

## تحلیل نابهنجی سطح مقاوم‌سازی لرزه‌ای مبتنی بر تنزیل هایپربولیک: رهیافت اقتصاد رفتاری

مجید صامتی\*

شهرام معینی\*\*

### چکیده

از منظر نظریه‌های مرسوم نئوکلاسیک، مصرف‌کنندگان، بنگاه‌ها و تک‌تک عامل‌های اقتصادی حداکثرکننده و بهینه‌سازند. بنابراین بدون نیاز به دخالت هر عامل بیرونی، مطلوبیت، سود و در نتیجه کارآیی و رفاه اجتماعی را حداکثر می‌کنند، اما ادعا می‌شود که در صنعت مسکن ایران سطح مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، به‌ویژه سطح مقاومت لرزه‌ای، بهینه نیست که به آن معناست که عامل‌های بهینه‌ساز برای این کار بودجه‌ای کمتر از حد بهینه صرف می‌کنند. این مقاله با پذیرش این ادعا می‌کوشد چرایی این رخداد را در چهارچوب اقتصاد اطلاعات و اقتصاد رفتاری توضیح دهد.

این مطالعه نخست، به‌اختصار، رخداد کژگزینی در صنعت ساختمان ایران را، به‌علت متقارن‌نبودن اطلاعات بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان مسکن، واکاوی می‌کند و راه‌حلی برای رفع آن در قالب علامت‌دهی، استانداردسازی و شفاف‌سازی اطلاعات ارائه می‌کند. در بخش اصلی این پژوهش، براساس پذیرش فرض نرخ تنزیل شبه‌هایپربولیک برای مصرف‌کنندگان، کوشش می‌شود چگونگی کاهش تقاضا و مخارج برای مقاوم‌سازی، نسبت به سطح بهینه آن، در قالب مدلی ریاضی تبیین شود. درنهایت، دو راه‌حل، «تأمین مالی» و «پرداخت یارانه»، به‌منظور صرف هزینه بهینه در مقاوم‌سازی ارائه شده است و در قالب مدلی ریاضی کفایت

\* دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان majidsameti@ase.ui.ac.ir

\*\* دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه اصفهان sh.moeeni@ase.ui.ac.ir

تاریخ دریافت: 1390/2/16، تاریخ پذیرش: 1390/5/30

تأمین مالی برای بهینه‌ساختن سطح مقاومسازی اثبات می‌شود. این مطالعه نشان می‌دهد تأمین مالی می‌تواند اثر بهینه‌سازی نیز داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** مقاومت لرزه‌ای، کژگزینی، اقتصاد رفتاری، تنزیل هایپربولیک، تأمین مالی، رفتار ناسازگار زمانی.

طبقه‌بندی JEL : H00, D82, D11, D03.

## 1. مقدمه

در صنعت مسکن در ایران، ادعا می‌شود که سطح مقاومسازی و کیفیت مقاومت ساختمان‌ها، به‌ویژه مقاومت لرزه‌ای، بهینه نیست، یعنی عامل‌های اقتصادی بودجه‌ای کمتر از حد به بهینه‌سازی اختصاص می‌دهند. برای جبران و کاهش این مشکل، سیاست‌گذاران از سویی برنامه‌های تبلیغی (آگاهی‌بخشی) و از سوی دیگر قواعد قانونی مبتنی بر اجبار را به کار می‌گیرند. اما، از منظر نئوکلاسیکی، اختصاص بودجه‌ای کمتر از حد، از سوی عامل‌های اقتصادی بهینه‌ساز برای مقاومسازی، از اساس ناممکن و تناقض‌آمیز است. سطح مقاومسازی تقاضاشده نتیجه حداکثرسازی مطلوبیت فردی است و، در غیاب پیامدهای خارجی (externalities)، تصمیمات عقلانی عامل‌های اقتصادی کاملاً بهینه خواهد بود. بنابراین نمی‌توان چنین پدیده‌ای را توضیح داد. اما اقتصاد رفتاری برخی ابزارهای نظری و تجربی را توسعه داده است که بر مبنای آن می‌توان هم این پدیده را توضیح داد و هم برای آن راه‌حلی ارائه کرد.

