تحقیقات مالی
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران

دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱
بهار و تابستان ۱۳۹۴
ص. ۱۴۰-۱۲۳

طراحی بهینهٔ اوراق بهادارسازی در رابطهٔ کارفرما ــ کارگزار براساس رویکرد استنباط بیزین از مخاطرهٔ اخلاقی

عزت‌اله عباسیان[۱]، محسن ابراهیمی[۲]، الهام فرزانگان[۳]

چکیده: در فرایند اوراق بهادارسازی، بانی با فروش وام به سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر، می‌تواند ریسک وام‌های رهنی را به آنها تخصیص دهد. در این صورت ممکن است بانی انگیزه‌ای برای غربال قرض‌گیرندگان نداشته باشد، بنابراین مشکل مخاطرهٔ اخلاقی به‌وجود می‌آید. این نوشتار در قالب رابطهٔ کارفرما ـ کارگزار، این نوع مسئلهٔ عاملیت را بررسی می‌کند؛ بدین صورت که سرمایه‌گذار برای کاهش عدم تقارن اطلاعات از برنامهٔ جبران برای ایجاد انگیزه به بانی استفاده می‌کند و به استنباط ابعاد مختلف تلاش انجام‌گرفته، از قاعدهٔ بیز کمک می‌گیرد و اعتقادهای پسین مشترک خود از مشاهدات وضعیت اعتباری ادغام وام‌ها و ابعاد مختلف تلاش را در مسئلهٔ طراحی قرارداد لحاظ می‌کند. نتایج نشان می‌دهد شکل قرارداد بهینه، تابعی از محتوای اطلاعاتی مشاهده‌های سرمایه‌گذار و اطلاعات استنباط شده است و حاکی از آن است که استفاده از اطلاعات اضافی از فرصت‌طلبی‌های بانی جلوگیری می‌کند و بانی به احتمال بیشتر وظایف تعیین‌شده را هنگام اعطای وام به متقاضیان انجام می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

واژه‌های کلیدی: *استنباط بیزین ناپارامتریک، اوراق بهادار با پشتوانهٔ وام‌های رهنی، طراحی بهینهٔ برنامهٔ جبران چندبعدی، فرایند تصادفی بوقهٔ هندی، مخاطره اخلاقی.*

۱. دانشیار اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. دانشیار اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکدهٔ اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۱۲
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۳/۰۸/۲۰
نویسندهٔ مسئول مقاله: عزت‌اله عباسیان
E-mail: abbasian@basu.ac.ir

مقدمه

اوراق بهادارسازی دارایی‌ها[1]، یکی از مهم‌ترین نوآوری‌های بازارهای مالی است. فرایند اوراق بهادارسازی، تکنیک مالیِ ادغام[2] انواع گوناگون و گسترده‌ای از دارایی‌های مالی (عمدتاً غیرنقدینه) است که قابلیت تولید جریان نقدی را دارد. اوراق بهادار با پشتوانهٔ ادغام دارایی‌ها تولید می‌شود و در نهایت اوراق بهادار ایجادشده برای انواع سرمایه‌گذاران منتشر می‌شود. بجز سرمایه‌گذاران، اوراق بهادارسازی در ساده‌ترین شکل دو بازیگر اصلی دیگر نیز دارد. بانی[3]، نخستین‌بار دارایی‌هایی (مثل وام) ایجاد می‌کند که در فرایند اوراق بهادارسازی در نهایت به اوراق بهادار تبدیل می‌شود. در این مقاله وام‌های رهنی[4] دارایی‌هایی در نظر گرفته می‌شوند که می‌توانند در فرایند اوراق بهادارسازی تبدیل به اوراق بهادار شوند. بازیگر دوم در فرایند اوراق بهادارسازی، نهاد واسط (SPV)[5] یا همان منتشرکنندهٔ[6] اوراق بهادار است و از ورشکستگی در امان می‌ماند. منتشرکننده شرکتی است که برای اهداف خاص تأمین مالی خرید دارایی‌های ادغام‌شده و انتشار اوراق بهادار، با پشتوانهٔ این ادغام‌ها تشکیل می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که در فرایند اوراق بهادارسازی، واگذاری دارایی‌های ادغام‌شده به منتشرکننده به‌صورت فروش قانونی[7] است. بر اساس استانداردهای حسابداری، فروش قانونی با انتقال مالکیت دارایی‌ها به خریدار (منتشرکننده)، همراه است. در این صورت بانی می‌تواند دارایی‌های غیرنقدینه را از ترازنامهٔ خود حذف کند. در نتیجه، منتشرکننده و بانی (مالک اولیهٔ دارایی‌ها) به‌طور قانونی از یکدیگر جدا می‌شوند. بنابراین اگر بانی ورشکسته شود، دارایی‌ها که اکنون در مالکیت منتشرکننده قرار دارند، بین طلبکاران[8] بانی توزیع نمی‌شود. همهٔ این‌ها ویژگی برون‌ترازنامه‌ای‌بودن[9] فرایند اوراق بهادارسازی را نشان می‌دهد.

در فرایند اوراق بهادارسازی، ساختار انتشار به این صورت است که منتشرکننده اوراق بهادار معامله‌پذیری را پس از ساختاربندی به شکل ابزار بدهی، منتشر می‌کند. این اوراق بهادار با پشتوانهٔ جریان نقدی تولیدشده از ادغام دارایی‌های پایه[10]، منتشر می‌شوند. اوراق بهاداری که از

---

1. Securitization
2. Pool
3. Originator
4. Mortgage Loans
5. Special Purpose Vehicle
6. Issuer
7. True Sale
8. Creditor
9. Off-Balance Sheet
10. Underlying Assets

طریق وصول وام‌های رهنی پشتوانه می‌شوند، اوراق بهادار با پشتوانهٔ وام‌های رهنی (MBS)[1] نامیده می‌شوند.

سرمایه‌گذاران، سومین بازیگر اصلی در فرایند اوراق بهادارسازی شمرده می‌شوند. آنها خریداران اوراق بهادار با پشتوانهٔ وام‌های رهنی‌اند. جریان‌های نقدی ناشی از ادغام دارایی‌های پایهٔ این اوراق بهادار، منهای حق‌الزحمهٔ خدمات انجام‌شده برای بسته‌بندی آنها، از طریق منتشرکننده به سرمایه‌گذاران پرداخت می‌شود (مایر، پنس و شرلود، ۲۰۰۹).

