sigma_{CETL}\sqrt{T}}\right)\right)$$
$$CPN = \sum_{i=1}^{k} c_i\, exp\ (-rt_i) \times \left[\varphi\left(x_i - \sigma_{CTE1}\sqrt{t_i}\right) - D\varphi\left(y_i - \sigma_{CTE1}\sqrt{t_i}\right)\right] \rightarrow$$
$$CPN = \sum_{i=1}^{k} c_i\, exp\ (-rt_i) \times \left[\varphi\left(\left(\frac{log(D)}{\sigma_{CET1}\sqrt{T}} + \frac{\sigma_{CET1}^2\sqrt{t_i}}{2}\right) - \sigma_{CTE1}\sqrt{t_i}\right) - D\varphi\left(\left(-\frac{log(D)}{\sigma_{CET1}\sqrt{T}} + \frac{\sigma_{CET1}^2\sqrt{t_i}}{2}\right) - \sigma_{CTE1}\sqrt{t_i}\right)\right] \quad (۳۶)$$

همان‌طور که در بالا ذکر شد، مزیت معادلات فوق در این است که از ارزش یک اوراق قرضه CoCo، یا صرف ریسک می‌توان σ_{CET1} را تعیین کرد. این نوسان ضمنی نسبت CET1 است و نظر بازار را درمورد دینامیک‌های[1] نسبت CET1 منعکس می‌کند.

۴ روش‌شناسی

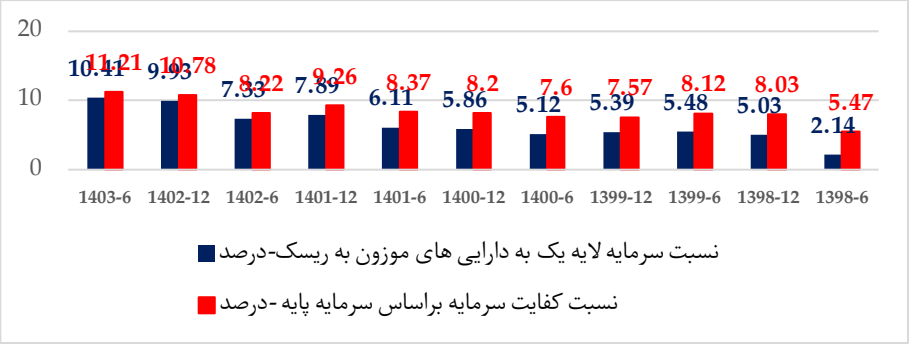
با الگوبرداری از سگال برای بانک آریون[2] (۲۰۲۳) به محاسبهٔ قیمت اوراق برای بانک ملت پرداخته می‌شود. برای این مهم، ابتدا به استخراج نسبت کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک و کفایت سرمایه براساس سرمایهٔ پایهٔ در مقاطع شش ماهه از ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۴۰۳ پرداخته می‌شود، که طبق نمودار زیر است:

[1] این رویکرد به‌ویژه در شرایط بازار ناپایدار یا پرنوسان اهمیت دارد. در این زمان‌ها، انتظار رفتار بازار می‌تواند تأثیر بسزایی بر نوسانات CET1 داشته باشد و بر تصمیم‌های سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک تأثیر بگذارد.

[2] Arion Bank

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]



شکل ۶. سامانهٔ کدال، صورت‌های مالی بانک ملت در مقاطع شش‌ماههٔ شهریور ۱۴۰۳

شکل ۶ نسبت کفایت سرمایه بر اساس سرمایهٔ پایه (نمودار قرمز) و نسبت سرمایهٔ لایهٔ یک به دارایی‌های موزون به ریسک (نمودار آبی) در بازه‌های زمانی مختلف از ۱۳۹۸تا ۱۴۰۳ در تواترهای شش‌ماهه را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که روند نسبت کفایت سرمایه بر اساس سرمایهٔ پایه (قرمز) در طول بازه زمانی موردبررسی روندی صعودی داشته است. در شهریور ۱۳۹۸، مقدار این نسبت برابر با ۵/۴۷ درصد بوده که کمترین مقدار در این بازه زمانی محسوب می‌شود. با گذشت زمان و بهبود مدیریت مالی، این نسبت پیوسته افزایش یافته و در شهریور ۱۴۰۳ به ۱۱/۲۱ درصد رسیده است که بالاترین مقدار ثبت‌شده در این دوره است. این روند صعودی نشان‌دهندهٔ تلاش بانک ملت برای تقویت سرمایهٔ پایه و بهبود توانایی خود در مدیریت ریسک‌های مالی است. همچنین، روند نسبت سرمایهٔ لایهٔ یک به دارایی‌های موزون به ریسک (آبی) نیز روندی مشابه نسبت کفایت سرمایه داشته است. در شهریور ۱۳۹۸، مقدار این نسبت تنها ۲/۱۴ درصد بوده که نشان‌دهندهٔ ضعف در سرمایهٔ لایهٔ یک است. بااین‌حال، بانک ملت توانست با بهبود ساختار سرمایهٔ خود این نسبت را به‌طور پیوسته افزایش دهد و در شهریور ۱۴۰۳ به ۱۰/۴۱ درصد برساند. این افزایش نشان می‌دهد که بانک ملت توانسته است سرمایهٔ لایهٔ یک خود را تقویت کرده و به استانداردهای بالاتری در مدیریت ریسک دست یابد.

