



مروری بر روش‌های تخمین زیان به شرط نکول از منظر توافقنامه‌های بال

سمیه محمدی^۱

محمود بت شکن^{۲*}

علی فروش باستانی^۳

چکیده

رعایت الزامات مربوط به کفایت سرمایه ارائه شده توسط کمیته نظارت بر بانکداری بال یکی از حیاتی‌ترین نیازهای بانکداری در ایران است. در این راستا روش‌های تخمین متغیر زیان به شرط نکول، به‌عنوان یکی از دو متغیر اصلی در تعیین ریسک اعتباری بدهی از منظر توافقنامه‌های بال مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این متغیر در حوزه مختلف مدیریت ریسک اعتباری از جمله قیمت‌گذاری وام، تعیین ذخائر احتیاطی، رتبه‌بندی اعتباری و تعیین کفایت سرمایه بانک مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ لذا ضمن مرور روش‌های تخمین این متغیر در رویکردهای «رتبه‌بندی داخلی پایه» و «رتبه‌بندی داخلی پیشرفته» که در توافقنامه‌های بال دو و سه توسعه یافته است، تلاش می‌شود روش رایجی که در حال حاضر برای پیاده‌سازی رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته برای تخمین زیان به شرط نکول وام‌ها در بانکداری دنیا استفاده می‌شود و قابل استفاده در سیستم بانکداری کشور نیز می‌باشد، به‌صورت مبسوط شرح داده شود. همچنین با مروری بر چند مطالعه مهم در این حوزه روش‌های تخمین به‌کار گرفته شده و نتایج به‌کارگیری روش‌های مختلف آماری در مدل‌سازی این متغیر ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: زیان به شرط نکول، کفایت سرمایه، توافقنامه‌های بال، مدیریت ریسک اعتباری.

طبقه‌بندی JEL: G21، G28، G32.

۱. دانشجوی دکتری رشته مهندسی مالی، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران؛
somayah.mohammadi49@gmail.com

۲. استادیار رشته مالی، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، (نویسنده مسئول)؛
m.botshekan@ase.ui.ac.ir

۳. دانشیار رشته ریاضیات مالی، گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان؛
bastani@iasbs.ac.ir

مقدمه

یکی از مهمترین ریسک‌هایی که بانک ممکن است با آن مواجه شود ریسک اعتباری یا ریسک نکول وام‌گیرندگان در بازپرداخت وام است و تدوین رویه‌های دقیق برای اندازه‌گیری و مدیریت این ریسک، از حوزه‌های اصلی مدیریت بانک‌ها محسوب می‌شود. در حوزه نظارت بانکی بین‌المللی نیز به دلیل اهمیت زیان‌های وارده به مؤسسات مالی در صورت نکول قرض‌گیرندگان و پیامدهای احتمالی آن از جمله ایجاد ریسک سیستمی در شبکه بانکی، بانک تسویه بین‌المللی^۱ در مجموعه توافقاتنامه‌های بال دستورالعمل‌هایی را برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری بانک‌ها و مدیریت آن ارائه نموده است. ایده اصلی در مدیریت این ریسک در توافقاتنامه‌های بال تعیین حداقل سرمایه لازم بانک برای پوشش زیان‌های غیرمنتظره ناشی از ریسک اعتباری وام‌گیرندگان است. یکی از رویکردهای اصلی مطرح شده در این ارتباط که در توافقاتنامه بال ۲ و توافقاتنامه‌های متعاقب آن برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری بانک و کفایت سرمایه اعتباری ارائه گردید، دیدگاه رتبه‌بندی داخلی پیشرفته است که در آن برای هر وام یا ابزار بدهی چهار متغیر اصلی که عبارتند از احتمال نکول^۲، زیان به شرط نکول^۳، ارزش در معرض نکول^۴ و سررسید مؤثر^۵ نیاز به تخمین دارند تا کفایت سرمایه جهت مقابله با زیان غیرمنتظره، برآورد گردد.

از میان چهار متغیر مذکور، دو متغیر «احتمال نکول» و «زیان به شرط نکول» دو متغیر کلیدی برای تعیین ریسک اعتباری هر وام یا اوراق قرضه هستند که اولی احتمال نکول وام‌گیرنده در دوره زمانی مشخص (معمولاً یک سال آتی) را تعیین می‌کند و دومی مشخص می‌کند در صورت نکول قرض‌گیرنده، چند درصد از ارزش مبلغ باقی‌مانده تسهیلات در زمان نکول، به اعطاکننده اعتبار بازگشت داده نمی‌شود. تخمین این متغیر اخیر یکی از چالش‌های مهم مدیریت ریسک اعتباری است، چرا که عوامل زیادی از جمله ماهیت و نوع دارائی‌های شرکت و نیز نوع وثائق، تضمین‌های اخذ شده در زمان اعطای وام و میزان نقدشوندگی آن‌ها می‌تواند بر تخمین این متغیر تأثیرگذار باشد.

پژوهش‌های بسیاری در جهان و همچنین در ایران به ارائه روش‌هایی برای تخمین «احتمال نکول» وام‌گیرندگان پرداخته‌اند، اما پژوهش‌های کمتری به تخمین متغیر «زیان به شرط نکول» پرداخته و این حوزه پژوهشی عمدتاً در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در ایران

1. Bank for International Settlements (BIS)

2. Probability of Default (PD)

3. Loss Given Default (LGD)

4. Exposure At Default (EAD)

5. Effective Maturity

نیز مطالعات معدودی به این حوزه اختصاص یافته است که در بخش‌های بعد به آن‌ها اشاره می‌شود. از طرف دیگر رعایت الزامات مربوط به کفایت سرمایه ارائه شده توسط کمیته نظارت بر بانکداری بال^۱ یا کمیته بال که در حال حاضر در بسیاری از کشورها از منظر مقام ناظر الزامی است، یکی از حیاتی‌ترین نیازهای بانکداری در ایران، هم از جهت ارتقاء مدیریت ریسک اعتباری در بانک‌ها و هم از جهت امکان ارتباط و پیوند با بانکداری مدرن در دنیا است. در این راستا در این مطالعه تلاش شده است که روش‌های تخمین زیان به شرط نکول در سه رویکرد «استاندارد»، «رتبه‌بندی داخلی پایه^۲» و «رتبه‌بندی داخلی پیشرفته^۳» که در توافقنامه‌های بال دو و سه معرفی و بسط داده شده است، مورد بررسی قرار گیرند. شایان ذکر است که بانک‌ها در رویکرد «رتبه‌بندی داخلی پیشرفته» این امکان را دارند که به‌جای استفاده از مقادیر معین شده در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه‌ای به‌عنوان زیان به شرط نکول، از تخمین‌های توسعه‌یافته در سیستم‌های داخلی خود به تخمین این متغیر برای هر وام به‌صورت جداگانه بپردازند. از آنجاکه معمولاً مقادیر معین شده توسط کمیته بال مقادیر محافظه کارانه‌تری برای پوشش زیان‌های غیرمنتظره بانک هستند، استفاده از این مقادیر منجر به الزام بانک به رعایت کفایت سرمایه بیشتر و در نتیجه هزینه تأمین مالی بیشتر خواهد شد. از طرف دیگر بانک‌ها با استفاده از رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته و تخمین مقادیر کمتر و در عین حال دقیق‌تر زیان به شرط نکول، نیاز به سرمایه کمتری جهت رعایت الزامات کفایت سرمایه خواهند داشت و ضمن اینکه تخمین مقادیر دقیق زیان به شرط نکول بانک را قادر به قیمت‌گذاری دقیق وام و تعیین نرخ بهره مناسب نموده و برای در نظر گرفتن میزان دقیق‌تری از ذخائر احتیاطی نیز کمک خواهد کرد. لذا همان‌طور که گروتلر و هایبلن^۴ (۲۰۱۳) بیان می‌کنند، توسعه رویه‌های دقیق برای تخمین و پیش‌بینی زیان به شرط نکول وام‌ها منجر به مزیت رقابتی برای بانک خواهد شد.

در این مطالعه علاوه بر بیان کلیات روش‌های مختلف تخمین متغیر زیان به شرط نکول به‌صورت ویژه رویه‌های اجرائی که توسط بانک‌های توسعه یافته برای تخمین زیان به شرط نکول در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرد و نظام اطلاعاتی مورد نیاز برای تخمین نظام‌مند متغیر زیان به شرط نکول ارائه می‌شود. البته اجرای این روش‌ها نیازمند رعایت الزاماتی است که ناظران حوزه بانکی برای توسعه چنین مدل‌هایی در نظر گرفته‌اند و در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

1. The Basel Committee on Banking Supervision (BCBS)
2. Fundamental Internal ratings-based approach (FIRB)
3. Advanced Internal rating-based (AIRB)
4. Gürtler & Hibbeln

برای اجرائی کردن رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته، بانک‌ها نیاز دارند که کلیه اطلاعات مهم مرتبط با زیان به شرط نکول مشتریان خود از جمله ویژگی‌های قرض‌گیرنده (مانند درآمد، نوع شغل، حقیقی یا حقوقی)، ویژگی‌های وام اعطائی (از جمله مدت زمان وام، اولویت داشتن وام نسبت به وام‌های دیگر شرکت، وجود و نوع وثیقه و ضمانت‌ها) و نیز متغیرها و عوامل اقتصادی تأثیرگذار را به همراه هرگونه اطلاعات مربوط به نکول‌های محقق شده (شامل هزینه‌های اجرائی و دریافت‌های مرتبط با بازیافت وام) را با توجه به زمان دقیق تحقق آن‌ها در یک سیستم اطلاعاتی ثبت و برای استفاده در دوره‌های طولانی مدت نگهداری کنند. برای توسعه رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته برای وام‌ها (که معمولاً بازاری برای مبادله و امکان تعیین ارزش بازاری ندارند)، ابتدا مقادیر زیان به شرط نکول محقق برای وام‌های نکول یافته در گذشته مورد محاسبه قرار می‌گیرد و سپس با توجه به عوامل و ویژگی تأثیرگذار بر زیان به شرط نکول محقق وام‌ها و (بعضاً شرکت‌ها)، مقادیر آینده با استفاده از مدل‌های خطی یا غیرخطی (که از نظر قدرت تخمین مورد ارزیابی و اعتبارسنجی توسط ناظر قرار می‌گیرند)، توسعه می‌یابد.