در فرایند اوراق بهادارسازی، با تفکیک دارایی‌ها (وام‌های رهنی) از ترازنامه و استفاده از آنها به‌مثابهٔ پشتوانهٔ اوراق بهادار منتشرشده برای سرمایه‌گذاران، کیفیت این اوراق بهادار از وضعیت ریسک نکول بانی مستقل خواهد شد. بنابراین عملکرد اوراق بهادار ایجادشده به‌طور مستقیم با عملکرد قرض‌گیرندگان وام در ایجاد جریان‌های نقدی مرتبط می‌شود. اما نکته اینجاست که عملکرد دارایی پایه و عملکرد اوراق بهادار تولید و منتشرشده با پشتوانهٔ آنها را میزان تلاش بانی هنگام اعطای وام‌ها تعیین می‌کند. روشن است که تلاش برای اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی[2] در فرایند اعطای وام، هزینه‌بر است. برعکس می‌تواند هیچ‌گونه اطلاعاتی جمع‌آوری نشود و به هر متقاضی رهنی، وام اعطا شود. دومین رویکرد به رهن‌های پذیره‌نویسی‌شده با ریسک‌های نکول بالاتر، به ضرر طرف دیگر (سرمایه‌گذار) منجر خواهد شد؛ چون ریسک‌ها به سرمایه‌گذاران برمی‌گردند، نه به وام‌دهندگان. از سوی دیگر، بدتر آنکه برای سرمایه‌گذار در طرف مقابل بازار، مشاهدهٔ کامل میزان تلاش بانی در عمل امکان‌پذیر نیست یا در صورت امکان، بسیار پرهزینه است. همهٔ این‌ها موجب می‌شوند که انگیزهٔ کمتری برای ارزیابی دقیق کیفیت اعتباری قرض‌گیرندگان وجود داشته باشد و از استانداردهای پذیره‌نویسی کاسته شود.

آنچه در فرایند اوراق بهادارسازی اهمیت دارد، میزان توانایی دارایی‌ها در ایجاد جریان نقدی است، اما مشکلات اطلاعاتی بین بازیگران که در ذات این فرایند قرار دارد، می‌تواند منافع سرمایه‌گذاران را به‌شدت متأثر کند. از این رو، کنترل شفافیت جریان اطلاعات دربارهٔ اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی توسط سرمایه‌گذاران، به بررسی و تحلیل بیشتری نیاز دارد.

بر این اساس، در ادامه، ابتدا مطالعات نظری انجام‌گرفته در این چارچوب معرفی می‌شود. سپس در قالب رابطهٔ تئوریکی کارفرما ـ کارگزار، برنامهٔ جبران بهینه استخراج می‌شود که اطلاعاتی دربارهٔ استنباط ابعاد مختلف تلاش انجام‌گرفتهٔ بانی، هنگام اعطای وام را دربرمی‌گیرد. طرف ناآگاه می‌تواند از چنین جوابی در معاملات اوراق بهادارسازی برای کاهش عدم تقارن اطلاعات میان طرفین استفاده کند. شایان توجه اینکه چارچوب کار این مقاله، چارچوب تئوریکی

1. Mortgage Backed Securities
2. Mortgage Underwriting

است، نه تجربی و می‌تواند برای آشنایی خوانندگان به‌منظور کاربردی کردن تئوری‌های استنباط و روش‌های ریاضی بهینه‌سازی در ادبیات اقتصادی مفید واقع شود.

پیشینهٔ پژوهش

ادبیات رو به رشدی به بررسی مسبب‌های بحران رهن اخیر پرداخته‌اند. مایر و همکارانش (۲۰۰۹) با بررسی اسناد و حقایق بحران رهن درجهٔ دوم، نتیجه گرفتند ترکیبی از کاهش استانداردهای پذیره‌نویسی و نزول قیمت خانه، به افزایش شدید نکول‌ها طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ منجر شده است. گورتون و پناکای (۱۹۹۵)، پناکای (۱۹۸۸) و سوفی (۲۰۰۷) سازوکارهای نهادیِ کاهش مسئلهٔ مخاطرهٔ اخلاقی را نظارت و غربال‌گری ـ که در شرایط فروش وام مطرح می‌شود ـ در نظر گرفتند. آنها بر استفاده از پورتفولیوی وام‌ها به‌مثابهٔ ابزاری برای جهت‌دهی به انگیزه تمرکز کردند. دراکر و پیوری (۲۰۰۹) استفاده از قرارداد رسمی را برای پرداختن به مسئلهٔ انگیزهٔ فروش وام‌ها سندیت دادند. ریدایق (۱۹۹۷) نشان داد منتشرکنندهٔ مطلع می‌تواند عایدی‌اش از اوراق بهادارسازی را از طریق ایجاد اوراق بهادار چندگانه بر اساس سطوح متفاوت ریسک ناشی از اطلاعات خصوصی، افزایش دهد.

دی‌مارزو (۲۰۰۵) ساختار ادغام و طبقه‌بندی اوراق بهادار با پشتوانهٔ دارایی را بررسی کرد. در این مدل، منتشرکنندهٔ اوراق بهادار با پشتوانهٔ دارایی (ABS) می‌تواند اطلاعات خصوصی‌اش را دربارهٔ دارایی ادغام‌شده از طریق نگه‌داری بخشی از اوراق بهاداری که به این اطلاعات حساسیت زیادی دارد، آشکار کند. هارتمن، پیسکورسکی و چیستی‌ای (۲۰۱۱) طراحی بهینهٔ اوراق بهادار با پشتوانهٔ وام‌های رهنی (MBS) را در چارچوبی پویا با در نظر گرفتن اثر بهبودبخش اطلاعات و کاربرد رویکرد استنباط آماری از سطح تلاش، بررسی کردند. دی‌مارزو و سانیکوی (۲۰۰۶) و دی‌مارزو و فیشمن (۲۰۰۷) مسئلهٔ اوراق بهادارسازی در چارچوب مخاطرهٔ اخلاقی را برای مشکل تضاد عاملیت که در طی زمان تکرار می‌شود، مطرح کردند. پارلر و پلنتن (۲۰۰۸) نشان دادند چگونه فروش وام‌ها می‌تواند انگیزهٔ وام‌دهنده را برای نظارت‌کردن کاهش دهد. باند و گوماز (۲۰۰۹) به بررسی مسئلهٔ کارفرما ـ کارگزار چندوظیفه‌ای پرداختند که در آن کارگزار باید چندین پروژه را برای کارفرما ارزیابی کند.

پویانفر و صفابخش (۲۰۱۱) به بررسی مسئلهٔ بیشینه‌سازی سود ناشر به ازای سررسیدها، تعداد و حجم دسته‌های متفاوت تعهدهای وامی وثیقه‌ای[1] پرداختند. آنها از روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای بهینه‌سازی سررسیدها به‌منظور کاهش هزینهٔ انتشار بهره بردند.

---

1. Collateralized Mortgage Obligations

روش‌شناسی پژوهش

مسئلهٔ کارفرما ـ کارگزار

برای سرمایه‌گذاران یا به بیان گسترده‌تر تنها تحمل‌کنندگان نهایی ریسک‌ها، به‌ویژه ریسک اعتباری، موضوع کارفرما ـ کارگزار عمدتاً از استناد به بانی برای ایجاد وام (وام خوب) ناشی می‌شود. بنابراین فرایند اوراق بهادارسازی، رابطهٔ میان عایدی سرمایه‌گذار و عملکرد وام‌دهنده را تقویت می‌کند. در واقع، وجود شکاف اطلاعاتی میان سرمایه‌گذار و وام‌دهنده، دلیل اصلی تمایل به طراحی قرارداد دوجانبه[1] (طراحی اوراق بهادارسازی) به شکل رابطهٔ کارفرما ـ کارگزار به‌شمار می‌رود. در این چارچوب، سرمایه‌گذار همان کارفرمای ناآگاه[2] و وام‌دهنده یا بانی همان کارگزار آگاه[3] است (هریس و راویو، ۱۹۷۸). منافع سرمایه‌گذار، به چگونگی اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی هنگام اعطای وام بستگی دارد. بانی در معرض ریسک عملکرد وام‌های رهنی که ایجاد کرده است، قرار نمی‌گیرد. بنابراین اهداف مشترکی با سرمایه‌گذار یا به بیانی دیگر، بیشینه‌سازی منافع حاصل از سرمایه‌گذاری در MBS، ندارد و مسئلهٔ عاملیت[4] به‌وجود می‌آید (برنارد، ۱۹۳۸ و مارچ و سیمون، ۱۹۵۸). در واقع مهم‌ترین چیزی که هم‌ترازکردن‌ها را هزینه‌بر می‌کند، اطلاعات نامتقارن است. از این رو، کاهش ریسک اعتباری به هم‌ترازی انگیزه‌های بانی و سرمایه‌گذار، نیاز دارد (دافی و راهی، ۱۹۹۴).