در تمام بازه‌های زمانی موردبررسی روند صعودی هر دو نسبت نشان می‌دهد که بانک ملت توانسته است با مدیریت بهتر دارایی‌های پرریسک و افزایش سرمایه، توانایی خود را در پوشش زیان‌های احتمالی تقویت کند. کاهش فاصلهٔ بین نسبت کفایت سرمایه و نسبت سرمایهٔ لایهٔ یک نشان‌دهندهٔ بهبود هماهنگی میان اجزای مختلف سرمایه است. در صورت

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

انتشار اوراق CoCo توسط بانک ملت، این امر می‌تواند اعتماد سرمایه‌گذاران اوراق CoCo و نهادهای نظارتی را افزایش دهد.

براین‌اساس، با الگوبرداری از سگال برای بانک آریون مفروضات اساسی برای محاسبهٔ قیمت اوراق CoCo برای بانک ملت را به‌صورت زیر در نظر می‌گیریم:

جدول ۱

مفروضات اساسی انتشار اوراق CoCo توسط بانک ملت، یافته‌های تحقیق

Data input		
par value	p.value	100,000
No. Coupon	no	4
trigger level	T*	8.0%
Common Equity Tier 1	CET1	10.4%
Maturity	T	2
recovery rate	Π	0%
min interest rate	r	5%

مفروضات اساسی بدین صورت است که ارزش اسمی اوراق CoCo ۱۰۰,۰۰۰ واحد است که در پایان زمان سررسید به سرمایه‌گذاران بازپرداخت می‌شود. تعداد ۴ کوپن برای پرداخت سود دوره‌ای به سرمایه‌گذاران تعیین شده است که در پایان هر دورهٔ شش‌ماهه پرداخت می‌شود. سطح فعال‌سازی اوراق به سهام ۸ درصد است که نشان‌دهندهٔ حداقل نسبت کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک (CET1) است که اگر کمتر از این مقدار شود، اوراق CoCo به سهام تبدیل می‌شوند. نسبت کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک فعلی ۱۰/۴ درصد است که بالاتر از سطح فعال‌سازی قرار دارد و نشان‌دهندهٔ وضعیت مالی مناسب بانک ملت و ریسک پایین اوراق برای خریداران است. مدت زمان سررسید اوراق ۲ سال است و پس از این مدت، بازپرداخت کامل ارزش اسمی انجام خواهد شد. نرخ بازیابی ۰ درصد بدین معنی است که در صورت تبدیل اوراق به سهام، هیچ مبلغی به سرمایه‌گذاران بازپرداخت نمی‌شود. همچنین، حداقل نرخ بهرهٔ بدون ریسک ۵ درصد[۱] است که معادل نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ابلاغی توسط

[۱] براساس آخرین بخش‌نامهٔ بانک مرکزی سود سپرده‌های بانکی در ۱۴۰۳ بدین شرح است: سپرده‌های کوتاه‌مدت عادی قابل دریافت از طریق کارت‌های بانکی با ۵ درصد سود، سپرده‌های کوتاه مدت ویژه به‌مدت سه ماه با سود ←

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

بانک مرکزی است. نسبت CET1 فعلی در وضعیت مطلوبی قرار دارد که نشان‌دهندهٔ وضعیت مالی مناسب بانک ملت است و از ریسک پایین اوراق CoCo بانک ملت برای سرمایه گذاران حکایت دارد. براین‌اساس، قیمت اوراق CoCo را نسبت به نرخ متغیرهای کلیدی (نرخ حداقل نرخ بهره بدون ریسک و نرخ بازیابی) در قالب جدول تحلیل حساسیت زیر موردواکاوی قرار می‌دهیم:

جدول ۲

تحلیل حساسیت نرخ اوراق CoCo نسبت به نرخ بهرهٔ بدون ریسک و نرخ بازگشت، یافته‌های تحقیق