در ادامه این مطالعه ابتدا اجزای مختلف ریسک اعتباری از جمله زیان به شرط نکول تعریف شده و نقش آن‌ها در تعیین زیان مورد انتظار و زیان بالقوه مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس رویکردهای ارائه شده توسط کمیته بال در تخمین کفایت سرمایه و نحوه تعیین متغیر زیان به شرط نکول مرور می‌شود. در ادامه مراحل مدل‌سازی زیان به شرط نکول بیان شده و روش‌های موجود در ادبیات به منظور تخمین این متغیر کلیدی بیان خواهد شد. در بخش آخر به مرور برخی از مطالعات صورت گرفته در این حوزه پرداخته می‌شود.

ریسک اعتباری و اجزای آن در رویکرد رتبه‌بندی داخلی

در تعریفی ساده، ریسک ناشی از ناتوانی قرض‌گیرنده (به‌ویژه طرف قرارداد با بانک) در انجام تعهدات موجود در قرارداد بدهی را ریسک اعتباری می‌نامند. این ریسک از مهمترین ریسک‌هایی است که بانک‌ها در فعالیت اصلی خود که وام‌دهی است با آن مواجه بوده و لذا نیازمند رویه‌هایی برای اندازه‌گیری و مدیریت این ریسک هستند. برای خریداران اوراق قرضه نیز ریسک اعتباری از مهمترین ریسک‌هایی است که با آن مواجه‌اند. همچنین، برای اوراق قرضه‌ای که رتبه‌بندی اعتباری آن‌ها توسط مؤسسه‌های رتبه‌بندی اعتباری تعیین می‌گردد، این ریسک شامل ریسک کاهش رتبه اعتباری (افزایش احتمال نکول) و تغییر شدت نکول (تغییر زیان به شرط نکول) نیز می‌شود.

ریسک اعتباری از ابعاد مختلف دیگری نیز مانند رتبه‌بندی اعتباری ابزارهای بدهی و همچنین تعیین نرخ منصفانه وام یا اوراق قرضه دارای اهمیت است. تقسیم‌بندی‌های مختلفی برای مدل‌های ریسک اعتباری در ادبیات موضوع ارائه شده است. یکی از این دسته‌بندی‌ها توسط آلتمن^۱ (۲۰۰۶) ارائه شده است که مدل‌های ریسک اعتباری را به دو طبقه کلی مدل‌های قیمت‌گذاری اعتباری^۲ و مدل‌های تخمین ارزش در معرض ریسک اعتباری در پرتفوی^۳ تقسیم می‌کند. در طبقه اول سه دسته از مدل‌ها شامل مدل‌های ساختاری نسل اول^۴ (مدل مرتون^۵، ۱۹۷۴)، مدل‌های ساختاری نسل دوم^۶ (برخی از توسعه‌های مدل ساختاری اولیه) و مدل‌های فرم تقلیل یافته^۷ (معرفی شده توسط جررو و ترنبول^۸ (۱۹۹۵)) قرار دارند و در طبقه دوم نیز دو دسته مدل‌های حالت نکول^۹ و مدل‌های تطبیق با بازار^{۱۰} قرار می‌گیرند. برای مطالعه بیشتر در مورد طبقه‌بندی مدل‌های ریسک اعتباری می‌توان به جررو^{۱۱} (۲۰۰۹) و فلاح شمس، حسنی و تقی‌زادگان (۱۴۰۱) نیز مراجعه نمود.

یکی از مهمترین چهارچوب‌های عملی جهت اندازه‌گیری و مدیریت ریسک اعتباری توسط کمیته بال و توافقنامه‌های معرفی شده توسط آن ارائه گردیده است. در توافقنامه بال ۱ که نخستین بار در سال ۱۹۸۸ به بانک‌ها ابلاغ گردید، تأکید کمیته صرفاً بر اندازه‌گیری و مدیریت ریسک اعتباری بود. به این منظور ابتدا دارائی‌های بانک به چهار دسته مختلف تقسیم می‌شدند و هر یک از آن‌ها در یک طبقه ریسک قرار می‌گرفت که هر یک از این طبقات دارای وزن ریسک مشخص و ثابتی است. سپس دارایی موزون با ریسک^{۱۲} محاسبه می‌شد و در نهایت نسبت کوک^{۱۳} یا نسبت سرمایه بانک به دارایی موزون شده با ریسک محاسبه می‌شد. طبق بال یک این نسبت برای هر بانک باید حداقل ۸ درصد برای مجموع سرمایه لایه اول^{۱۴} و دوم^{۱۵} باشد.

1. Altman
2. Credit pricing models
3. Portfolio credit value-at-risk (VaR) models
4. First generation structural-form models
5. Merton
6. Second-generation structural-form models
7. Reduced-form models
8. Jarrow and Turnbull
9. Default Mode models
10. Mark-to-Market (MTM) models
11. Jarrow
12. Risk Weighted Asset (RWA)
13. Cook Ratio
14. Tier 1
15. Tier 2

با توجه به ضعف‌های وارده بر توافقنامه بال یک، مانند محدودیت کلاس‌های تعریف شده برای دارایی ریسکی، عدم لحاظ رتبه اعتباری مشتریان در وزن‌های ریسک، عدم لحاظ مزایای تنوع‌بخشی برای بانک‌های دارای مشتریان از مناطق مختلف (اپستولیک و همکاران، ۱۳۹۶) و در نظر نگرفتن ساختار زمانی ریسک اعتباری، لزوم بازنگری و گسترش توافقنامه بال احساس گردید. در سال ۱۹۹۶ کمیته بال اصلاحیه‌ای را جهت در نظر گرفتن ریسک بازار^۱ منتشر کرد که در آن برای نخستین بار به بانک‌ها اجازه داده شد تا از رویه‌های داخلی خود (از طریق محاسبه ارزش در معرض خطر سبد دارایی‌هایی که در معرض ریسک بازار قرار دارند) برای محاسبه کفایت سرمایه مرتبط با ریسک بازار استفاده کنند. در ادامه توافقنامه بال دو در سال ۲۰۰۴ و سند جامع آن در سال ۲۰۰۶ منتشر گردید.^۲ در توافقنامه بال دو^۳، رکن اول^۴ از سه رکن ارائه شده به بخش الزامات حداقل سرمایه مورد نیاز اختصاص یافت که ریسک‌های مرتبط با آن به سه ریسک اعتباری، عملیاتی و بازار تفکیک می‌شوند. در این دسته‌بندی ریسک اعتباری خود به دو رویکرد اصلی (رویکرد استاندارد^۵ و رویکرد رتبه‌بندی داخلی^۶) و چهارچوب اوراق بهادارسازی^۷ تقسیم می‌گردد (توافقنامه بال دو، ۲۰۰۶). هدف نهایی رویکردهای مذکور محاسبه حداقل سرمایه مورد نیاز جهت مقابله با ریسک‌های اعتباری است که بانک‌ها با آن‌ها مواجه‌اند.

– اجزاء ریسک اعتباری

در بال دو علاوه بر رویکرد استاندارد جامع که نسبت به بال یک دقیق‌تر بیان شده بود، در رویکرد رتبه‌بندی داخلی دو روش جهت تعیین سرمایه موزون با ریسک معرفی گردیده است. هر یک از این روش‌ها باید سه عنصر کلیدی (اجزای ریسک^۸، توابع وزن ریسک^۹ و حداقل الزامات^{۱۰}) را برای هر کلاس دارایی پوشش دهد. این دو روش عبارتند از رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه و رویکرد رتبه‌بندی

1. Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks

۲. جهت مطالعه بیشتر جداول زمانی قانون‌گذاری مالی، به رونکالی (Roncalli)، ۲۰۲۰، صفحات ۲۹ الی ۳۳ و ون جستل و بیزنس، ۱۳۹۱، صفحه ۵۰۸ مراجعه گردد.

3. Basel II

4. First pillar

5. Standard approach

6. Internal Based Rating (IRB) approach

۷. در این مطالعه به آن پرداخته نمی‌شود.

8. Risk components

9. Risk-weight functions

10. Minimum requirements

داخلی پیشرفته که قبلاً نیز به آن‌ها اشاره شد. در این دو رویکرد، با در نظر گرفتن شرایط و محدودیت‌هایی، بانک‌ها می‌توانند برای یک یا چند جز از اجزای ریسک اعتباری (احتمال نکول، زیان به شرط نکول، مبلغ در معرض نکول و سررسید مؤثر) از برآوردها و تخمین‌های خود استفاده کنند. در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه، بانک‌ها مخیر به استفاده از روش‌های خود صرفاً جهت تخمین احتمال نکول می‌باشند و سایر اجزای ریسک اعتباری به صورت استاندارد و کلی توسط توافقنامه بال تعیین می‌گردد. در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته، همه اجزای تعیین‌کننده ریسک اعتباری می‌تواند توسط بانک تخمین زده شود. در اجرای رویکرد رتبه‌بندی داخلی پس از تخمین اجزای ریسک برای پرتفوی دارایی‌های بانک، دارایی موزون با ریسک هر مبلغ صرفاً با فرمول‌های موجود در متن توافقنامه بال محاسبه می‌گردد. زیان به شرط نکول که مروری بر روش‌های تخمین آن موضوع مطالعه حاضر است، به شکل درصدی از مبلغ بدهی (به عنوان مثال وام) تعریف می‌شود که در صورت نکول قرض‌گیرنده، اعتباردهندگان آن را از دست می‌دهند که شامل دو جز است، بخش اول مربوط به مقدار وام بازیافت نشده و بخش دوم هزینه‌های دادرسی^۱ را نشان می‌دهد (رونکالی^۲، ۲۰۲۰).