هدف اصلی این مقاله بررسی مسئلهٔ طراحی بهینهٔ قراردادها در چارچوب اوراق بهادارسازی با در نظرگرفتن مشکل اطلاعاتی مخاطرهٔ اخلاقی است. این دسته مسائل در ادبیات تأمین مالی ساختاریافته[5] اهمیت بسیاری دارند؛ زیرا عمده‌ترین دلیل برای طراحی بهینهٔ اوراق بهادارسازی، کنترل مسئلهٔ انگیزه[6] است. در تئوری عاملیت، تضاد در اهداف[7] از طریق هم‌ترازی انگیزه‌ها در برنامهٔ جبران[8]، حل می‌شود.

برنامهٔ جبران

در مدل‌های اقتصادی، افراد از کارکردن بیزارند، از این رو برای وادارکردن افراد به تلاش کارفرما باید برای آنها انگیزه‌های بیرونی ایجاد کند. سیستم‌های انگیزه‌ای مدل کارفرما ـ کارگزار برای

---

1. Bilateral Contract
2. Uninformed
3. Informed
4. Agency Problem
5. Financial Structured
6. Incentive Problems
7. Conflict of Interest
8. Compensation Scheme

تخصیص بهینهٔ ریسک‌ها و جبران بهینهٔ کار مولد می‌شوند (لافونت و مارتیمورت، ۲۰۰۲). مدل جبران بر درجهٔ مخاطرهٔ اخلاقی تأثیرگذار است؛ به این صورت که کارفرما به عملکرد خوب پاداش می‌دهد و عملکرد بد را جریمه می‌کند. چنانچه دیدن رفتارها امکان‌پذیر نباشد، حل مشکل عاملیت به بررسی چگونگی طراحی بهینهٔ برنامهٔ جبران برای کارگزار نیاز دارد. در ادامه، مدل در نظر گرفته‌شدهٔ این مقاله، معرفی می‌شود.

مفروضات مدل

مسئله‌ای که در اینجا مطرح می‌شود، تعیین چگونگی تقسیم بهینهٔ عایدی میان کارفرما و کارگزار، یعنی تعیین جواب مسئلهٔ عاملیت یا همان طراحی برنامهٔ جبران است.

در مدل این مقاله، تابع مطلوبیت کارفرما ($G(w)$)، تنها در دامنهٔ ثروت تعریف شده است و تابع مطلوبیت کارگزار ($H(w,e)$)، در دامنهٔ ثروت و اقدام قرار دارد. سطح تلاش (e) در تابع مطلوبیت کارگزار، بیزاری وی از سخت کارکردن را در نظر می‌گیرد. تابع مطلوبیت کارگزار را به‌صورت تابع مطلوبیت ون نیومن ـ مورگن استرن[1] و به‌طور حاصل‌جمعی تفکیک‌پذیر[2]، فرض می‌کنیم که به شکل مطلوبیت خالص ($H(w,e) = U(w) - V(e)$) است (کینی، ۱۹۷۳).

فرض می‌شود اجرای تلاش برای کارگزار، به اندازهٔ $V(e)$ نامطلوب است و $V'(e) > 0$ درست همان چیزی است که موجب تفاوت اهداف میان کارفرما و کارگزار می‌شود.

فرض می‌شود کارفرما ریسک خنثی ($G''(w) = 0$) و کارگزار ریسک گریز ($V''(e) < 0$) است. کاربردی از مسئلهٔ کارفرما ـ کارگزار که در این مقاله در نظر گرفته شده است به طراحی بهینهٔ اوراق بهادارسازی وام‌های رهنی (MBS) اختصاص دارد. برای سرمایه‌گذار و بانی تقسیم ریسک مطلوب است. بدیهی است که سرمایه‌گذار نمی‌تواند اقدام‌های بانی را مشاهده کند؛ اقدام‌هایی که برای او و رفاه مشترکشان تأثیرگذار است. شایان توجه اینکه مالک پیشامدها در چارچوب اوراق بهادارسازی سرمایه‌گذار است و پیشامدها همان نکول و عدم نکول پرداخت‌ها در ادغام وام‌ها است. به‌منظور حل مسئلهٔ عاملیت، سرمایه‌گذار باید به طراحی برنامهٔ جبران برای بانی بپردازد، اما چنانچه سرمایه‌گذار امکان مشاهدهٔ اقدام‌های بانی (e) را نداشته باشد، کارفرما می‌تواند جبران را بر مبنای پیشامدها قرار دهد؛ زیرا پیشامد متغیری است که سرمایه‌گذار می‌تواند آن را مشاهده و بررسی کند.

---

1. Von, Neumann Morgenstern Utility
2. Additively Separable

شاول (۱۹۷۹) اثبات کرد برنامهٔ جبران باید علاوه‌بر پیشامدهای مشاهده‌پذیر، به اطلاعات اضافی نیز بستگی داشته باشد. در واقع اصل فراهم‌کردن اطلاعات[1] می‌گوید، قرارداد انگیزه باید بر مبنای همهٔ متغیرهایی قرار داشته باشد که اطلاعاتی را دربارهٔ اقدام‌های کارگزار فراهم می‌کنند. هولمستروم (۱۹۷۹) در مقاله‌ای نشان می‌دهد هر نوع اطلاعات اضافی دربارهٔ اقدام کارگزار، حتی ناکامل، می‌تواند برای بهبود رفاه هر دو طرف کارفرما و کارگزار استفاده شود. چنین نتایجی کاربرد گستردهٔ اطلاعات در طراحی قراردادها را توضیح می‌دهند.

همان‌طور که می‌دانیم هنگامی که معامله‌های اوراق بهادارسازی بسته می‌شود[2]، وجوهی به‌صورت یک‌جا از طرف خریداران به سمت بانی انتقال می‌یابد، اما سرمایه‌گذار می‌تواند پرداخت به کارگزار را برای چند دوره به عقب بیندازد و با استفاده از اطلاعاتی که طی این دوره دربارهٔ عملکرد اعتباری وام‌ها جمع‌آوری کرده است، به استنباط میزان تلاش به‌کارگرفته‌شدهٔ بانی در اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی بپردازد؛ یعنی سرمایه‌گذار در یک طرف رابطهٔ کارفرما ـ کارگزار، برای کاهش وسعت مشکل انگیزهٔ مخاطرهٔ اخلاقی در طراحی برنامهٔ جبران، از این اطلاعات اضافی نیز می‌تواند بهره‌مند شود.