Min Interest Rate						CoCo Rate	
15%	12%	10%	7%	5%	3%		
39.59%	36.59%	34.59%	31.59%	29.59%	27.59%	0%	Recovery Rate
38.36%	35.36%	33.36%	30.36%	28.36%	26.36%	5%	
37.13%	34.13%	32.13%	29.13%	27.13%	25.13%	10%	
35.90%	32.90%	30.90%	27.90%	25.90%	23.90%	15%	
34.67%	31.67%	29.67%	26.67%	24.67%	22.67%	20%	
33.44%	30.44%	28.44%	25.44%	23.44%	21.44%	25%	

جدول ۲ نشان می‌دهد که چگونه تغییرات در هر یک از متغیرهای نرخ بازیابی و حداقل نرخ بهره بر نرخ نهایی اوراق CoCo تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که نرخ نهایی اوراق CoCo با افزایش نرخ بازیابی کاهش می‌یابد؛ البته درصورتی‌که حداقل نرخ بهره ثابت باشد. این موضوع کاملاً منطقی است؛ زیرا نرخ بازیابی بالاتر به معنای کاهش ریسک برای دارندگان اوراق CoCo است. به عبارت دیگر، اگر دارندگان اوراق CoCo در صورت تبدیل اوراق به سهام بتوانند درصد بیشتری از سرمایهٔ خود را بازیابی کنند، نیاز کمتری به دریافت بازده بالاتر دارند. برای مثال، اگر حداقل نرخ بهره ۷ درصد باشد، نرخ اوراق CoCo برای نرخ بازیابی ۰

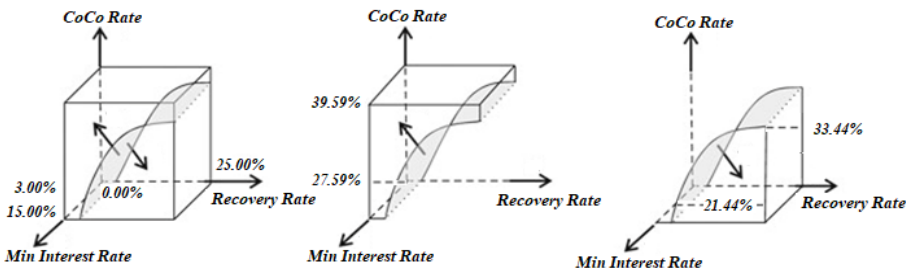
۱۲ درصدی، سپرده‌های کوتاه‌مدت ویژه به مدت شش ماه با سود ۱۷ درصدی، سپرده‌های بلند مدت یک‌ساله همراه با سررسید با سود ۲۰/۵ درصدی، سپرده‌های بلند مدت ۲ ساله همراه با سررسید با سود ۲۱/۵ درصدی، سپرده‌های بلند مدت ۳ ساله همراه با سررسید با سود ۲۲/۵ درصدی. برای مطالعهٔ بیشتر رجوع کنید به بخش‌نامهٔ شمارهٔ ۰۳/۶۰۷۵۱ مورخ ۱۶ خرداد ماه ۱۴۰۳، در خصوص وظایف هیئت مدیره و کمیتهٔ تطبیق در رعایت نرخ سود تسهیلات اعطایی و نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

درصد برابر با ۳۱/۵۹ درصد است؛ اما با افزایش نرخ بازیابی به ۱۰ درصد نرخ CoCo به ۲۹/۱۳ درصد کاهش می‌یابد. این روند نشان می‌دهد که هر افزایش ۵ درصدی در نرخ بازیابی می‌تواند نرخ اوراق CoCo را به‌طور متوسط حدود ۱/۲۲ درصد تا ۱/۴۶ درصد کاهش دهد.

حداقل نرخ بهره نیز تأثیر مهمی بر نرخ اوراق CoCo دارد. با افزایش حداقل نرخ بهره، نرخ اوراق CoCo نیز افزایش می‌یابد، حتی اگر نرخ بازیابی ثابت باشد. این افزایش به‌دلیل تأثیر مستقیم حداقل نرخ بهره بر بازده نهایی اوراق CoCo است که سرمایه‌گذاران انتظار دارند. برای مثال، اگر نرخ بازیابی ۱۰ درصد باشد، نرخ اوراق CoCo برای حداقل نرخ بهره ۳ درصد برابر با ۲۵/۱۳ درصد است؛ اما با افزایش حداقل نرخ بهره به ۱۵ درصد نرخ اوراق CoCo به ۳۷/۱۳ درصد می‌رسد. این نشان می‌دهد که هر افزایش ۲ درصدی در حداقل نرخ بهره، نرخ CoCo را به‌طور متوسط حدود ۲٪ افزایش می‌دهد. دامنهٔ نرخ‌های اوراق CoCo نیز اهمیت بسیاری دارد. بالاترین نرخ اوراق CoCo در جدول برابر با ۳۹/۵۹ درصد است که در شرایطی با نرخ بازیابی ۰ درصد و حداقل نرخ بهرهٔ ۱۵ درصد مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، پایین‌ترین نرخ اوراق CoCo برابر با ۲۱/۴۴ درصد است که در شرایطی با نرخ بازیابی ۲۵ درصد و حداقل نرخ بهرهٔ ۳ درصد رخ می‌دهد. این اختلاف ۱۸/۱۵ درصد نشان‌دهندهٔ تأثیر این دو متغیر بر نرخ اوراق CoCo است.