کاربردهای زیان به شرط نکول

متغیر زیان به شرط نکول کاربردهای متنوعی در حوزه مدیریت ریسک اعتباری دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

- کاربردهای بانکی

تخمین زیان مورد انتظار برای یک بدهی و یک پرتفوی اعتباری

در توافقنامه بال ۲ و در رویکرد رتبه‌بندی داخلی، درصد زیان مورد انتظار^۳ یک وام برابر است با حاصل ضرب احتمال نکول در زیان به شرط نکول و همچنین، مبلغ زیان به شرط نکول نیز از حاصل ضرب درصد زیان مورد انتظار در مبلغ در معرض نکول به دست می‌آید (بال ۲، پاراگراف ۳۷۵). این مطلب به صورت ریاضی به شکل زیر بیان می‌شود:

-
1. litigation cost
 2. Roncalli
 3. Expected Loss (EL)

$$Expected\ Loss_i = EAD_i \times LGD_i \times PD_i \quad \text{رابطه (۱)}$$

تخمین زیان مورد انتظار یک بدهی دارای دو کاربرد اصلی است. اول قیمت‌گذاری وام و تعیین نرخ بازده مورد انتظار وام‌دهنده (بانک) با توجه به درصد زیان مورد انتظار و دوم در نظر گرفتن ذخایر احتیاطی مناسب برای پوشش زیان مورد انتظار. برای پرتفویی از Π وام زیان مورد انتظار عبارت است از:

$$EL_p = \sum_{i=1}^n EAD_i \times LGD_i \times PD_i \quad \text{رابطه (۲)}$$

محاسبه کفایت سرمایه جهت مقابله با زیان اعتباری غیر منتظره

همان‌طور که بیان شد یکی از کاربردهای متغیر زیان به‌شرط نکول محاسبه کفایت سرمایه است که در ادامه با بیان فرمول‌های الزامات سرمایه مندرج در توافقنامه بال دو (به‌عنوان مثال) به این کاربرد به‌صورت دقیق‌تر اشاره می‌شود. در توافقنامه بال سرمایه باید به‌مقداری باشد که بتواند زیان غیرمنتظره در پرتفوی اعتباری بانک را پوشش دهد. با توجه به رابطه ۳، زیان غیرمنتظره^۱ در پرتفویی از وام‌ها در سطح اطمینان α برابر است با:

$$UL_p = VaR_\alpha - EL_p \quad \text{رابطه (۳)}$$

که VaR_α ارزش در معرض خطر پرتفوی مذکور در سطح اطمینان α است. سرمایه بانک باید به اندازه‌ای باشد که بتواند این زیان غیرمنتظره را پوشش دهد. در توافقنامه بال سطح اطمینان برای دوره یک ساله برابر با ۹۹٫۹ درصد در نظر گرفته می‌شود و لذا کفایت سرمایه بانک در ارتباط با ریسک اعتباری برابر است با سرمایه‌ای که بتواند زیان غیرمنتظره پرتفوی اعتباری بانک را در سطح اطمینان ۹۹٫۹ درصد پوشش دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بانک‌ها با تدوین رویه‌های داخلی جهت برآورد زیان به‌شرط نکول می‌توانند نقش مهمی در تخمین صحیح کفایت سرمایه خود در روش رتبه‌بندی داخلی پیشرفته داشته باشند.

با توجه به این که احتمال نکول وام‌های مختلف در یک پرتفوی اعتباری می‌تواند همبسته باشد، در توافقنامه بال از رویکرد واسیچک^۱ (۲۰۰۲) برای مدل‌سازی همبستگی نکول وام‌ها استفاده می‌شود که در آن از یک عامل ریسک سیستماتیک به‌عنوان عامل اثرگذار بر احتمال نکول کلیه وام‌ها استفاده شده است. سپس برای محاسبه کفایت سرمایه و همچنین دارایی موزون شده با ریسک از فرمول‌های مشخصی استفاده می‌شود. برای بدهی‌هایی (تسهیلاتی) که نکول نیافته‌اند، ابتدا مقادیر همبستگی نکول و تعدیل سررسید به‌عنوان تابعی از احتمال نکول بدهی محاسبه می‌شوند و سپس درصد کفایت سرمایه لازم برای نگهداری آن بدهی (تسهیلات اعطایی) معین می‌شود (بال ۲، پاراگراف ۲۷۲):

$$K = \text{Capital Requirement (\%)} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$= LGD \times \left[N \left(\frac{NI(PD) + \sqrt{R} \times NI(0.999)}{\sqrt{1-R}} \right) - PD \right] \times \frac{1 + (M - 2.5) \times b}{1 - 1.5 \times b}$$

و میزان سرمایه مورد نیاز برای پوشش زیان غیرمنتظره است با:

$$\text{Regulatory Capital} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$= \text{Risk Weighted Asset (RWA)} \times 8\%$$

$$= K \times 12.5 \times EAD \times 8\% = K \times EAD$$

در رابطه ۴ و ۵، R برابر است با متوسط همبستگی نکول وام‌های موجود در پرتفوی وام بانک که مطابق با فرمول‌های مشخصی به‌عنوان تابعی از احتمال نکول و میزان وام محاسبه می‌شود. همچنین M سررسید وام، b تعدیل سررسید برای وام‌های بیشتر از یک سال، K درصد کفایت سرمایه مورد نیاز، RWA دارایی موزون شده با ریسک، N تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد و NI ، معکوس تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد است. برای مبالغ اعطایی به شرکت‌های کوچک و متوسط (شرکت‌هایی که

درآمد تلفیقی گروهی که شرکت در آن فعال است کمتر از ۵۰ میلیون یورو باشد)، همبستگی نکول با کمی تعدیل و مطابق با فرمول‌های ارائه شده در پاراگراف ۲۷۳ بال دو محاسبه می‌گردد.

- کاربرد در رتبه‌بندی اعتباری بدهی

علاوه بر کاربردهای ذکر شده برای LGD در تخمین زیان مورد انتظار و دارایی موزون با ریسک، از دیگر کاربردهای این متغیر رتبه‌بندی ابزارهای بدهی و همچنین رتبه‌بندی براساس زیان مورد انتظار است. آژانس‌های رتبه‌بندی معیارهای متفاوتی در زمان رتبه‌بندی اعتباری دارند. به عنوان مثال رتبه‌ها در آژانس رتبه‌بندی مودیز و فیچ براساس اصل و بهره است در حالی که آژانس اس‌اندپی صرفاً اصل پول را لحاظ می‌کند (ون جستل و بیزنس، ۱۳۹۱). جدول ۱ نشان‌دهنده رتبه‌های تعیین شده با توجه به بازه LGD یا Recovery rate میان سه آژانس رتبه‌بندی اعتباری است.

جدول ۱: رتبه‌های زیان به شرط نکول یا نرخ بازیافت در سه آژانس اعتباری

فیچ (براساس RR)		اس‌اندپی (براساس RR)		مودیز (براساس LGD)	
٪۱۰۰ - ۹۱	RR1	٪۱۰۰	۱+	٪۱۰ - ۰	LGD1
٪۹۰ - ۷۱	RR2	٪۱۰۰	۱	٪۳۰ - ۱۰	LGD2
٪۷۰ - ۵۱	RR3	٪۱۰۰ - ۸۰	۲	٪۵۰ - ۳۰	LGD3
٪۵۰ - ۳۱	RR4	٪۸۰ - ۵۰	۳	٪۷۰ - ۵۰	LGD4
٪۳۰ - ۱۱	RR5	٪۵۰ - ۲۵	۴	٪۹۰ - ۷۰	LGD5
٪۱۰ - ۰	RR6	٪۲۵ - ۰	۵	٪۱۰۰ - ۹۰	LGD6

زیان به شرط نکول از منظر توافقنامه‌های بال

همان‌طور که بیان شد، تخمین زیان به شرط نکول یکی از چالش‌های مهم مباحث حوزه ریسک اعتباری است که برای حوزه‌های مختلف مدیریت ریسک اعتباری از جمله قیمت‌گذاری وام، تخمین کفایت سرمایه بانک و رتبه‌بندی اعتباری بدهی‌ها (مانند وام) کاربرد دارد. در حوزه کفایت سرمایه، برای تعیین کفایت سرمایه بانک جهت دارایی‌هایی چون اوراق قرضه خریداری شده یا تسهیلات ارائه شده به شرکت‌ها، سایر بانک‌ها و دولت‌ها^۱ نیاز به تخمین این متغیر می‌باشد. پیچیدگی تخمین این متغیر به خاطر آن است که عوامل مختلفی از جمله اولویت وام در ساختار بدهی شرکت، ارزش دارایی‌های باقیمانده شرکت پس از نکول، نوع و ارزش وثیقه‌ها و ضمانت‌های اخذ شده جهت

1. Sovereign

تضمین بدهی و شرایط اقتصادی می‌توانند بر زیان به شرط نکول تأثیر بگذارند. نحوه تخمین این متغیر در پاراگراف‌های ۲۸۶ تا ۳۰۷ توافقنامه بال دو، مورد بحث قرار گرفته است که در ادامه ارائه می‌شود.

– زیان به شرط نکول در بال دو "رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه‌ای"

در رویکرد «رتبه‌بندی داخلی پایه‌ای» بال دو بر مبنای طبقه‌بندی بدهی‌ها به دسته‌های مختلف، زیان به شرط نکول هر بدهی تعیین می‌شود. در این توافقنامه برای بدهی‌های تضمین نشده با اولویت پرداخت بالا زیان به شرط نکول را ۴۵٪ (بال ۲، پاراگراف ۲۸۷) و برای بدهی‌های تضمین نشده با اولویت پرداخت کمتر^۱، ۷۵٪ (همان، پاراگراف ۲۸۸) تعیین کرده است. اما، در بخش تسهیلات تضمین شده این رویکرد، توافقنامه بال میان وثایق مالی واجد شرایط^۲ و سایر وثایق واجد شرایط^۳ تمایز قائل شده و به ترتیب نحوه محاسبه زیان به شرط مؤثر را به صورت زیر بیان می‌کند. در پاراگراف ۲۹۱ و برای مبادلات تضمین شده که وثایق مالی دارند زیان به شرط نکول مؤثر عبارت است از:

$$LGD^* = LGD \times \frac{E^*}{E} \quad \text{رابطه ۶}$$

که در آن LGD^* زیان به شرط نکول مؤثر، LGD برابر با ۴۵٪، E مبلغ در معرض نکول و E^* ارزش مبلغ پس از کاهش ریسک است^۴ که با توجه به اثر وثیقه محاسبه می‌شود (همان، پاراگراف ۲۱۹).