شایان توجه اینکه در دنیای واقعی، بانی (بانک) برای اعطای وام به متقاضیان، مسئول اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی و تعیین کیفیت اعتباری متقاضیان است که خود مؤلفه‌های گوناگونی را دربرمی‌گیرد. بدین منظور مدل منتخب این مقاله مدل چنداقدامی[3] است. مجموعهٔ E را مجموعهٔ اقدام‌های ممکن برای کارگزار و بردار K بعدی تلاش e، $(e = (e_1, \dots, e_K))$ را به‌صورت $e \in E = \{(e_1, e_2, \dots, e_K)\}$ در نظر می‌گیریم. هر بعد تلاش $(e_k, \forall k)$ باینری است و دو مقدار ممکن می‌گیرد که ما آنها را به سطح تلاش صفر و یک نرمال کرده‌ایم $(e_k \in \{0,1\}, \forall k)$. بنابراین هر بردار تلاش نشان می‌دهد کدام‌یک از ابعاد تلاش را کارگزار انجام‌داده و از کدام ابعاد تلاش شانه خالی کرده است.

همان‌طور که در مقدمه توضیح داده شد، اعتقاد بر این است که اوراق بهادارسازی به مخاطرهٔ اخلاقی در اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی رهن منجر می‌شود. به‌منظور کاهش ریسک اعتباری در این نوع از سرمایه‌گذاری‌ها، این مقاله طراحی و ساختاربندی رابطهٔ کارفرما ـ کارگزار را در فرایند اوراق بهادارسازی به‌منظور هم‌ترازی اهداف بررسی می‌کند. به‌طور کلی، تئوری قراردادها به‌صورت مسئلهٔ بهینه‌سازی مقید تجزیه‌وتحلیل می‌شود. توجه شود اگر کارگزار قرارداد پیشنهادی

---

1. Informativeness Principle
2. Closed
3. Multi-Action Models

کارفرما را بپذیرد، بردار تلاش $(e = (e_1, \dots, e_K): e_k \in \{0,1\}, \forall k)$ را با هزینهٔ شخصی هر بعد تلاش به اندازه $C \cdot e_k$ انتخاب می‌کند.

ساختار اطلاعات در چنین چارچوبی، همان موقعیت اعتباری وام‌ها (X) است که برای سرمایه‌گذار طی زمان مشخص می‌شود. پیشامد (X) همواره برای سرمایه‌گذار حاوی اطلاعات کامل از عملکرد بانی نیست. بنابراین نسبت به جواب مرتبهٔ اول، زیان رفاهی خواهیم داشت؛ به این معنا که معیارهای عملکرد اضافی مشاهده‌پذیر علاوه‌بر پیشامدها، می‌توانند مطلوبیت‌های انتظاری کارفرما و کارگزار را بهبود بخشند؛ در صورتی که بتوانند برای افزایش انگیزه‌ها یا بهبود تقسیم ریسک قرارداد استفاده شوند. بنابراین، چنانچه نشانگری[1] از تلاش (Y) همبسته با مشاهدات وجود داشته باشد که مشاهدهٔ تحقق آن برای کارفرما امکان‌پذیر باشد، کارفرما باید جبران کارگزار را بر مبنای این علامت (Y) نیز قرار دهد.

قاعدهٔ تقسیم بهینهٔ ریسک

در چنین چارچوبی با داشتن اطلاعات اضافی (Y) از ابعاد مختلف تلاش انتخابی، قرارداد بهینه برای اجرای سطح تلاش بهینه $(e = (e_1, \dots, e_K) \in E)$ چیست؟ این سؤال را می‌توان در قالب مسئلهٔ زیر جواب داد.

$f(X, Y|e)$ را چگالی احتمال مشترک پیشامد X و علامت Y را برای بردار تلاش مفروض e قرار می‌دهیم. چنانچه کارفرما X و Y را بداند (X را مشاهده کرده است و بر اساس مشاهده‌های خود Y را استنباط می‌کند)، اکنون مسئلهٔ سرمایه‌گذار به‌صورت انتخاب پرداخت $s(X, Y)$ و بردار تلاش e برای کارگزار به‌صورت زیر بیان می‌شود.

رابطهٔ ۱)
$$\underset{s(X,Y),\, e}{\text{Minimize}} \iint (s(X, Y))f(X, Y|e)dXdY$$

رابطهٔ ۲)
$$\text{Subject to} \iint U(s(X, Y))f(X, Y|e)dXdY - \sum_{k=1}^{K} C.\, e_k \geq \underline{H}$$

رابطهٔ ۳)
$$e_k \in \underset{\tilde{e}_k \in E}{\text{argmax}} \iint U(s(X, Y))f(X, Y|\tilde{e}_k, e_{-k})dXdY - C.\, e_k, \forall k = 1, \dots, K$$

1. Indicator

هنگام انتخاب تابع جبران، کارفرما باید مطمئن شود پیشنهاد سطح قابل قبولی از مطلوبیت انتظاری به کارگزار، به اندازهٔ کافی جذاب است. در این صورت، قید عقلانیت فردی (IR)[1] بر انتخاب کارفرما از $s(X)$، آن است که مطلوبیت انتظاری بیشینه‌شدهٔ کارگزار نباید کمتر از سطح اختصاصی مطلوبیت[2] $\underline{H}$ باشد. بر اساس قید سازگاری انگیزه (IC)[3]، کارفرما قراردادی را طراحی می‌کند که کارگزار را وادار می‌شود علاوه‌بر در نظر گرفتن نفع شخصی، اقدام‌هایی را اتخاذ کند که مطلوب کارفرما است. در واقع، کارفرما از طریق برنامهٔ جبران می‌تواند انگیزه‌ها را نیز کنترل کند (مس‌کالل، وین‌استون، و گرین، ۱۹۹۵).

گراسمن و هارت (۱۹۸۳) مسئلهٔ کارفرما را به‌گونه‌ای دیگر در نظر گرفتند و به محاسبهٔ جداگانهٔ هزینه‌ها و منافع اقدام‌های گوناگون کارفرما پرداختند؛ به این صورت که برای هر اقدام برنامهٔ انگیزهٔ جداگانه به‌گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که هزینهٔ (انتظاری) وادارکردن کارگزار به انتخاب آن اقدام را کمینه کند. با این فرض، مسئلهٔ کمینه‌سازی هزینه، مسئلهٔ برنامه‌ریزی محدب می‌شود. شرایط مرتبهٔ اول موضعی[4] برای کارگزار در هر بعد تلاش e_k از رابطهٔ ۴ به‌دست می‌آید.

$$\iint U(s(X,Y))f_{e_k}(X,Y|e)dXdY - C = 0 \quad \forall k = 1,\dots,K \qquad \text{رابطهٔ ۴)}$$

قرارداد بهینه با مشتق‌گیری از مسئلهٔ کارفرما نسبت به $s(X,Y)$ و برای هر مقدار از (X,Y) به‌دست می‌آید. شرط مرتبهٔ اول برای قرارداد بهینه $s(X,Y)$ به‌صورت رابطه‌های ۵ و ۶ است.