شکل ۷. تأثیر حداقل نرخ بهره و نرخ بازیابی بر نرخ اوراق CoCo. منبع: یافته‌های تحقیق

جدول و نمودارهای سه‌بعدی ارائه‌شده در شکل ۷ ارتباط میان نرخ اوراق CoCo، حداقل نرخ بهره، و نرخ بازیابی را به‌صورت دقیق نمایش می‌دهند. محور عمودی نرخ اوراق CoCo را به‌عنوان متغیر وابسته نمایش داده می‌دهد که مقدار آن بین ۲۱/۴۴ درصد تا ۳۹/۵۹ درصد متغیر است. این نرخ نشان‌دهندهٔ میزان بازدهی موردانتظار سرمایه‌گذاران است. محور افقی حداقل نرخ بهره را نشان می‌دهد که از ۳ درصد تا ۱۵ درصد تغییر می‌کند و بیانگر پایین‌ترین نرخ بهرهٔ قابل‌اعمال در شرایط مختلف است. محور عمق نرخ بازیابی را نشان می‌دهد که از

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

۰ درصد تا ۲۵ درصد متغیر بوده و بیانگر درصدی از سرمایه‌گذاری است که در صورت تبدیل اوراق به سهام، قابل‌بازیابی است. به‌طورکلی، نمودار سمت چپ نشان‌دهندهٔ سطحی است که در آن نرخ اوراق CoCo با افزایش هم‌زمان حداقل نرخ بهره و نرخ بازیابی افزایش می‌یابد. در گوشهٔ پایین ــ چپ نمودار، نرخ CoCo برابر با ۲۷/۵۹ درصد است (حداقل نرخ بهره = ۳ درصد ، نرخ بازیابی = ۰ درصد و با افزایش این متغیرها به ۳۳/۴۴ درصد در گوشهٔ بالا ــ راست (حداقل نرخ بهره = ۱۵ درصد، نرخ بازیابی = ۲۵ درصد) می‌رسد. این نمودار نشان می‌دهد که نرخ اوراق CoCo نسبت به تغییرات حداقل نرخ بهره حساس‌تر است؛ زیرا شیب سطح در جهت محور X بیشتر است. از طرف دیگر، افزایش نرخ بازیابی تأثیری خطی و یکنواخت بر نرخ اوراق CoCo دارد که در انحنای ملایم سطح مشاهده می‌شود. علاوه‌برآن، نمودار میانی نشان‌دهندهٔ سطحی است که به‌طور خاص بر بیشترین نرخ اوراق CoCo تمرکز دارد که برابر با ۳۹/۵۹ درصد است و زمانی رخ می‌دهد که حداقل نرخ بهره ۱۵ درصد و نرخ بازیابی ۰ درصد باشد.

انحنای سطح در این نمودار نشان می‌دهد که با افزایش نرخ بازیابی، نرخ اوراق CoCo کاهش می‌یابد؛ حتی در شرایطی که حداقل نرخ بهره بالا باشد. این نمودار یک معامله (Trade-off) را بین نرخ بازیابی و نرخ اوراق CoCo نشان می‌دهد. هرچه نرخ بازیابی بالاتر باشد، نرخ اوراق CoCo کاهش می‌یابد؛ حتی اگر حداقل نرخ بهره ثابت بماند. همچنین، نمودار سمت راست بر کمترین نرخ اوراق CoCo تمرکز دارد که ۲۱/۴۴ درصد است و زمانی رخ می‌دهد که حداقل نرخ بهره ۳ درصد و نرخ بازیابی ۲۵ درصد باشد. سطح این نمودار نسبت به نمودارهای دیگر شیب کمتری دارد که نشان می‌دهد در نرخ‌های بهرهٔ پایین، نرخ CoCo به تغییرات نرخ بازیابی حساسیت کمتری دارد. این نمودار بخش‌هایی از جدول را نشان می‌دهد که در آن هم حداقل نرخ بهره و هم نرخ بازیابی در پایین‌ترین مقادیر خود قرار دارند.