1. Subordinated

۲. وثایق واجد شرایط مالی در پاراگراف ۱۴۷ توافقنامه بال دو معرفی شده‌اند.

۳. علاوه بر دارایی‌های مالی در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه، شرایط پذیرش سایر دارایی‌ها به عنوان وثایق واجد شرایط در پاراگراف‌های ۵۰۹ تا ۵۲۷ توافقنامه بال دو آمده است.

4. Exposure value after risk mitigation

نحوه محاسبات و تعدیلات این متغیر در پاراگراف‌های ۱۴۷ تا ۱۵۰ توافقنامه بال دو ذکر گردیده است. سه پاراگراف بعدی توافقنامه بال دو (پاراگراف‌های ۲۹۲، ۲۹۳ و ۲۹۴) به توضیحات این بخش اشاره دارد.

جدول ۲: حداقل LGD برای بخش تضمین شده تسهیلات و تعهدات دارای اولویت

حداقل سطح مورد نیاز وثایق تسهیلات و تعهدات (C^*)	سطح مورد نیاز وثایق مازاد برای شناسایی کامل LGD^{**} (C^{**})	حداقل LGD	
۰٪	--	۰٪	وثایق مالی واجد شرایط
۰٪	۱۲۵٪	۳۵٪	اسناد دریافتی
۳۰٪	۱۴۰٪	۳۵٪	CRE/RRE
۳۰٪	۱۴۰٪	۴۰٪	سایر وثایق

یادداشت: پاراگراف ۲۹۵ بال دو

پاراگراف ۲۹۵ توافقنامه بال دو، روش محاسبه زیان به شرط نکول برای تسهیلات با سایر وثایق واجد شرایط را بیان می‌کند. در این پاراگراف ابتدا نسبت «ارزش وثیقه به ارزش مبلغ بدهی» به عنوان نسبتی مهم در ارزیابی زیان به شرط نکول محاسبه می‌شود. برای تسهیلات با اولویت پرداخت بالا که نسبت ارزش جاری وثیقه به ارزش جاری مبلغ بدهی آن‌ها از حداقل ذکر شده در جدول پاراگراف مذکور کمتر باشد، باید مقدار ۴۵٪ به عنوان زیان به شرط نکول در مدل‌ها لحاظ گردد. اگر نسبت فوق از مقدار حداکثر اشاره شده (سطح مورد نیاز وثایق مازاد برای شناسایی کامل LGD یعنی مقدار C^{**} در جدول ۲) بیشتر باشد، مقادیر ذکر شده در جدول به عنوان زیان به شرط نکول لحاظ می‌گردد. برای تسهیلاتی که نسبت مذکور در بین این دو حالت است، ابتدا مبالغ به بخش کاملاً تضمین شده و تضمین نشده تقسیم می‌گردد. نسبت ارزش جاری وثیقه به C^{**} محاسبه شده (به عنوان بخش کاملاً تضمین شده) و برای این بخش از اعداد ذکر شده در جدول به منظور تعیین زیان به شرط نکول استفاده می‌شود و بخش تضمین نشده نیز دارای زیان به شرط نکول ۴۵٪ خواهد بود.

- زیان به شرط نکول در بال دو "رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته"

همان‌طور که بیان شد، در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته بانک‌ها می‌توانند از روش‌ها و مدل‌های داخلی خود برای تخمین زیان به شرط نکول و ام‌ها استفاده کنند. مراحل توسعه مدل به‌طور کلی به دو مرحله تقسیم می‌شود:

مرحله یک: ارائه روشی برای برآورد دقیق زیان به شرط نکول محقق شده برای وام‌های نکول یافته قبلی با استفاده از داده‌های وام‌های نکول یافته حداقل ۷ سال گذشته.

مرحله دوم: ارائه یک مدل خطی یا غیرخطی برای برآورد زیان به شرط نکول هر وام به نحوی که زیان به شرط نکول هر وام را براساس ویژگی‌های مختلف وام از جمله ویژگی‌های وام گیرنده، نوع و نسبت ارزش وثیقه به وام، نوع وثیقه، اولویت وام و غیره تخمین بزند. پارامترهای این مدل با استفاده از داده‌های وام‌های نکول یافته به دست آمده در مرحله یک برآورد می‌شوند.

رویه‌ای که توسط بانک در هر دو مرحله فوق مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید مورد تأیید مقام ناظر قرار بگیرد که جزئیات توسعه این مدل‌ها در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت. نکته مهم دیگر این است که توافقنامه بال شرایطی را برای بانک‌های واجد شرایط برای استفاده از رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته قائل شده است. در پاراگراف ۲۹۷ توافقنامه بال ۲، بیان می‌شود که بانک‌های واجد شرایطی که از رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته برای تخمین زیان به شرط نکول استفاده می‌کنند، ملزم به رعایت شرایط یا حداقل‌هایی هستند و در غیر این صورت باید از مقادیر رویکرد پایه‌ای استفاده کنند. این شرایط در پاراگراف‌های ۴۶۹ تا ۴۷۳ بال دو ذکر گردیده است؛ به‌عنوان مثال استاندارد الحاقی برای مبالغ بدهی‌های شرکتی، دولتی و بانکی بدین صورت است:

برآوردهای *LGD* (در مرحله اول فوق) باید براساس نرخ‌های بازیافت تاریخی محقق شده باشد و در صورت امکان، نباید صرفاً براساس تخمین ارزش بازاری وثیقه باشد. این الزام ناتوانی بالقوه بانک‌ها را در به دست آوردن کنترل بر وثیقه اخذ شده و امکان این که نتوانند آن را به سرعت به فروش برسانند در نظر می‌گیرد (بال ۲، پاراگراف ۴۷۰).

"تخمین‌های زیان به شرط نکول باید بر مبنای حداقل دوره مشاهده داده‌هایی باشد که لااقل یک چرخه کامل اقتصادی را پوشش دهد؛ اما در هر صورت داده‌های مورد استفاده برای تخمین نباید از ۷ سال کمتر باشد. به شرط وجود داده‌های مناسب با طول دوره بیشتر می‌توان از آن داده‌ها استفاده کرد." (همان، پاراگراف ۴۷۲).

– زیان به شرط نکول در بال سه "رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه‌ای"

تغییراتی در نحوه محاسبه زیان به شرط نکول^۱ در توافقنامه بال ۳ نسبت به بال ۲ اعمال گردیده است^۲ که مهم‌ترین آن‌ها بدین شرح است:

۱. همچنین تغییرات دیگری در رویکرد رتبه‌بندی داخلی نیز ایجاد شده است. مانند اضافه شدن ۱,۲۵ به فرمول همبستگی دارایی

(نکول) برای مبالغ مؤسسات مالی (بال ۳، ۲۰۱۷، پاراگراف ۳,۵۳).

۲. نحوه برخورد با مبلغ دولتی مشابه بال ۲ نسخه ۲۰۰۶ مانده است (اشاره شده در پاراگراف ۳,۱۹، بال ۳)

زیان به شرط نکول برای بدهی‌های تضمین نشده شرکتی اولویت‌دار (غیر از مؤسسات مالی) از ۴۵٪ به ۴۰٪ کاهش یافته است اما برای مؤسسات مالی این مقدار همچنان ۴۵٪ باقی مانده است^۱ (بال ۲۰۱۷، ۳ پاراگراف ۳، ۷۰). بدهی‌های تضمین نشده با اولویت پرداخت پایین‌تر، مشابه توافقنامه بال ۲، همچنان دارای زیان به شرط نکول ۷۵٪ می‌باشند (همان، پاراگراف ۳، ۷۱).

زیان به شرط نکول مؤثر بدهی‌های تضمین شده در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پایه‌ای به صورت میانگین (موزون با مبلغ) زیان به شرط نکول بخش‌های تضمین شده و تضمین نشده محاسبه گردد.

$$LGD^* = LGD_U \cdot \frac{E_U}{E(1 + H_E)} + LGD_S \cdot \frac{E_S}{E(1 + H_E)} \quad \text{رابطه ۷}$$

LGD_S زیان به شرط نکول بخش تضمین شده، LGD_U زیان به شرط نکول بخش تضمین نشده، E ارزش فعلی مبلغ باقی مانده تسهیلات، E_U ارزش فعلی بخش تضمین نشده مبلغ، E_S ارزش فعلی وثیقه پس از کسر تعدیلات وثایق^۲ و تعدیلات عدم تطابق واحد پولی وثیقه و H_E تعدیلات مربوط به مبالغ است^۳. در جدول ۳ مقادیر تعدیلات وثایق و مقادیر زیان به شرط نکول در بال ۳ (پاراگراف ۳، ۷۵) ارائه شده است. زمانی که بانک از چندین نوع وثیقه برای تضمین مبلغ اعطایی استفاده می‌کند فرمول زیان به شرط نکول به صورت زیر تغییر می‌یابد:

$$LGD^* = LGD_U \cdot \frac{E_U}{E(1 + H_E)} + \sum_i LGD_{Si} \cdot \frac{E_{Si}}{E(1 + H_E)} \quad \text{رابطه ۸}$$

که S_i نماینده وثایق مختلف است (همان، پاراگراف ۳، ۸۳).

۱. شماره‌گذاری پاراگراف‌ها در بال ۳ متفاوت از بال ۲ است. به طوری که در بال ۲ شماره پاراگراف‌ها متوالی است اما در بال ۳ (نسخه دسامبر ۲۰۱۷) دارای هفت سرفصل اصلی است و شماره پاراگراف‌های سرفصل‌های مختلف همگی با یک عدد آغاز می‌شود. بنابراین عدد ۳ در شماره پاراگراف‌ها نشان‌دهنده سرفصل مربوط به رویکرد رتبه‌بندی داخلی است.