$$-f(X,Y|e) + \lambda U'(s(X,Y))f(X,Y|e) + \sum_{k=1}^{K}\left(\mu_k f_{e_k}(X,Y|e)U'\big(s(X,Y)\big)\right) = 0 \qquad \text{رابطهٔ ۵)}$$

$$-f(X,Y|e) + \lambda U'(s(X,Y))f(X,Y|e) + \sum_{k=1}^{K}\left(\mu_k f_{e_k}(X,Y|e)U'\big(s(X,Y)\big)\right) = 0 \qquad \text{رابطهٔ ۶)}$$

با ساده‌سازی رابطهٔ ۷ را خواهیم داشت

1. Individual Rationality
2. Reservation Level
3. Incentive Compatibility
4. Local First Order Condition

$$\frac{1}{U'(s(X,Y))} = \lambda + \frac{\sum_{k=1}^{K} \mu_k f_{e_k}(X,Y|e)}{f(X,Y|e)}$$ رابطهٔ ۷)

در اینجا می‌توان از شرایط کان ـ تاکر برای توصیف و مشخص‌کردنجواب بهینه استفاده کرد. در چنین حالتی اگر $s(X,Y)$ در قیود (PC) و $(IC_k, \forall k)$ صدق کند، می‌گوییم اقدام‌های $e_k, \forall k = ۱, \dots K$، با قرارداد (s, e) اجرا[1] خواهند شد (هارت و هولمستروم، ۱۹۸۷).

استنباط بیزین ناپارامتریک

به‌منظور کاهش مسئلهٔ مخاطرهٔ اخلاقی و در نتیجه کاهش ریسک اعتباری، سرمایه‌گذار باید به‌دنبال بهبودی انگیزه‌های کارگزار به سمت انگیزه‌های خود باشد. این عمل از طریق کاهش شکاف اطلاعاتی بین آنها امکان‌پذیر است که آن نیز از طریق علامت‌های تأییدشدهٔ عملکرد بانی ممکن می‌شود. اما جمع‌آوری اطلاعات به روش نظارت در عمل بسیار پرهزینه است. در مقابل، سرمایه‌گذار می‌تواند به استنباط ابعاد مختلف تلاش در قالب بردارهای علامت اطلاعاتی (Y) بپردازد. در این مقاله بر اساس دیدگاه بیزین، تلاش e (متغیری که مشاهده نمی‌شود) متغیر نهفته در نظر گرفته می‌شود و آن را با استفاده از بردار مشاهدات X استنباط می‌کنیم. این بخش از روش کار مقاله، در چارچوب تئوری یادگیری ماشین قرار دارد. مطابق تئوری یادگیری ماشین، در چارچوب اوراق بهادارسازی وام‌های رهنی (MBS)، هدف یافتن مجموعه‌ای از تلاش‌های پنهانی (همان متغیرهای نهفته) صورت‌گرفته است که وام‌دهنده باید در قالب اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی گوناگون هنگام اعطای وام نسبت به قرض گیرندگان انجام دهد.

در این مقاله، رویکرد بیزین ناپارامتریک[2] برای استنباط متغیرهای نهفته انتخاب شده است؛ زیرا در این رویکرد تعداد مشخصه‌های نهفته که کمیتی تصادفی است و باید به‌منزلهٔ بخشی از استنباط پسین[3] تعیین شود، به‌کار گرفته می‌شود. در ادامه با استفاده از مدل مشخصهٔ نهفته نامتناهی ناپارامتریک، به‌دنبال این هستیم که متغیرهای مشاهده‌شدهٔ پیشامدهای X را بر حسب مشخصه‌های نهفته که همان ابعاد مختلف تلاش انتخاب‌شدهٔ بانی هنگام اعطای وام است (e_k) توضیح دهیم.

---

1. Implement
2. Nonparametric Bayesian Method
3. Posterior

مدل‌های مشخصهٔ نهفته[1]

فرض کنید N شیء داریم که در قالب ماتریس $N \times D$ با نام X نشان داده می‌شود. در یک مدل مشخصهٔ نهفته، هر شیء توسط برداری از مقادیر مشخصهٔ نهفتهٔ f_n بیان می‌شود (ستون‌های ماتریس X). با استفاده از ماتریس $F = [f_1^T f_2^T \dots f_N^T]^T$ مقادیر مشخصهٔ نهفتهٔ پنهانی برای تمام N شیء مشخص می‌شود. در این صورت مدل توسط پیشینی[2] در مشخصه‌ها $(p(F))$ و توزیعی در ماتریس‌های ویژگی مشاهده‌شده مشروط بر این مشخصه‌ها $(p(X|F))$، تصریح می‌شود.

می‌توان ماتریس F را به دو مؤلفه تفکیک کرد: مؤلفهٔ اول ماتریس باینری Z که تعیین می‌کند هر شیء کدام مشخصه را دارد؛ به این صورت که اگر شیء n مشخصهٔ k را داشته باشد $z_{nk} = ۱$ است و در غیر این صورت $z_{nk} = ۰$. در چارچوب اوراق بهادارسازی، اشیا می‌توانند مشاهده‌های عملکرد اعتباری ادغام‌های مختلف از وام‌ها باشند و مشخصه‌ها می‌توانند ابعاد گوناگون استانداردهای پذیره‌نویسی که بر وضعیت اعتباری ادغام وام‌ها در اوراق بهادارMBS تأثیر می‌گذارند، در نظر گرفته شوند. ماتریس دوم V ارزش هر مشخصه را برای هر شیء مشخص می‌کند. شایان توجه اینکه بعد مؤثر در مدل مشخصهٔ نهفته توسط Z تعیین می‌شود. با فرض اینکه Z تنک[3] است، می‌توان پیشینی برای مدل‌های مشخصهٔ نهفتهٔ نامتناهی از طریق تعریف توزیعی در ماتریس‌های باینری نامتناهی تعریف کرد.

معمول‌ترین پیشین ناپارامتریک برای مدل‌های مشخصهٔ نهفته، فرایند بوفهٔ هندی (IBP)[4] است. فرایند بوفهٔ هندی، فرایندی تصادفی با توزیعی ناپارامتریک پیشین در ماتریس‌های باینری نامتناهی Z است. به هر حال، برای تعداد متناهی از مشاهدات N، این توزیع تضمین می‌کند تعداد مشخصه‌ها (K) متناهی است (گریفیث و قهرمانی، ۲۰۰۶).

در این مقاله با توجه به آنچه توضیح داده شد، فرض می‌کنیم کارفرما فرد تصمیم‌گیرندهٔ بیزین است که با ورود اطلاعات جدید و مشاهدهٔ آنها، به استنباط بیزین دربارهٔ ابعاد مختلف تلاش کارفرما می‌پردازد و بر اساس استنباطش، اقدام به طراحی و پرداخت جبران به کارگزار می‌کند. بدین منظور، در این مقاله کارفرما طی ۱۲ ماه اطلاعاتی دربارهٔ وضعیت نکول ادغام وام‌های اوراق بهادارسازی‌شده جمع‌آوری کرده است. حال بر اساس این اطلاعات و در قالب رویکرد بیزین ناپارامتریک، به استنباط ابعاد مختلف تلاشی (متغیرهای نهفته) که بانی برای اعطای وام‌ها به قرض‌گیرندگان انجام‌داده و از دید سرمایه‌گذار پنهان است، پرداخته می‌شود.