به‌طورکلی، شیب تندتر در جهت محور X نشان می‌دهد که نرخ اوراق CoCo به تغییرات حداقل نرخ بهره حساسیت بیشتری دارد. از سوی دیگر، تغییرات نرخ بازیابی تأثیری یکنواخت و ملایم بر نرخ اوراق CoCo دارد که این موضوع در انحنای صاف محور Y در نمودارها مشخص است. در واقع، این نمودارها از دید مالی پیامدهای مهمی دارند. نرخ اوراق CoCo بالاتر معمولاً نشان‌دهندهٔ ریسک بیشتر است؛ زیرا سرمایه‌گذاران برای پذیرش ریسک، بازدهی بیشتری طلب می‌کنند. از سوی دیگر، نرخ بازیابی بالاتر نشان‌دهندهٔ کاهش ریسک است و به کاهش نرخ اوراق CoCo منجر می‌شود. افزایش حداقل نرخ بهره نیز به‌طور مستقیم نرخ CoCo را افزایش می‌دهد؛ زیرا نرخ‌های بهرهٔ بالاتر معمولاً به بازدهی بیشتری

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

نیاز دارند. این نمودارها به بانک ملت کمک می‌کنند تا ساختار اوراق CoCo را بهینه کنند. با تنظیم نرخ بازیابی و حداقل نرخ بهره، می‌توان به نرخ CoCo مطلوبی دست یافت که هم برای سرمایه‌گذاران جذاب باشد و هم ریسک مالی را مدیریت کند. درنهایت، این تحلیل‌ها در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک نقشی کلیدی ایفا می‌کنند.

۵ نتیجه‌گیری

این پژوهش اهمیت استراتژیک اوراق CoCo را به‌عنوان ابزاری تحول‌آفرین برای مدرن‌سازی بدهی نظام بانکی ایران برای مدیریت ریسک و بهبود ساختار سرمایه بانک‌ها نشان می‌دهد. باید توجه داشت که اوراق CoCo به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود؛ مانند قابلیت تبدیل به سهام در شرایط بحرانی، نیازمند استفاده از مدل‌های ریاضی پیشرفته برای تحلیل و قیمت‌گذاری‌اند. براین‌اساس، در این پژوهش سعی شد با استفاده از فرایندهای تصادفی؛ مانند حرکت براونی و حرکت براونی هندسی به مدل‌سازی نوسانات ارزش دارایی‌ها و نسبت سرمایهٔ بانک پرداخته شود. همچنین، از معادلات دیفرانسیل تصادفی برای شبیه‌سازی تغییرات تصادفی در ارزش دارایی‌ها استفاده شد و مدل‌های مشتقات اعتباری نیز برای ارزیابی و قیمت‌گذاری ابزارهای مالی مرتبط با ریسک اعتباری به کار رفتند؛ زیرا این مدل‌ها به تحلیل احتمال نکول و تأثیر آن بر قیمت ابزارهای مالی مانند CoCo کمک می‌کنند. در این راستا، مدل مشتقات اعتباری برای قیمت‌گذاری CoCo از رویکرد مبتنی بر شدت نکول استفاده می‌کند که نرخ وقوع رویداد نکول در بازه زمانی خاصی را مدل‌سازی می‌کند. شدت نکول با استفاده از فرایندهای تصادفی؛ مانند فرایند پواسون تخمین زده می‌شود و به تحلیل احتمال وقوع نکول و تأثیر آن بر ارزش ابزار مالی کمک می‌کند. همچنین، این مدل‌ها با استفاده از فرمول مثلث اعتباری که شامل سه عنصر اصلی مرتبط با ریسک اعتباری است، به تحلیل ریسک و قیمت‌گذاری CoCo می‌پردازند.

در ادامه، با بهره‌گیری از مفروضات مدل سگال برای بانک آریون به تحلیل داده‌های بانک ملت، قیمت‌گذاری، و رفتار اوراق CoCo پرداخته شد. باتوجه‌به اینکه نسبت‌های کفایت سرمایهٔ لایهٔ یک و سرمایهٔ پایهٔ بانک ملت در بازه زمانی ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ در تواترهای شش‌ماهه روندی مثبت و صعودی داشته، نرخ بازیابی و حداقل نرخ بهره از متغیرهای کلیدی مؤثر بر قیمت‌گذاری اوراق CoCo برای بانک ملت هستند. به‌طوری‌که افزایش نرخ بازیابی به کاهش نرخ اوراق منجر می‌شود و افزایش حداقل نرخ بهره باعث افزایش نرخ این اوراق خواهد شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که بانک ملت می‌تواند در روند بهبود مستمر وضعیت مالی و توانایی بانک در مدیریت ریسک‌های مالی قرار گیرد و با تنظیم دقیق این متغیرها، ساختار سرمایهٔ

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

خود را با انتشار اوراق CoCo بهینه کند تا هم جذابیت سرمایه‌گذاری افزایش یابد و هم ریسک‌های مالی به طور مؤثری مدیریت شوند.