2. Collateral haircut

۳. توافقنامه بال ۳ در پاراگراف‌های ۱۶۳ (برای شرکت‌های مستقر در کشورهایی که اجازه استفاده از رتبه‌بندی اعتباری خارجی برای اهداف نظارتی را دارند) و ۱۶۴ (برای شرکت‌های مستقر در کشورهایی که اجازه استفاده از رتبه‌بندی اعتباری خارجی برای اهداف نظارتی را ندارند) ذیل سرفصل دوم (رویکرد استاندارد) این تعدیلات را تعیین کرده است. همچنین تعدیل عدم تطابق واحد پولی وثیقه و مبالغ ۸٪ است (پاراگراف ۱۶۵).

جدول ۳: مقادیر زیان به شرط نکول و تعدیلات وثایق در رویکرد رتبه‌بندی پایه‌ای در بال ۳

نوع وثیقه	LGD	تعدیلات وثایق
مالی	٪۰	به‌وسیله فرمول رویکرد جامع تعدیلات به شرح پاراگراف‌های ۱۶۳ و ۱۶۴ در رویکرد استاندارد و تعدیل دوره نگهداری به شرح پاراگراف‌های ۱۶۹ تا ۱۷۲
حساب‌های دریافتی واجد شرایط	٪۲۰	٪۴۰
املاک مسکونی و تجاری واجد شرایط	٪۲۰	٪۴۰
سایر وثایق فیزیکی واجد شرایط	٪۲۵	٪۴۰
وثایق فاقد شرایط لازم	N/A	٪۱۰۰

یادداشت: پاراگراف ۳،۷۵ بال سه

- زیان به شرط نکول در بال ۳ "رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته"

در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته در بال ۳ مشابه بال ۲ همچنان محاسبه زیان به شرط نکول به بانک‌های واجد شرایط واگذار گردیده اما رویکرد محافظه‌کارانه‌تری اتخاذ شده است. بدین صورت که برای مقادیر تخمین زده شده یک مقدار کف (حداقل) مطابق جدول ۴ در نظر گرفته شده است و دو شرط ذکر شده در پاراگراف‌های ۳،۸۴ و ۳،۸۵ در توافقیانه بال ۳ باید رعایت شود.

جدول ۴: حداقل زیان به شرط نکول در رویکرد رتبه‌بندی پیشرفته بال ۳

وام‌های شرکتی	تضمین نشده	تضمین شده
	٪۲۵	مالی
		حساب‌های دریافتی
		املاک تجاری و مسکونی
		سایر وثایق فیزیکی

یادداشت: پاراگراف ۳،۸۵ بال سه

مقادیر موجود در جدول ۴ برای مبالغ تضمین شده‌ای که کل مبلغ بدهی تضمین شده باشند، استفاده می‌گردد. برای مبالغی که بخشی از آن‌ها تضمین شده است از فرمول ۹ زیان به شرط نکول حداقل به دست می‌آید (همان، پاراگراف ۳،۸۶).

$$\text{Floor} = \text{LGD}_{U \text{ floor}} \cdot \frac{E_U}{E(1 + H_E)} + \text{LGD}_{S \text{ floor}} \cdot \frac{E_S}{E(1 + H_E)} \quad \text{رابطه ۹}$$

روش‌های تخمین زیان به شرط نکول

بنت و همکاران^۱ (۲۰۰۵) دو روش کلی در تخمین زیان به شرط نکول را روش‌های ذهنی و عینی بیان می‌کنند که روش ذهنی براساس تخمین خبرگان است. روش‌های عینی نیز خود به دو بخش صریح و ضمنی تقسیم می‌شوند. در روش‌های صریح، زیان به شرط نکول برای ابزار نکول یافته و با استفاده از داده‌های محقق تخمین زده می‌شود و در صورت لزوم از آن برای پیش‌بینی زیان به شرط نکول ابزارهای نکول نیافته نیز استفاده می‌کنند. در روش‌های ضمنی از قیمت ابزار نکول نیافته و شکاف اعتباری برای تخمین زیان به شرط نکول (که متضمن چنین قیمت یا شکاف اعتباری در بازار است) استفاده می‌شود (بنت و همکاران، ۲۰۰۵).^۲

روش‌های صریح در تخمین *LGD* عبارت‌اند از:

۱. روش تجدید ساختار غیررسمی (عملکردی)^۳: زیان به شرط نکول در این روش به شکل ارزش فعلی خالص جریان نقدی مورد انتظار پس از نکول تقسیم بر ارزش اسمی بدهی (یا مبلغ در معرض نکول) محاسبه می‌گردد. این روش نیازمند اطلاعاتی مانند مقدار و زمان‌بندی جریان نقد بازگشتی، هزینه‌های مرتبط، نرخ تنزیل مناسب و زمان شروع و پایان تجدید ساختار غیررسمی است. (ون جستل و بیزنس، ۱۳۹۱). به عنوان مثال، مطالعه گروتلر و هایبلن (۲۰۱۳) از این روش بهره برده است.

۲. روش زیان به شرط نکول بازاری^۴: زیان اقتصادی براساس قیمت‌های بازار (معمولاً ۳۰ روز پس از نکول) در تسهیلات اعتباری نکول یافته که قیمت بازاری آن‌ها در دسترس است (همانند اوراق قرضه) تعیین می‌شود. به عنوان مثال مطالعه مورا^۵ (۲۰۱۵) از روش مذکور استفاده کرده است.

زمانی که ارزش وثیقه پس از اعمال تعدیلات از کل مبلغ بیشتر باشد.

1. Bennett et al

۳. مراجعه شود به جدول ۹ در مطالعه مذکور.

3. Work out approach
4. Market approach
5. Mora

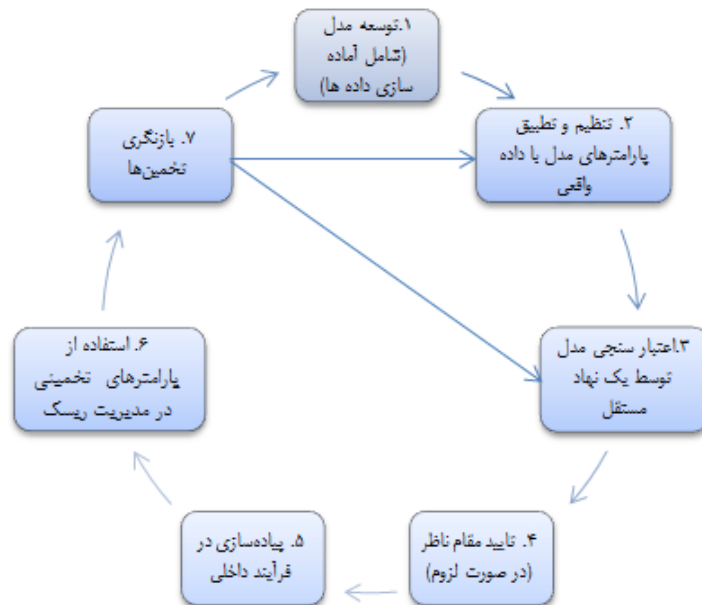
روش‌های ضمنی که عبارت‌اند از:

۱. **زیان به شرط نکول ضمنی بازار**^۱: زیان به شرط نکول از روی قیمت بازاری تسهیلات نکول نیافته به دست می‌آید. فرض بر این است می‌توان عناصر مختلف شکاف اعتباری را به اجزای آن مانند ریسک اعتباری، نقدینگی و غیره تفکیک کرد. در این حالت زیان به شرط نکول و احتمال نکول از عناصر تعیین کننده شکاف اعتباری خواهند بود (ون جستل و بیزنس، ۱۳۹۱). این روش‌ها به دو بخش اساسی مدل‌های ساختاری و مدل‌های فرم تقلیل یافته تقسیم می‌شوند. به عنوان مثال می‌توان به مطالعه‌های ژوکی وله و پئورا^۲ (۲۰۰۳)، گئو و همکاران^۳ (۲۰۰۹) و شیفر و یوریک-هامبورک^۴ (۲۰۱۴) اشاره کرد.

۲. **روش زیان به شرط نکول تاریخی ضمنی برای پرتفولیوهای خرده‌فروشی**^۵: در این روش زیان به شرط نکول از تخمین احتمال نکول و زیان تجربی به شکل ضمنی برآورد می‌گردد. رونکالی (۲۰۲۰) نیز به دو رویکرد در تخمین زیان به شرط نکول اشاره می‌کند. روش نخست مربوط به رویکرد آماری است که در آن زیان به شرط نکول یک متغیر تصادفی است و دارای تابع توزیع است. این تابع توزیع در شکل پارامتریک خود بیشتر از نوع توزیع بتا می‌باشد؛ اما در نوع ناپارامتریک خود بوسیله یک تخمین چگالی کرنل تخمین زده می‌شود. رویکرد دوم مربوط به رویکرد اقتصادی است و در آن مقادیر انتظاری (مشابه بال دو) برآورد می‌شود. در این روش اثر عوامل اقتصادی مخصوصاً چرخه تجاری و صنعت مورد توجه قرار می‌گیرد (رونکالی، ۲۰۲۰).

نهاد ناظر بر بانک‌های اروپا^۶ با تمرکز بر تخمین PD و LGD چرخه عمر تخمین پارامترهای ریسک را به صورت زیر بیان کرده و اضافه می‌کند که در مورد LGD ، مرحله تنظیم و تطبیق اضافی نیز جهت در نظر گرفتن شرایط رکود نیاز است (نهاد ناظر بر بانک‌های اروپا، ۲۰۱۷). شکل ۱ چرخه مذکور را نشان می‌دهد.