---

1. Latent Feature Models
2. Prior Probability
3. Sparse
4. Indian Buffet Process

یافته‌های پژوهش

مدل‌سازی داده‌ها

برای مشخص‌شدن اینکه چگونه IBP می‌تواند به‌مثابهٔ پیشین در مدل‌های یادگیری غیرنظارتی استفاده شود، مدلی از مشخصهٔ نهفتهٔ پوآسون ـ گاما[1] استخراج می‌کنیم که در آن ماتریس مشخصه، همان ماتریس باینری Z است. برای ماتریس مشاهده‌های مفروض X، به‌دنبال یافتن توزیع پسین از Z و A هستیم. از قاعدهٔ بیز رابطهٔ ۸ را داریم.

$$p(Z, A|X) \propto p(X|Z, A)p(Z)p(A) \qquad \text{رابطهٔ ۸)}$$

در این مقاله ماتریس مشاهده‌های X، مشاهده‌های نکول و عدم نکول ادغام وام‌ها در MBSها است. چون داده‌های شمارشی[2] از توزیع پوآسون برخوردارند، مدل راستنمایی پوآسون در نظر گرفته می‌شود. در این وضعیت نمی‌توانیم پیشینی بر Z قرار دهیم؛ چون K یا تعداد مشخصه‌های نهفته را نمی‌دانیم و تمایل داریم پیشینی برای آن در نظر بگیریم که اجازه دهد K در زمان استنباط تعیین شود. فرایند بوفهٔ هندی یکی از گزینه‌های پیش‌رو برای حل این مشکل است.

فرایند بوفهٔ هندی

فرایند IBP، پیشین زیر را بر کلاس‌های هم‌ارزی Z و [Z]، قرار می‌دهد (گریفیث و قهرمانی، ۲۰۰۶). [Z] فرم استانداردی از ماتریس باینری Z است که نسبت به رتبه‌بندی مشخصه‌ها (ستون‌ها) بی‌تغییر باقی می‌ماند (همان مفهوم تعویض‌پذیری[3]).

$$P([Z]|\alpha) = \frac{\alpha^K}{\prod_{h\in\{0,1\}^N\setminus 0} K_h!} \exp\{-\alpha H_N\} \prod_{k=1}^{K} \frac{(N-m_k)!\,(m_k-1)!}{N!} \qquad \text{رابطهٔ ۹)}$$

در رابطهٔ ۹، P([Z])، توزیع روی کلاس هم‌ارزی Z مشروط بر α است؛ K تعداد ستون‌های غیرصفر در Z که برای آنها $m_k > 0$ است؛ m_k تعداد یک‌ها در ستون k از ماتریسZ است،؛ K_h تعداد ستون‌ها در Z با نمایش باینری h (تعداد ستون‌هایی که آرایه‌هایشان متناظر با عدد باینری h است)؛ H_N عدد هارمونی به صورت $H_N = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{i}$ و α (درصد مخاطره)[4] تعداد

1. Poisson-Gamma Latent Feature Models
2. Count Data
3. Exchangeability
4. Moral Rate

مشخصه‌های بیان‌شده برای هر مشاهده را کنترل می‌کند (گریفیث و قهرمانی، ۲۰۰۶). در این مقاله، نمایشی جدید با نام چسباندن ـ شکست‌ها[1] برای IBP معرفی می‌شود.

ساختار چسباندن ـ شکست‌ها

ساختار چسباندن شکست، نمایش آلترناتیو برایIBP است که رتبه‌بندی خاصی بر مشخصه‌ها قرار می‌دهد (ته، گرور و قهرمانی، ۲۰۰۷). برای تولید ماتریس Z با استفاده از ساختار چسباندن ـ شکست‌ها، با اختصاص پارامتر $\pi_k \in (0,1)$ به هر ستون از Z (احتمال اینکه مشخصهٔ k در یک شیئی وجود دارد) شروع می‌کنیم. پیشین $\text{Beta}\left(\alpha/K,1\right)$ را برای هر π_k قرار می‌دهیم که در آن α همان پارامتر تمرکز IBP است. با مفروض بودن π_k، هر z_{nk} در ستون k به‌منزلهٔ متغیر تصادفی برنولی $\text{Bernoulli}(\pi_k)$ نمونه‌گیری می‌شود.

نخست دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی مستقل $v_1, v_2, \ldots$ ترسیم می‌شود که هریک توزیع بتا $\left(\text{Beta}(\alpha, 1)\right)$ دارند و برای هر بعد k قرار داده می‌شود ($\pi_k = v_k\pi_{k-1} = \prod_{i=1}^{k} v_i$). مقادیر بزرگ‌تر α به‌معنای آن است که انتظار می‌رود مشخصه‌های بیشتری در داده‌ها مشاهده شود.

فرض بر آن است IBP با استفاده از مدل احتمال بتا ـ برنولی متناهی (p_K)، به خوبی تقریب‌زده می‌شود که به طور کامل در زیر معرفی شده است (گریفیث و قهرمانی، ۲۰۰۶).

رابطهٔ ۱۰) $\pi_k \sim \text{Beta}(\alpha/K, 1)$ Independently $\forall k \in \{1 \ldots K\}$

رابطهٔ ۱۱) $z_{nk} \sim \text{Bernoulli}(\pi_k)$ Independently $\forall k \in \{1 \ldots K\}, \forall n \in \{1 \ldots N\}$

رابطهٔ ۱۲) $A_{k0} \sim \text{Gamma}(\alpha, 1/\alpha)$ Independently $\forall k \in \{1 \ldots K\}$

رابطهٔ ۱۳) $X_{n0} \sim \text{Poisson}(Z_i A)$ Independently $\forall n \in \{1 \ldots N\}$

که در این رابطه‌ها K سطح برش[2] و متناهی است.

---

1. Stick-Breaking Construction
2. Truncation Level

گرفیث و قهرمانی (۲۰۰۶) نشان دادند با میل کردن K به سمت بی‌نهایت، این تقریب متناهی با توزیعی برای IBP همگرا می‌شود. با تقریب متناهی، احتمال مشترک داده‌های X و متغیرهای نهفته $W = \{\pi, Z, A\}$ با رابطهٔ ۱۴ برابر است.

رابطهٔ ۱۴)

$$p_K(W, X|\theta) = \prod_{k=1}^{K}\left(p(\pi_k|\alpha)p(A_{k0}|\alpha, 1/\alpha)\prod_{n=1}^{N}p(z_{nk}|\pi_k)\right)\prod_{n=1}^{N}p(X_{n0}|Z_{i0}A)$$

مجموعهٔ پارامترها با $\theta = \{\alpha, 1/\alpha\}$ نشان داده می‌شود.