علاوه‌براین، کاهش فاصله میان نسبت‌های کفایت سرمایه و سرمایهٔ لایهٔ یک نشان‌دهندهٔ توانایی بانک ملت در پوشش زیان‌های احتمالی و افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و نهادهای نظارتی به این اوراق است. این امر در صورت انتشار اوراق CoCo توسط بانک ملت به بهبود ساختار مالی بانک و جلب اعتماد بازار کمک می‌کند.

درنهایت، یافته‌های این پژوهش بر اهمیت استفاده از مدل‌های ریاضی پیچیده را در ارزیابی اوراق CoCo تأکید می‌کند. این مدل‌ها در شرایط اقتصادی و مالی پیچیده به بانک‌ها کمک می‌کنند تا از ابزارهای مالی انعطاف‌پذیر برای تقویت وضعیت مالی و مدیریت ریسک‌های پیش‌بینی‌نشده استفاده کنند.

همچنین، تحلیل‌های انجام‌شده در این تحقیق نشان‌دهندهٔ اهمیت بالای بهبود هماهنگی میان اجزای مختلف سرمایه بانک ملت است. کاهش فاصلهٔ بین نسبت‌های کفایت سرمایه و سرمایهٔ لایهٔ یک، بیانگر توانایی بانک در پوشش زیان‌های احتمالی و افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران به اوراق CoCo است. این امر در صورت انتشار اوراق CoCo توسط بانک ملت، اعتماد نهادهای نظارتی و سرمایه‌گذاران را جلب کرده و به بهبود ساختار مالی بانک کمک می‌کند.

در آخر، این مدل‌سازی می‌تواند همچون ابزاری مهم برای تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک در بانک‌ها و مؤسسات مالی استفاده شود. در شرایط اقتصادی و مالی پیچیده، اوراق CoCo به‌عنوان یک ابزار مالی انعطاف‌پذیر و کارآمد به بانک‌ها کمک می‌کند تا وضعیت مالی خود را تقویت کرده و از ریسک‌های پیش‌بینی‌ناپذیر در بازارهای مالی محافظت کند.

۶ پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی نظیر تورم، نرخ رشد اقتصادی، و سیاست‌های پولی بر قیمت اوراق CoCo بررسی شود. علاوه‌برآن، می‌توان برای بهترشدن فرایند قیمت‌گذاری از مدل‌های پیشرفته‌تری؛ نظیر حرکت براونی هندسی همراه با فرایند اغتشاش، حرکت براونی هندسی همراه با نوسان‌پذیری تصادفی، حرکت براونی هندسی همراه با نرخ بهرهٔ تصادفی، یا ترکیبی از این سه حالت استفاده کرد. همچنین، انجام مطالعات تطبیقی میان بانک‌های مختلف به درک عمیق‌تر و جامع‌تری از ویژگی‌های این اوراق در بازارهای مختلف کمک می‌کند. همچنین، پیشنهاد می‌شود بانک مرکزی برای اصلاح ساختار

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

ترازنامهٔ بانک‌ها و افزایش کفایت سرمایهٔ آن‌ها، سازوکارهای فنّی لازم برای راه‌اندازی اوراق CoCo را فراهم کند. در این زمینه نیز پیشنهاد می‌شود تا مطالعات آتی به پیش‌نیازهای اجرایی برای پیاده‌سازی این ابزار بر اساس شرایط خاص اقتصاد ایران انجام شود.

پیشنهاد می‌شود بانک مرکزی برای دستیابی به اهداف درنظرگرفته‌شده در مصوبهٔ سیاست احتیاطی کنترل رشد ترازنامهٔ شبکهٔ بانکی، اوراق مذکور را به‌عنوان طرح مکمل سیاست فوق در نظر بگیرد، به‌طوری‌که رشد ترازنامهٔ بانک‌ها را تابعی از میزان انباشت اوراق CoCo در سمت چپ ترازنامهٔ بانک‌ها لحاظ کند. در این‌صورت، علاوه‌بر اینکه رشد ترازنامهٔ بانک‌ها محدود می‌شود، به‌جهت اینکه در سمت چپ ترازنامهٔ بانک‌ها یک بدهی با سررسید طولانی‌تر به‌وجود آمده است، نقدینگی خلق‌شده توسط بانک‌ها با کیفیت بیشتری نسبت به قبل به اقتصاد تزریق می‌شود. همچنین، میزان انباشت این اوراق پارامتر مناسبی برای تفکیک عملکرد بانک‌های کارآمد و ناکارآمد از هم است؛ در این‌صورت به طور خودکار بانک‌های کارآمد که باعث خلق نقدینگی سالم در اقتصاد می‌شوند، همچنان قدرت خلق نقدینگی خود را حفظ می‌کنند، و خلق نقدینگی توسط بانک‌های ناکارآمد محدود می‌شود.