1. Implied market LGD approach
2. Jokivuolle & Peura
3. Guo et al
4. Schläfer & Uhrig-Homburg
5. Implied historical LGD approach
6. European Banking Authority (EBA)



شکل ۱: چرخه عمر تخمین پارامترهای ریسک (نهاد ناظر بر بانک‌های اروپا، ۲۰۱۷)

همان‌طور که در شکل ۱ ذکر شده است، در مرحله اول مدل مورد استفاده بانک توسعه یافته و داده‌های لازم برای تخمین پارامترهای آن جمع‌آوری می‌شوند. برای تخمین زیان به شرط نکول، این مرحله شامل برآورد دقیقی از زیان به شرط نکول برای وام‌های نکول یافته نیز می‌شود که در آن باید یکی از دو روش ذکر شده در مرحله قبل (برای ابزار نکول یافته) مورد استفاده قرار گیرد. در مرحله بعد با استفاده از داده‌های موجود پارامترهای مدل تعیین و تنظیم می‌شوند. قبل از این که مدل بتواند مورد استفاده عملی قرار گیرد، ابتدا باید به وسیله یک نهاد مستقل داخل یا خارج بانک اعتبار سنجی شود و سپس به تأیید مقام ناظر برسد. در صورت تأیید مقام ناظر، مدل می‌تواند در فرایندهای داخلی بانک مورد استفاده قرار گیرد. لازمه این امر این است که سیستم‌های اطلاعاتی مناسب برای جمع‌آوری و به‌روزرسانی اطلاعات مورد نیاز مدل نیز در این مرحله توسط بانک پیاده‌سازی و به‌کار گرفته شوند. در مرحله ششم متغیرهای نهایی مورد نظر از جمله احتمال نکول و زیان به شرط نکول تخمین زده شده و برای تصمیم‌گیری‌های مختلف در حوزه مدیریت ریسک از جمله تعیین کفایت سرمایه و قیمت‌گذاری

وام مورد استفاده قرار می‌گیرند. نهایتاً با توجه به بازخوردهای گرفته شده از اجرای مدل، مدل مورد بازنگری و بهبود قرار می‌گیرد.

به‌جهت در دسترس نبودن داده‌های کافی از اوراق قرضه شرکتی و همچنین بازار قانونی جهت معامله وام در بسیاری از کشورهای دنیا، روش غالب تخمین زیان به‌شرط نکول (از میان روش‌های چهارگانه ذکر شده) که توسط بانک‌های دنیا استفاده می‌شود، روش عملکردی است که می‌تواند رویکرد قابل استفاده در تخمین زیان به‌شرط نکول در سیستم بانکی کشور نیز باشد. به‌جهت اهمیت این رویکرد، گام‌های مدل‌سازی زیان به‌شرط نکول در این روش در شکل ۲ با جزئیات بیشتری بیان شده است (استاروستا^۱، ۲۰۲۲).

همان‌طور که بیان شد در روش عملکردی، برای تخمین زیان به‌شرط نکول محقق، کلیه مبالغ بازیافتی بعد از زمان نکول تنزیل شده و نسبت آن به مبلغ وام در زمان نکول به‌عنوان زیان به‌شرط نکول محاسبه می‌شود. لذا همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، اجرای مدل در مرحله اول نیازمند تعیین اطلاعات اولیه و تعاریف دقیقی از نکول و جریان‌های بازیافتی، تعیین پنجره تخمین و سایر شرایط اولیه است. در مرحله بعد، جریان‌ات نقد حاصل بعد از نکول برای هر وام تنزیل شده و مقادیر محقق زیان به‌شرط نکول برای وام‌های نکول یافته مشخص می‌شوند. در مراحل بعدی متغیرهایی که ممکن است بر زیان به‌شرط نکول هر وام تأثیرگذار باشند، مشخص شده و شکل تابعی مدل تخمین برای ارتباط بین این متغیرها و زیان به‌شرط نکول معین می‌شود. بعد از تخمین پارامترهای مدل برای وام‌های نکول یافته، می‌توان از مدل برآوردی برای کلیه وام‌های موجود در پرتفوی وام بانک استفاده نموده و زیان به‌شرط نکول را برای همه وام‌ها تعیین نمود. مراحل بعدی شامل اعتبارسنجی مدل، ارزیابی و نظارت دوره‌ای مدل است و جهت استفاده و بهبود مدل در کاربردهای واقعی انجام می‌شود.



شکل ۲: گام‌های مدل‌سازی در روش عملکردی (استاروستا، ۲۰۲۲)

مروری بر چند مطالعه با تمرکز بر زیان به شرط نکول و قیمت‌گذاری بدهی

مطالعات موجود در حوزه ریسک اعتباری با تمرکز بر زیان به شرط نکول را می‌توان به دو بخش اصلی تفکیک کرد. بخش اول مطالعاتی را شامل می‌شود که صرفاً به تخمین زیان به شرط نکول و شناسایی عوامل مؤثر بر آن می‌پردازند. بخش دوم شامل روش‌های تخمین زیان مورد انتظار در رویکردهای پرتفویی بوده و به مدل‌سازی ارتباط بین زیان به شرط نکول با احتمال نکول می‌پردازند و یا سعی در ارائه توزیع مناسب برای چگالی احتمال زیان به شرط نکول دارند. در رویکرد مدل‌سازی نرخ بازیافت یا مکمل آن، زیان به شرط نکول، مقالات را می‌توان غالباً در دسته‌های مدل‌های ساختاری، تقلیل یافته، آماری (شامل روش‌های اقتصادسنجی و روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی)، ریاضی و یا ترکیبی از این روش‌ها گنجانند. مطالعات بسیار خوبی در ابعاد مختلف در حوزه زیان به شرط نکول یا مکمل آن نرخ بازیافت در ادبیات جهان موجود است. به‌عنوان مثال جهت آشنایی با زیان به شرط نکول و بررسی ویژگی‌های آن می‌توان به مطالعات شرمین^۱ (۲۰۰۴) و وارما و کنتور^۲ (۲۰۰۵) اشاره کرد. آلتمن (۲۰۰۶) مطالعه مروری جامعی در بررسی ارتباط نرخ بازیافت و احتمال نکول دارد. همچنین، در بخش مدل‌های ضمنی در تشریح مدل‌های ریسک اعتباری مقاله مروری جررو، و در معرفی و توسعه مدل‌های ساختاری مقاله الیزالده^۳ (۲۰۰۵) نمونه‌های قابل اشاره هستند. در ایران نیز مطالعه فلاح شمس و رشنو (۱۳۸۶) جزء مطالعات پیشرو در حوزه نرخ بازیافت است. در ادامه نیز به مرور بخشی از مطالعات صورت گرفته در حوزه زیان به شرط نکول، نرخ بازیافت و یا قیمت‌گذاری بدهی پرداخته می‌شود.

-
1. Schuermann
 2. Varma & Cantor
 3. Elizalde

جدول ۵: مروری بر مطالعات تجربی تخمین زیان به شرط نکول

نویسندگان	سال	روش تخمین زیان به شرط نکول	نوع ابزار بدهی	روش مدل سازی	نتیجه مطالعه
فرمانیان ^۱	۲۰۲۰	ساختاری (عاملی)	بدهی در معنای عام اعم از اوراق قرضه یا وام	استاده از مدل های ساختاری یک عاملی (بدهی ثابت) و چند عاملی (بدهی تصادفی)	نشان دادند که وابستگی مثبتی بین احتمال نکول و زیان به شرط نکول در همه روش ها وجود دارد اما بسته به مشخصات مدل و مقادیر پارامتر، امکان ایجاد وابستگی مثبت یا منفی بین زمان های نکول t و زیان به شرط نکول مربوطه وجود دارد.
هوانگ و همکاران ^۲	۲۰۲۰	استفاده از داده DRD ^۳ که سه روش جایگزین داشته است	وام و اوراق قرضه	از مدل احتمالات تجمعی ^۴ برای پیش بینی توزیع زیان به شرط نکول استفاده کردند.	نتیجه مطالعه عملکرد مدل آن ها (درون و خارج از نمونه ^۵) را با پنج مدل (CTBM ^۶ , TTTM ^۷ , MBB ^۸ , I ^۹ & PLM ^{۱۰}) مقایسه کردند. آن ها همچنین بیان کردند مدل CPM، عملکرد مدل ^{۱۱} بهتری نسبت به مدل های جایگزین در پیش بینی توزیع زیان به شرط نکول دارد.
گمبتی و همکاران ^{۱۲}	۲۰۱۹	بازاری (قیمت ۳۰ روز بعد از نکول)	اوراق قرضه نکول یافته	رگرسیون کلاسیک بتا ^{۱۳} و رگرسیون بتا پراکندگی متغیر ^{۱۴}	مهمترین عامل تعیین کننده توزیع نرخ باز یافت عدم اطمینان اقتصادی هم برای میانگین و هم پراکندگی آن است. در مقابل نرخ نکول عامل کلیدی در پراکندگی (نه میانگین) است.

1. Fermanian
2. Hwang et al
3. Default & Recovery Database
4. CPM: Cumulative Probability
5. In sample – out of sample
6. Censored transformed beta model
7. three-tiered Tobit model
8. Mixture of Bernoulli & beta random variables
9. Inflated beta-mixture regression
10. Point wise logit model
11. Model fit
12. Gambetti et al
13. Classical beta regression
14. Variable dispersion beta regression

نویسندگان	سال	روش تخمین زیان به شرط نکول	نوع ابزار بدهی	روش مدل‌سازی	نتیجه مطالعه
میلر و تاوس ^۱	۲۰۱۸	عملکردی تعدیل شده	قرارداد اجاره ^۲ نکول یافته یک شرکت لیزینگ بزرگ آلمان	بیان کردند قرارداد اجاره نکول یافته از دو محل (دارایی در رهن و دارایی متفرقه) باز یافت می‌شوند زیان به شرط نکول را به دو دسته ALGD ^۳ و MLGD ^۴ تقسیم کردند. روش‌های حداقل مربعات معمولی و RF ^۵ برای تخمین‌ها بکار بردند.	ALGD در دوران رکود رشد غیرمعمولی نداشته است و نشان‌دهنده این است که محرک ALGD ارزش واگذاری دارایی بوده است نه شرایط اقتصادی. روش چند مرحله‌ای معرفی شده عملکرد بهتری از روش برآورد مستقیم دارد.
کروگر و روش ^۶	۲۰۱۷	عملکردی	وام	مقایسه رگرسیون چندکی با روش‌های روش‌های FRM ^۷ , RT ^۸ , BR ^۹ , FMM ^{۱۰} و حداقل مربعات معمولی	عملکرد رگرسیون چندکی در شرایط رکود اقتصادی بهتر از روش‌های جایگزین است و همچنین مدل خطی پیشنهاد شده توسط هیأت مدیره فدرال رزرو ^{۱۱} کامل نیست، زیرا برای همه انواع وام (از لحاظ رتبه) یکسان عمل می‌کند و فقط میانگین زیان به شرط نکول را در مدل دارد.