در این بخش باید توجه شود بردار K بعدی متغیرهای نهفتهٔ $Z_{n.}$، همان مفهوم بردار K بعدی e در مسئلهٔ بهینه‌سازی کارفرما است که توزیع احتمال پیشامدها را تعیین می‌کرد. پارامتری که بردار متغیرهای نهفتهٔ $Z_{n.}$ و در نتیجه بردار مشاهده‌های $X_{n.}$ را تعیین می‌کند، همان پارامترهای تابع توزیع احتمال پیشین برای متغیرهای تصادفی $z_{nk}, \forall k$، یعنی π_k است که بر هر بعد از تلاش (متغیر نهفته) z_{nk} تأثیر می‌گذارد. بدین ترتیب با استفاده از احتمال پسین مشترک از داده‌ها و متغیرهای نهفته، می‌توان کار را ادامه داد. از آنجاکه در این مقاله مشاهده‌های کارفرما تنها سابقهٔ نکول برای یک ادغام از وام‌ها است، ماتریس Z ماتریسی K × ۱ (بردار K بعدی) و ماتریس مشاهده‌های X ماتریس ۱۲ × ۱ (بردار ۱۲ بعدی) خواهد بود بنابراین رابطهٔ ۱۵ به‌دست می‌آید.

$$f(X, Y|e) = p_K(W, X) = \prod_{k=1}^{K}[p(\pi_k|\alpha)p(A_{k0})p(z_{1k}|\pi_k)]\, p(X_{10}|Z_{10}A) \qquad \text{رابطهٔ ۱۵)}$$

در مدل پوآسون ـ گاما متناهی با مشخصه‌های نهفتهٔ باینری، هر بردار مشاهدهٔ $X_{n.}$ توسط یک بردار ۱۲ بعدی از وضعیت نکول وام‌ها طی زمان بیان می‌شود. بنابراین توزیع احتمال شرطی بردار $X_{1.}$ به‌صورت زیر است.

$$p(X_{10}|Z_{10}, A) = \prod_{d=1}^{D}p(x_{1d}|Z_{10}, A_{0d}) = \prod_{d=1}^{D}\left(e^{-z_{10}A_{0d}}\frac{1}{x_{1d}!}(Z_{10}A_{0d})^{x_{10}}\right) \qquad \text{رابطهٔ ۱۶)}$$

$$= \prod_{d=1}^{D}e^{-(\sum_k z_{1k}a_{kd})}\frac{1}{x_{1d}!}\left(\sum_k z_{1k}a_{kd}\right)^{x_{1d}}$$

$$= e^{-(\Sigma_k \Sigma_d z_{1k} a_{kd})} \times \left(\prod_{d=1}^{D} \frac{1}{(x_{1d})!}\right) \times \left(\prod_{d=1}^{D} \left(\sum_k z_{1k} a_{kd}\right)^{x_{1d}}\right) \quad \text{رابطهٔ ۱۷)}$$

در نتیجه رابطهٔ ۱۸ به‌دست می‌آید.

$$f(X, Y|e) = \prod_{k=1}^{K} [p(\pi_k|\alpha) p(A_{k0}) p(z_{1k}|\pi_k)] \times e^{-(\Sigma_k \Sigma_d z_{1k} a_{kd})} \times \left(\prod_{d=1}^{D} \frac{1}{(x_{1d})!}\right) \times \left(\prod_{d=1}^{D} \left(\sum_k z_{1k} a_{kd}\right)^{x_{1d}}\right) \quad \text{رابطهٔ ۱۸)}$$

به‌منظور جای‌گذاری در نسبت $\frac{f_{e_k}(X,Y|e)}{f(X,Y|e)}$ برای هر k، از رابطهٔ ۱۸ استفاده می‌شود. این نسبت را در رابطهٔ ۷ (حل مسئلهٔ کمینه‌سازی هزینه برای هر سطح مفروض از e)، جای‌گذاری می‌کنیم، بدین ترتیب رابطهٔ ۱۹ به‌دست می‌آید.

$$\frac{1}{U'(s(X,Y))} = \lambda + \frac{\sum_{k=1}^{K} \mu_k f_{e_k}(X, Y|e)}{f(X, Y|e)} \quad \text{رابطهٔ ۱۹)}$$

ملاحظه می‌شود که برنامهٔ جبران بهینهٔ دوم کارفرما $(s(X, Y))$، تابعی از مشاهده‌ها (x_{1d})، استنباط از ابعاد مختلف تلاش (z_{1k})، میزان تأثیرگذاری (وزن) هریک از این ابعاد (a_{k1})، بر عملکرد اعتباری ادغام وام‌ها و شکل آن به ترجیحات و ریسک‌گریزی کارگزار، بستگی دارد.

برای حالت کلی از تابع مطلوبیت $U(.)$، برنامهٔ بهینه به‌صورت رابطه‌های ۲۰ و ۲۱ حل می‌شود.

$$s(X, Y) = \Psi\left(\lambda + \frac{\sum_{k=1}^{K} \mu_k f_{e_k}(X, Y|e)}{f(X, Y|e)}\right) \quad \text{رابطهٔ ۲۰)}$$

$$\Psi = \left(\frac{1}{U'(.)}\right)^{-1} \quad \text{رابطهٔ ۲۱)}$$

همان‌گونه که انتظار نیز می‌رفت، انگیزه با گرایش افراد نسبت به ریسک کاهش‌یابنده است.

رابطهٔ ۱۹ همچنین دلالت بر این دارد که قرارداد بهینه، لزوماً فرم سادهٔ خطی ندارد. شکل بهینهٔ $s(X, Y)$ تابعی از محتوای اطلاعاتی مشاهده‌ها (X) و علامت (Y) است و احتمال نمی‌رود با تغییر (X, Y) در این مقاله، الگوی تغییراتی ساده‌ای داشته باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اوراق بهادارسازی رهن‌ها، یکی از مهم‌ترین نوآوری‌ها در بازارهای مالی است. فرایند اوراق بهادارسازی، روش مالی ادغام گستردهٔ وام‌های رهنی غیرنقدینه است که قابلیت تولید جریان نقدی دارد. در این فرایند، اوراق بهاداری با پشتوانهٔ ادغام وام‌ها تولید می‌شود و در نهایت اوراق بهادار ایجادشده برای انواع سرمایه‌گذاران در بازار رهن ثانویه، منتشر می‌شوند. در حال حاضر دیدگاه عموم بر آن است که اوراق بهادارسازی، در افزایش شدید نکول وام‌های رهنی سهمی دارند و بحران مالی اخیر را تسریع کرده‌اند (شین، ۲۰۰۹).

فرایند اوراق بهادارسازی موجب می‌شود بانی در معرض ریسک اعتباری وام‌هایی که ایجادکرده، قرار نگیرد؛ زیرا وام‌ها را به سرمایه‌گذار می‌فروشد. از سوی دیگر، سرمایه‌گذار به‌دنبال بیشینه‌سازی ارزش خالص خود از ادغام وام‌ها است. این در حالی است که بانی می‌خواهد ارزش خالص خود را از درآمد حاصل از ایجاد و فروش وام‌ها به حداکثر برساند. در این صورت بانی انگیزه‌ای برای غربال قرض‌گیرندگان ندارد و مشکل مخاطرهٔ اخلاقی را در اعمال استانداردهای پذیره‌نویسی هنگام اعطای وام، به‌وجود می‌آورد.