فهرست منابع

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۰). حداقل الزامات مدیریت ریسک اعتباری در مؤسسات اعتباری. مادهٔ ۱ بخش‌نامهٔ شمارهٔ ۱۲۱۹۱۶/ ۰۰، مورخ ۱۴۰۰/ ۰۴/ ۲۶.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۳). وظایف هیئت‌مدیره و کمیتهٔ تطبیق در رعایت نرخ سود تسهیلات اعطایی و نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار. بخش‌نامهٔ شمارهٔ ۰۳/۶۰۷۵۱ مورخ ۱۴۰۳/ ۰۳/ ۱۶.

سلمانی قرائی، ک.، کیخا، م. (۱۴۰۱). ابزار نوین امحای نقدینگی و سالم‌سازی ترازنامهٔ بانک‌ها. نشریهٔ *پژوهش‌های پولی ـ بانکی*، (۵۳)، ۴۳۷-۴۷۳.

کیخا، م.، و مهرورز، ا. (۱۴۰۳). عملکرد بانک مرکزی در سیاست‌های کلان احتیاطی و پولی: در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳. *انتشارات مؤسسه مطبوعاتی بازار پول و ارز*.

مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۳). قانون برنامهٔ پنجسالهٔ هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳ ـ ۱۴۰۷) شمارهٔ ۸۹۹۲/۹۱۰

مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۴۰۰). *نااترازی پنهان در شبکهٔ بانکی ایران (۱۳۰۳ ـ ۱۳۹۶): تحلیل چیستی و ریشه‌ها*.

نیسی، ع.، سلمانی‌قرائی، ک. (۱۴۰۲). *مهندسی مالی و مدل‌سازی بازارها با رویکرد نرم‌افزار MATLAB (چاپ سوم)*. تهران: *انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی*.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

Allen, L., & Golfari, A. (2023). Do CoCos serve the goals of macroprudential supervisors or bank managers? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 84, 101761.

Andersen, H., & Juelsrud, R. E. (2024). Optimal capital adequacy ratios for banks. *Latin American Journal of Central Banking*, 5(2).

Bellini, T. (2019). Introduction to Expected Credit Loss Modelling and Validation IFRS 9 and CECL Credit Risk Modelling and Validation a Practical Guide with Examples Worked in R and SAS. Academic Press, pp. 1 -30

Bolton, P., Kartasheva, A. & Jiang, W. (2023). The credit Suisse CoCo wipeout: Facts, misperceptions, and lessons for financial regulation. *Swiss Finance Institute Research Paper* No. 23-32

Chang, S. C., & Wang, F. Y. (2024). Two-sided asymmetric information and convertible securities in venture financing. *Economics Letters*, 237, Article 111635.

De Spiegeleer, J., Schoutens, W., & Van Hulle, C. (2014). The handbook of hybrid securities: Convertible bonds, CoCo bonds, and bail-in (1st Ed.). Wiley.

Eeghen, P. (2021). Funding money-creating banks: Cash funding, balance sheet funding and the moral hazard of currency elasticity. *International Review of Financial Analysis,* Vol. 76, 101736.

Fiordelisi, F., Pennacchi, G. & Ricci, O. (2020). Are contingent convertibles going-concern capital? *Journal of Financial Intermediation,* Vol. 43.

Fungacova, Z., Turk, R. & Weill, L. (2021). High liquidity creation and bank failures. *Journal of Financial Stability*, Vol. 57.

Goncharenko, R., Ongena, S. & Rauf, A. (2021). The agency of CoCo: Why contingent convertible bonds are not for everyone. *Journal of Financial Intermediation*, Vol. 48, 100882.

Gupta, A., Wang, R. & Lu, Y. (2021). Addressing systemic risk using contingent convertible debt – A network analysis European. *Journal of Operational Research,* 290(1), pp. 263-277.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

Javadi, S., Li, W., & Nejadmalayeri, A. (2023). Contingent capital conversion under dual asset and equity jump–diffusions. *International Review of Financial Analysis, 89,* 102798.

Keister, T., Mitkov, Y. (2023). Allocating losses: Bail-ins, bailouts and bank regulation. *Journal of Economic Theory* Volume 210.

Kremer, E. & Tinel, B. (2022). Contingent convertible bonds and macroeconomic stability in a stock-flow consistent model. *Metroeconomica Journal of International Review Economy*, Wiley Online Library, First published 09 May 2022.

Kremer, E. (2023). Financial innovations and macroeconomic stability: An assessment of contingent convertible bonds (Doctoral dissertation). Université Panthéon-Sorbonne-Paris I; Universität Bielefeld.

Kund, A. G., & Petras, M. (2023). Can CoCo-bonds mitigate systemic risk? International Review of Financial Analysis, Volume 89.

Kund, A. G., Hertrampf, P., & Neitzert, F. (2023). Bail-in requirements and CoCo bond issuance. *Finance Research Letters*, 53.