1. Miller & Töws
2. Leasing agreements
3. Asset related LGD
4. Miscellaneous LGD
5. Random forest
6. Krüger & Rösch
7. Fractional Response Model
8. Beta Regression
9. Regression Tree
10. Finite Mixture Model

۱۱. به پیشنهاد The Board of Governors of the Federal Reserve System زیان به شرط نکول در دوران رکود برابر با $0.08+0.092.E(LGD|TTC)$ است (کروگر و روش، ۲۰۱۷).

نویسندگان	سال	روش تخمین زیان به شرط نکول	نوع ابزار بدهی	روش مدل سازی	نتیجه مطالعه
فرانزاک و روستک ^۱	۲۰۱۵	ساختاری	وام‌های خرد و شرکت‌های کوچک و متوسط تضمین شده با دارایی تجاری یا مسکونی		با فروزی مانند ثابت بودن نرخ بهره، تفاوت میان زمان نکول و تصفیه، امکان توثیق دارایی برای چند بدهی و در نظر گرفتن فرایند تصادفی بازگشت به میانگین (OU ^۲) پروفایل زیان را تعریف و برای زیان به شرط نکول مورد انتظار یک فرمول بسته ارائه دادند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش مدت زمان تصفیه زیان به شرط نکول مورد انتظار در دوران رونق اقتصادی کاهش و در دوران رکود افزایش می‌یابد.
کیو و همکاران ^۳	۲۰۱۲	داده‌های باز یافت نهایی مودیز ^۴	وام‌های بانکی سندیکایی بزرگ	حداقل مربعات معمولی و تخمین حداکثر درست‌نمایی گوسی	به‌طور کلی ویژگی‌های قرض‌گیرنده قبل از نکول بر روی نرخ باز یافت تعیین‌کننده است. وام‌های تضمین شده نرخ باز یافت بالاتری داشتند به‌خصوص زمانی که وثیقه از نوع موجودی یا حساب‌های دریافتی بود و تهیه بسته ورشکستگی نرخ باز یافت را به شدت و به‌صورت غیر خطی افزایش می‌دهد.
جاکوبز جی ار ^۵	۲۰۱۲	ساختاری	وام و اوراق قرضه		مدل کری و گوردی (۲۰۰۷) را با افزودن کوپن تصادفی برای وام و در نظر گرفتن نوسانات وثیقه در نرخ باز یافت و زیان به شرط نکول برای وام‌ها و اوراق قرضه، توسعه دادند. آن‌ها برای تطبیق و تنظیم پارامترهای مدل خود از داده‌های باز یافت نهایی مودیز استفاده کردند و یکی از یافته‌های خود را بدین شکل بیان کردند که تخمین پارامتر در مدل‌ها و بخش‌های باز یافت به‌طور قابل توجهی متفاوت است و همچنین، نوسانات تخمینی فرآیندهای نرخ بازبایی و رانش‌های تصادفی آن‌ها در سنوات افزایش می‌یابد. به‌ویژه، برای وام‌های در رده اول بانکی، در مقایسه با اوراق قرضه تضمین شده یا تضمین نشده دارای اولویت پرداخت بالا.

1. Frontcza & Rostek
2. Ornstein-Uhlenbeck process
3. Khieu et al
4. Moody's ultimate recovery rate (URR)
5. Jacobs JR

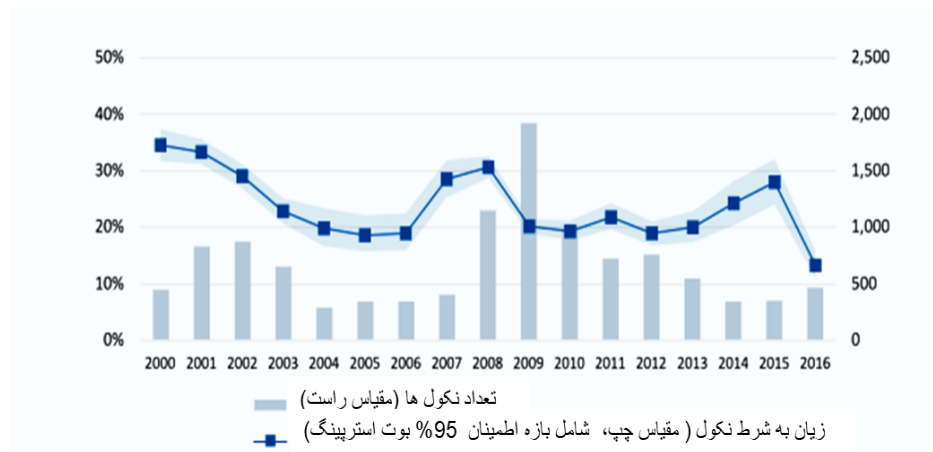
نویسندگان	سال	روش تخمین زیان به شرط نکول	نوع ابزار بدهی	روش مدل‌سازی	نتیجه مطالعه
چی و ژائو ^۱	۲۰۱۱			حداقل مربعات معمولی، رگرسیون پاسخ نسبی ^۲ ، رگرسیون‌های تبدیلی ^۳ (رگرسیون گوسی معکوس ^۴ ، رگرسیون گوسی معکوس با تبدیل بتا ^۵)، درخت رگرسیون و شبکه‌های عصبی	روش‌های ناپارامتریک (درخت رگرسیون و شبکه عصبی) عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های پارامتریک دارند.
کری و گوردی ^۶	۲۰۰۷	ساختاری (نکول استراتژیک ^۷)	وام و اوراق قرضه		مدلی را برای نرخ بازبافت ارائه دادند که در آن اعتباردهندگان خصوصی (بانک‌ها) تعیین‌کننده آستانه نکول می‌باشد. آن‌ها مدل خود را برای نرخ بازبافت وام و اوراق قرضه به شکل صریح حل کردند. همچنین با بررسی تجربی بیان کردند که ترکیب بدهی (نسبت بدهی بانکی به کل بدهی) از سایر عوامل مؤثر بر نرخ بازبافت مهم‌تر است.
ژوکی‌وله و پئورا	۲۰۰۳	ساختاری	وام		مدلی را برای تخمین زیان به شرط نکول مورد انتظار برای وام‌های تضمین‌شده معرفی کردند، با فرض تبعیت دینامیک وثیقه و دارای شرکت از دو حرکت براونی هندسی همبسته اما مجزا، زیان به شرط نکول مورد انتظار وام را فرموله و با راه‌حل عددی آن را بررسی کردند. با ترسیم متغیر زیان به شرط نکول مورد انتظار برحسب پارامترهای نوسانات وثیقه و همبستگی نشان دادند که با افزایش این پارامترها زیان به شرط نکول مورد انتظار افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنان نشان دادند که برای همبستگی مثبت میان ارزش دارایی و ارزش وثیقه، زمانی که احتمال کلی نکول بالاتر است، زیان به شرط نکول مورد انتظار پایین‌تر است. نویسندگان همچنین رابطه بین زیان به شرط نکول و شکاف اعتباری را نیز بررسی کردند.

1. Qi & Zhao
2. Fractional response regression
3. Transformation regressions
4. Inverse Gaussian regression
5. Inverse Gaussian regression with beta transformation
6. Carey & Gordy

۷. مدل‌هایی که در آن‌ها آستانه نکول درون‌زا است.

نویسندگان	سال	روش تخمین زیان به شرط نکول	نوع ابزار بدهی	روش مدل سازی	نتیجه مطالعه
خوش طینت و علوی	۱۳۹۶	روش عملکردی	وام (پرتفوی اعتباری مشتریان حقوقی بانک صنعت و معدن)	ابتدا زیان به شرط نکول را به روش عملکردی تخمین زدند و سپس به روش رگرسیون توییت ارتباط زیان به شرط نکول و متغیرهایی نظیر تضمین شوندگی، میزان تسهیلات و غیره را بررسی کردند	نتایج نشان داد که وثیقه ماشین آلات، اوراق مشارکت و سپرده تأثیر معنی داری بر روی LGD دارد. همچنین، میزان تسهیلات بیشتر با زیان به شرط نکول بیشتر مرتبط بوده و زیان به شرط نکول در تسهیلات کوتاه مدت کمتر است. تأثیر صنعت وام گیرندگان متفاوت بوده و در برخی موارد تأثیر آن معنادار نبوده است.
بافنده ایماندوست و همکاران	۱۳۹۵	با فرمول سرپرستی بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۳	نرخ وصول تسهیلات بانک کشاورزی استان خراسان رضوی	مدل اقتصاد سنجی توییت	نتایج آن‌ها برای این بانک (بانک کشاورزی خراسان رضوی) نشان داد که نرخ وصول تسهیلات با اندازه ضمانت و همزمانی با فصل فروش به طور مستقیم و معنادار، با وثیقه (ملکی) و حوادث غیرمترقبه به صورت معکوس و معنادار مرتبط است.
صالحی	۱۳۸۹	عملکردی (با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول و نرخ تنزیل مناسب)	نرخ باز یافت پرونده تسهیلاتی سررسید گذشته	رگرسیون چند متغیره	رابطه میزان وام باز یافت شده و نوع وثایق اخذ شده بر تدوین مقررات ناظر بر ذخیره گیری برای زیان وام (مورد مطالعه بانک صادرات استان تهران) را با هدف بررسی عوامل تعیین کننده نرخ باز یافت انباشته مورد مطالعه قرار دادند. با بررسی ۳۲ پرونده تسهیلاتی سررسید گذشته بیان کردند که فاکتور نرخ وام باز یافت شده بر نرخ باز یافت انباشته مؤثر است
رضایی	۱۳۸۹	عملکردی LGD با در نظر گرفته ارزش زمانی پول و بر پایه روش مبتنی بر میرایی	تسهیلات مضاربه نکول شده	تحلیل چند متغیره	به بررسی عوامل تعیین کننده زیان ناشی از نکول تسهیلات عقد مضاربه پرداخت شده در بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۴ در بانک ملی پرداخته و بیان گردید که وثیقه غیرمنقول مهمترین عامل مؤثر بر LGD بوده که با آن رابطه معکوس دارد.