این مقاله، در قالب رابطهٔ کارفرما ـ کارگزار، این نوع مسئلهٔ عاملیت را بررسی کرد و برای حل مشکل مخاطرهٔ اخلاقی طراحی برنامهٔ جبران برای دادن انگیزه به بانی به‌منظور کاهش تضاد در اهداف، به تجزیه‌وتحلیل پرداخت. در چارچوبی که مشاهدهٔ اقدام‌های کارگزار برای سرمایه‌گذار ممکن نیست، سرمایه‌گذار می‌تواند جبران را بر مبنای پیشامدها، یعنی وضعیت نکول ادغام وام‌ها قرار دهد، اما هر نوع اطلاعات اضافی دربارهٔ اقدام کارگزار، می‌تواند برای بهبودبخشیدن به رفاه کارفرما و کارگزار استفاده شود. سرمایه‌گذار می‌تواند پرداختی به کارگزار را برای چند دوره به عقب بیندازد و با استفاده از اطلاعات بیشتری که طی این دوره دربارهٔ عملکرد اعتباری وام‌ها جمع‌آوری می‌کند، به استنباط میزان تلاش به‌کارگرفته‌شده بپردازد. از آنجاکه سیستم‌های اطلاعاتی کارفرما را دربارهٔ آن چیزی که کارگزار انجام می‌دهد مطلع می‌کنند، احتمال می‌رود که مانع فرصت‌طلبی کارگزار شوند. نتایج نشان می‌دهد جواب بهینهٔ دومی برای برنامهٔ جبران در مسئلهٔ سرمایه‌گذار وجود دارد که تابعی از مشاهده‌های وضعیت اعتباری وام‌ها، ابعاد مختلف تلاش (ابعاد مختلف استانداردهای پذیره‌نویسی) و میزان تأثیرگذاری هر یک از این ابعاد بر نکول و عدم نکول ادغام وام‌ها است و شکل آن به ترجیحات و وضعیت ریسک‌گریزی کارگزار بستگی دارد. همچنین، شکل برنامهٔ جبران نشان می‌دهد انگیزه با گرایش افراد به ریسک، کاهش‌یابنده است. در واقع قرارداد بهینه، لزوماً فرم سادهٔ خطی ندارد و به‌طور کلی شکل بهینهٔ برنامهٔ جبران، تابعی از محتوای اطلاعاتی مشاهده‌های X و علامت Y است. از آنجاکه در

جواب بهینه، قیدها بسته می‌شوند؛ می‌توان گفت چنین سیستم اطلاعاتی با کاهش عدم تقارن اطلاعات، از فرصت‌طلبی‌های بانی هنگام اعطای وام پیشگیری می‌کند و بانی به احتمال بیشتر در جهت نفع سرمایه‌گذار عمل می‌کند و وظایف تعیین‌شده در قرارداد را هنگام اعطای وام به متقاضیان انجام می‌دهد.

References

Barnard, C. I. (1938). *The Economy of Incentives*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bond, P. & Gomes, A. (2009). Multitask Principal-Agent Problems: Optimal Contracts, Fragility, and Effort Misallocation. *Journal of Economic Theory*, 144(1): 175-211.

DeMarzo, P. (2005). The Pooling and Tranching of Securities: a Model of Informed Intermediation. *Review of Financial Studies*, 18(1): 1-35.

DeMarzo, P. & Fishman, M. (2007). Optimal Long-Term Financial Contracting. *Review of Financial Studies*, 20 (6): 2079-2128.

DeMarzo, P. & Sannikov, Y. (2006). Optimal Security Design and Dynamic Capital Structure in a Continuous – Time Agency Model. *Journal of Finance*, 61 (6): 2681-2724.

Drucker, S. & Puri, M. (2009). On Loan Sales, Loan Contracting, and Lending Relationships. *Review of Financial Studies*, 22(7): 2835-2872.

Duffie, D. & Rahi, R. (1995). Financial Market Innovation and Security Design: an Introduction. *Journal of Economic Theory*, 65(1): 1-42.

Gorton, G. B. & Pennacchi, G.G. (1995). Banks and Loan Sales: Marketing Nonmarketable Assets. *Journal of Monetary Economics*, 35(3): 389-411.

Griffiths, T. L. & Ghahramani, Z. (2006). *Infinite Latent Features Models and the Indian Buffet Process*. In Advances in Neural Information Processing Systems 18 (NIPS 2005). Available in: http://mlg.eng.cam.ac.uk/zoubin/papers/ibp-nips05.pdf.

Grossman, S. J. & Hart, O.D. (1983). An Analysis of the Principal–Agent Problem. *Econometrica*, 51 (1):7–45.

Harris, M. & Raviv, A. (1978). Some Results on Incentives Contracts with Application to Education and Employment, Health Insurance, and Law Enforcement. *American Economic Review*, 68(1): 20-30.

Hart, D. O. & Holmstrom, B. (1987). *The Theory of Contracts*. In: Bewley, T. Ed. Advances in Economic Theory. Cambridge: Cambridge University Press.

Hartman-Glaser, B., Piskorski, T. & Tchistyi, A. (2011). Optimal Securitization with Moral Hazard. *Journal of Financial Economics*, 104(1): 186-202.

Holmstrom, B. (1979). Moral Hazard and Observability. The *Bell Journal of Economics*, 10(1): 74–91.

Keeney, R.L. (1973). Risk Independence and Multiattributed Utility Functions. *Econometrica*, 41(1): 27-34.

Laffont, J. J. & Martimort, D. (2002). *The Theory of Incentives*. Princeton: Princeton University Press.

March, J. G. & Simon, H.A. (1958). *Organization*. New York: John Wiley & Sons.

Mas-Colell, A., Whinston, M. & Green, J. (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford: Oxford University Press.

Mayer,C., Pence, K. & Sherlund, S.M. (2009). The Rise in Mortgage Defaults. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1): 27–50.

Parlour, C. A. & Plantin, G. (2008). Loan Sales and Relationship Banking. *The Journal of Finance*, 63 (3): 1291-1314.

Pennacchi, G. G. (1988). Loan Sales and the Cost of Bank Capital. *Journal of Finance*, 43(2): 375–396.

Pouyanfar, A. & Safabakhsh, S. (2011). Collateralized Mortgage Obligations Optimization. *Journal of Financial Research*, 12(30), 1-22. (*in Persian*)

Riddiough, T. J. (1997). Optimal Design and Governance of Asset-Backed Securities. *Journal of Financial Intermediation*, 6 (2): 121-152.

Shavell, S. (1979). Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship. *The Bell Journal of Economics*, 10(1): 53-73.

Shin, H. S. (2009). Securitization and Financial Stability. *The Economic Journal*, 119 (536): 309-332.

Sufi, A. (2007). Information Asymmetry and Financing Arrangements: Evidence from Syndicated Loans. *The Journal of Finance*, 62(2): 629–668.

The, Y. W., Gorur, D. & Ghahramani, Z. (2007). Stick Breaking Construction for the Indian Buffet Process, *Proceedings of the 11th Conference on Artificial Intelligence and Statistic* (AISTATS-07). Available in: http://mlg.eng.cam.ac.uk/zoubin/papers/TehGorGha07.pdf.