Leanza, L., Sbuelz, A., & Tarelli, A. (2021). Bail-In vs Bail-Out: Bank resolution and liability structure. *International Review of Financial Analysis*, Volume 73

Li, F. & Li, P. (2021). Dynamic correlations and spillover effects between CoCo bonds and other financial assets: Evidence from European banking. *Finance Research Letters,* Vol. 38, 101486.

Li, P. & Guo, Y, & Meng, H. & Huang, L. (2022). The impact of CoCo bonds on banking system's net value, *Finance Research Letters*, Volume 47, and Part B.

Li, P., Guo, Y. & Meng, H. (2022). The default contagion of contingent convertible bonds in financial network the North American. *Journal of Economics and Finance,* Vol. 60.

Li, P., Guo, Y. & Meng, H. (2022). The impact of CoCo bonds on banking system's net value. *Finance Research Letters,* 102743.

Li, S., Gong, D., & Lu, L. (2024). Bail-ins and market discipline: Evidence from China. *International Review of Economics & Finance*, Volume 93.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

Liberadzki, M. & Liberadzki, K. (2019). Contingent convertible bonds, corporate hybrid securities and preferred shares: Instruments, regulation, management. *Palgrave Macmillan*.

Meng, D., Metzler, A., & Reesor, R. M. (2024). Capital structure models and contingent convertible securities. Risks, 12(3), 55.

Mendes, L. & Leite, R. & Fajardo, J. (2022). Do contingent convertible bonds reduce systemic risk? *Journal of International Financial Markets*, Institutions and Money Volume 78.

Petras, M. (2022). Increasing profitability through contingent convertible capital: Empirical evidence from European banks. *Global Finance Journal, 52*.

Segal, M. & Ólafsson, S (2023). Design of a self-adaptive model for leverage, *Finance Research Letters*, Volume 54.

Segal, M. & Ólafsson, S (2023). Overview of an alternative trigger for DCL, *Finance Research Letters*, Volume 58.

Segal, M. (2023). Designing capital-ratio triggers for contingent convertibles (Doctoral dissertation). Reykjavík University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

Spiegeleer, J., Marquet, I. & Schoutens, W. (2018). The risk management of contingent convertible (CoCo) bonds (SpringerBriefs in Finance). Springer, 1st Edition.

Zhang, S., Xia, X., & Gan, L. (2025). Optimal conversion ratio of contingent capital under issuance constraints. *International Review of Financial Analysis*, 100, 103963.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

Journal of Monetary & Banking Research
Vol. 18, No. 64, spring 2025
pages 339-389

Modeling the Pricing of Contingent Convertible Bonds (CoCo): A Case Study of Mellat Bank

mahdi keikha[1] **Kamran Salmani Qaraei**[2]

Received: 17-Jan-2025 Accepted: 25-May-2025

Abstract

The 2008 financial crisis exposed the structural and regulatory weaknesses of the banking system, leading to the adoption of stricter regulatory frameworks such as Basel III regarding capital adequacy and structural reforms in bank debt. Banks were required to comply with these changes; however, Iranian banks still have a significant gap compared to these standards and continue to face challenges such as low capital adequacy and a traditional debt structure largely dependent on demand deposits. Although this structure had previously met the financial needs of the economy by imposing inflation, its inefficiency in the current inflationary conditions has become increasingly evident, resulting in reduced resilience of the banking system. Therefore, this study aims to improve capital adequacy, diversify the debt structure of Iranian banks, and enhance their resilience to potential crises by mathematically modeling and pricing Contingent Convertible Bonds (CoCo) for Mellat Bank during the period from 2019 to 2024, with semi-annual intervals. In this regard, stochastic processes, such as geometric Brownian motion and credit derivative models, were used to simulate the dynamic behavior of CoCo bonds under different financial conditions by fitting components of the credit triangle. The research findings indicate that issuing CoCo bonds can significantly improve banks' capital adequacy, reduce the transmission of economic shocks, and increase financial stability. Furthermore, sensitivity analysis of

[1] Master's Degree in Economic Planning and Development, Allameh Tabatabei University, Tehran, Iran; mhdkeikha@gmail.com (Corresponding Author)
[2] Ph.D. Student of Financial Engineering, Science & Research Branch, Tehran, Iran; kamransalmani64@gmail.com

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]

key variables shows that the recovery rate and the minimum risk-free interest rate are key factors in the pricing of these bonds. This study provides practical solutions for monetary policymakers and Iranian banks to modernize their debt structures and align more closely with international standards by utilizing CoCo bonds, thus improving their resilience to financial crises.

Keywords: Capital Adequacy, Banking Crisis, Basel III Committee
JEL Classification: E42 ،E51 ،E52 ،E58 ،G23

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.61882/jmbr.18.64.323]