مؤسسات مختلفی نیز در دنیا به بررسی رفتار متغیر زیان به شرط نکول در کل اقتصاد و در طول زمان می‌پردازند. به‌عنوان مثال شکل ۳ که در گزارش بروما و همکاران^۱ برای سال ۲۰۲۰ در مؤسسه *GCD*^۲ رسم شده است، روند تغییر متوسط زیان به شرط نکول در طی زمان (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶)، در سطح قرض‌گیرنده برای شرکت‌های بزرگ^۳ از ۵۸ قرض‌دهنده در سطح جهان را نشان می‌دهد. شکل شماره ۳ به‌وضوح نشان می‌دهد که فرض ثابت بودن زیان به شرط نکول در طول زمان صحیح نمی‌باشد. همچنین، بیشترین مقدار زیان به شرط نکول برای شرکت‌های بزرگ در سال ۲۰۰۰ و به‌میزان ۳۵٪ و کمترین مقدار آن ۱۳٪ بوده است. بیشترین تعداد نکول‌ها در سال ۲۰۰۹ و کمترین آن‌ها در سال ۲۰۰۴ بوده است.



شکل ۳: گزارش GCD از تغییرات زیان به شرط نکول در طی زمان برای شرکت‌های بزرگ در سطح شرکت

جمع‌بندی

تخمین زیان به شرط نکول یکی از متغیرهای کلیدی حوزه مدیریت ریسک اعتباری است که در قیمت‌گذاری وام، تعیین ذخائر احتیاطی، محاسبه کفایت سرمایه و سایر تصمیم‌گیری‌های مدیریت ریسک اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش بعد از بیان کلیاتی از ریسک اعتباری،

1. Brumma et al
2. Global Credit Data
3. Large corporates

روش‌های مختلف تخمین متغیر زیان به شرط نکول و رویکردهای مختلفی که برای تعیین آن در توافقنامه‌های بال دو و سه توسعه یافته است، معرفی گردید. به خصوص روش عملکردی که روش غالب بانک‌های دنیا در تخمین این متغیر است و مراحل توسعه مدل‌های داخلی در بانک‌ها برای تخمین این متغیر در رویکرد رتبه‌بندی داخلی پیشرفته بال ارائه گردید. امید است که این روش و توسعه‌های آن بتواند مورد استفاده بانک‌های کشور در حوزه‌های مختلف مدیریت ریسک اعتباری از جمله اعتبارسنجی مشتریان، تعیین نرخ وام‌دهی و ذخائر احتیاطی، و نهایتاً محاسبه کفایت سرمایه قرار گیرد.

منابع و مأخذ

الف. فارسی

- اپستولیک، ریچارد؛ دونوهیو، کریستوفر و ونت، پیتر. (۱۳۹۶). *مبانی ریسک مالی و بانکی جلد اول: بانکداری و نظارت مبتنی بر ریسک*. مترجمان: آن جمالیانس، محمدحسین خادم‌زفولی، ابوذر نجمی، محمد مهدی وثوقی، محسن رنجبر و مهدی قاسمی‌علی‌آبادی، تهران: جهاد دانشگاهی تهران.
- بافنده ایماندوست، صادق؛ شاطریان، زهرا و فهیمی فرد، سیدمحمد. (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر نرخ وصول تسهیلات بانک کشاورزی استان خراسان رضوی (کاربرد مدل اقتصادسنجی توبیت). *اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه)*، ۲۳(۱۲)، ۱۸۹-۲۱۶.
- خوش‌طینت، دکتر محسن و علوی، سیدنسیم. (۱۳۹۶). شناسایی عوامل مؤثر بر زیان مشروط بر نکول با استفاده از مدل رگرسیون توبیت (مورد مطالعه: مشتریان حقوقی بانک صنعت و معدن). *فصل‌نامه مطالعات مالی و بانکداری اسلامی*، ۳(بهار و تابستان)، ۱-۲۹.
- رضایی، محمد. (۱۳۸۹). *بررسی عوامل تعیین‌کننده زیان ناشی از نکول وام‌ها در عقد مضاربه در بانک ملی ایران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران.
- صالحی، سید. مجتبی. (۱۳۸۹). *رابطه میزان وام باز یافت شده و نوع وثایق اخذ شده بر تدوین مقررات ناظر بر ذخیره‌گیری برای زیان وام (مورد مطالعه بانک صادرات استان تهران)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران.
- فلاح شمس، میرفیض و رشنو، مهدی. (۱۳۸۶). نرخ باز یافت وام‌های نکول شده. *تازه‌های اقتصاد*، ۱۱۷)، ۵۳-۶۰.

فلاح شمس، میرفیض؛ حسنی، داود و تقی زادگان، غلامرضا. (۱۴۰۱). *مدیریت ریسک اعتباری* پیشرفته. تهران: دانشگاه علامه طباطبائی.

ون جستل، تونی و بیزنس، بارت. (۱۳۹۱). *مدیریت ریسک اعتباری*. مترجم: پریسا علیزاده، تهران: پژوهشکده پولی و بانکی - بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

انگلیسی

Altman, E. I. (2006). Default Recovery Rates and LGD in Credit Risk Modeling and Practice: An Updated Review of the Literature and Empirical Evidence. *Working Paper*, NYU Salomon Center.

Basel Committee on Banking Supervision. (2006). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. *In Bank for International Settlements* (Issue June 2006). <http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>

Bcbs. (2017). Basel Committee on Banking Supervision Basel III: Finalising post-crisis reforms. *In Bank for International Settlements*, <https://www.bis.org/bcbs/publ/d424.pdf>

Bennett, R. L., Catarineu, E., & Moral, G. (2005). Loss Given Default Validation. *Basel Committee on Banking Supervision, Studies on the Validation of Internal Rating Systems*, Working Paper, 14, 60–93.

Brumma, N., Rainone, N., & Crecel, R. (2020). LGD Report 2020 Large Corporate Borrowers. *Global Credit Data*. https://www.globalcreditdata.org/wp-content/uploads/public/gcd_lgd_report_2020_17062020.pdf

Carey, M., & Gordy, M. (2007). The Bank As Grim Reaper: Debt Composition and Recoveries on Defaulted Debt. *SSRN Electronic Journal*, DOI: 10.2139/ssrn.972484

Elizalde, A. (2005). Credit Risk Models II: Structural Models. *Documentos de Trabajo (CEMFI)*, 6(1).

European Banking Authority. (2017). *Guidelines on PD estimation, LGD estimation and the treatment of defaulted exposures*.

Fermanian, J. D. (2020). On the Dependence between Default Risk and Recovery Rates in Structural Models. *Annals of Economics and Statistics*, (140), 45-82.

Frontczak, R., & Rostek, S. (2015). Modeling Loss Given Default with Stochastic Collateral. *Economic Modelling*, 44, 162–170.

Gambetti, P., Gauthier, G., & Vrins, F. (2019). Recovery Rates: Uncertainty Certainly Matters. *Journal of Banking & Finance*, 106, 371-383.

Guo, X., Jarrow, R. A., & Zeng, Y. (2009). Modeling the Recovery Rate in a Reduced Form Model. *Mathematical Finance: An International Journal of Mathematics, Statistics and Financial Economics*, 19(1), 73-97.

Gürtler, M., & Hibbeln, M. (2013). Improvements in Loss Given Default Forecasts for Bank Loans. *Journal of Banking & Finance*, 37(7), 2354-2366.

Hwang, R., Chu, C., & Yu, K. (2020). Predicting LGD Distributions with Mixed Continuous and Discrete Ordinal Outcomes. *International Journal of Forecasting*, 36(3), 1003-1022.

Jacobs Jr, M. (2012). An Option Theoretic Model for Ultimate Loss-Given-Default with Systematic Recovery Risk and Stochastic Returns on Defaulted Debt. *In Proceeding of the 2010 3rd Annual Joint Bank for International Settlements-World Bank-European Central Bank Public Investors Conference*, BIS Paper (58), 257-285

Jarrow, R. A., & Turnbull, S. M. (1995). Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk. *The journal of finance*, 50(1), 53-85.

Jarrow, R. A. (2009). Credit Risk Models. *Annual Review of Financial Economics*, 1(1), 37-68.

Jokivuolle, E., & Peura, S. (2003). Incorporating Collateral Value Uncertainty in Loss Given Default Estimates and Loan-to-value Ratios. *European Financial Management*, 9(3), 299-314.

Khieu, H. D., Mullineaux, D. J., & Yi, H. (2012). The Determinants of Bank Loan Recovery Rates. *Journal of Banking and Finance*, 36(4), 923-933.

Krüger, S., & Rösch, D. (2017). Downturn LGD Modeling Using Quantile Regression. *Journal of Banking and Finance*, 79, 42-56.

Merton, R. C. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *The Journal of finance*, 29(2), 449-470.

Miller, P., & Töws, E. (2018). Loss Given Default Adjusted Workout Processes for Leases. *Journal of Banking and Finance*, 91, 189-201.

Mora, N. (2015). Creditor recovery: The Macroeconomic Dependence of Industry Equilibrium. *Journal of Financial Stability*, 18, 172-186.

Qi, M., & Zhao, X. (2011). Comparison of Modeling Methods for Loss Given Default. *Journal of Banking and Finance*, 35(11), 2842-2855.

Roncalli, T. (2020). *Handbook of Financial Risk Management*. CRC press.

Schläfer, T., & Uhrig-Homburg, M. (2014). Is Recovery Risk Priced?. *Journal of Banking & Finance*, 40, 257-270.

Schuermann, T. (2004). What Do We Know about Loss Given Default? *Wharton Financial Institutions Center*, Working Paper No. 04-01, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=525702> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.525702>

Starosta, W. (2022). *Modeling the Loss Given Default of Retail Contracts*. <http://hdl.handle.net/11089/43493>

Varma, P., & Cantor, R. (2005). Determinants of Recovery Rates on Defaulted Bonds and Loans for North American Corporate Issuers: 1983-2003. *The Journal of Fixed Income*, 14(4): 29-44

Vasicek, O. (2002). The Distribution of Loan Portfolio Value. *Risk*, 15(12), 160-162.