توجه به معضل عامل‌های اقتصادی در اجرایی و عملی کردن خودکنترلی (self-controlling) از جمله نوآوری‌های مهم اقتصاد رفتاری محسوب می‌شود. اقتصاددانان رفتاری معتقدند که ممکن است به عللی تابع رفاهی، که عامل‌های اقتصادی آن را حداکثر می‌کنند، متفاوت از تابع رفاه بیانگر رفاه حقیقی (true welfare) باشد. به‌ویژه، افراد ممکن است، به علت ناتوانی در خودکنترلی، رفتاری را نشان دهند که متضمن نوعی تنزیل هایپربولیک و ناسازگاری زمانی است. اصولاً تنزیل مربوط به مبادله بین زمانی (intertemporal trade-off) است. در تنزیل هایپربولیک، فرض می‌شود که نرخ تنزیل به‌کاررفته، برای مبادله بین دو دوره پایایی، ثابت نیست، بلکه با دور شدن افق زمانی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، عامل اقتصادی برای یک‌سال به تعویق انداختن مصرف خود از زمان کنونی، از نرخ تنزیل بالایی استفاده می‌کند، در حالی که، برای به تعویق انداختن مصرف از 10 سال به سال یازدهم، از

نرخ تنزیل پایین تری استفاده می‌کند. این امر اصولاً ناشی از ضعف خودکنترلی و تمرکز، توجه و تورش به زمان حال در مصرف‌کننده واقعی است. چنان‌که بیان خواهد شد، این امر می‌تواند نابهینگی سطح مخارج تخصیصی به مقاومت ساختمان را در پی داشته باشد.

از سوی دیگر، اطلاعات درباره خطرات طبیعی، از جمله زلزله، همواره ناقص است. افراد معمولاً ارزیابی احتمال ذهنی (subjective probability assessment) از احتمال وقوع زلزله و خسارت احتمالی ناشی از آن را دارند که براساس آن برای هزینه‌کردن، به‌منظور مقاوم‌سازی، تصمیم می‌گیرند.

به فرض، اگر صرفاً خطرات مالی زلزله در نظر گرفته شود، براساس مدل خودمراقبتی (self-protection model) ارلیش و بکر (Ehrlich & Becker, 1972)، با صرف هر واحد اضافی پول جهت مراقبت، زیان محتمل (expected loss) از سانحه طبیعی کاهش خواهد یافت. بنابراین مصرف‌کننده تا آن‌جا برای کاهش زیان هزینه خواهد کرد که، در نهایت، منفعت مراقبت بیشتر از هزینه آن باشد. نهایتاً، هر مصرف‌کننده، در قالب مدلی هدانیک، به پرداخت هزینه برای کاهش خطر خسارت مالی تمایل خواهد داشت که محاسبه‌پذیر است (Beron et al., 1997: 101).

بدیهی است ارزیابی از خطر وقایع احتمالی، لزوماً، درست انجام نخواهد شد. ممکن است در هر کشوری، از جمله ایران، افراد به فاصله کوتاهی بعد از وقوع زلزله به خطر آن هوشیار شوند و حتی موقتاً خطر زلزله و خسارات جانی و مالی ناشی از آن را بیش از حد تخمین بزنند، اما محتمل است، در فرجه‌های بین دو زلزله، با فراموش کردن خطر و تخمین کمتر از حد، با مخاطره زلزله مواجه شوند. در صورت صحت چنین امری، بخشی از مقاوم‌سازی نابهینه و کمتر از حد در یک کشور ناشی از همین تخمین کمتر از حد مخاطره زلزله خواهد بود که با پدیده نااطمینانی و نقصان اطلاعات در ارتباط است. تخمین کمتر از حد مخاطره زلزله، در نهایت، به نابهینگی سطح مقاوم‌سازی منجر خواهد شد.

حال اگر مصرف‌کننده احتمال زیان را کمتر از حد برآورد کند، زلزله، بلافاصله پس از وقوع، مانند داده اطلاعاتی جدید در نظر گرفته شده و، با روشن شدن ابعاد خسارات و مخاطره، اصلاح و بازبینی روبه‌بالا (upward revision) در احتمال ذهنی عامل رخ خواهد داد. چنین امری، طبعاً، باید افزایش قیمت هدانیک ویژگی ضدزلزله بودن ساختمان پس از زلزله را سبب شود. در این مقاله بیش از این به این جنبه از مسئله پرداخته نمی‌شود و بحث درباره آن و راه حل‌جویی برای آن به مقاله‌ای دیگر موکول می‌شود.

سومین مفهومی که باید در توضیح چرایی رخداد نابهینگی سطح مقاومت ساختمان و چاره‌جویی برای آن مورد توجه قرار گیرد، تقارن‌نداشتن اطلاعات بین سازنده (builder) و مصرف‌کننده مسکن و ساختمان است. در واقع، اطلاعات فنی و سطح مقاومت ساختمان برای مصرف‌کننده امری کمابیش مجهول است، درحالی‌که سازنده از ابتدا سطح مقاومت سازه را انتخاب می‌کند و، در جایگاه سازنده، اطلاعات کاملی از وضع ساخت، کیفیت و سطح مقاومت خواهد داشت. این بی‌تقارنی اطلاعات بین مصرف‌کننده و تولیدکننده موجب دشواری‌هایی است، که، در نهایت، ممکن است نابهینگی سطح مقاوم‌سازی را در پی داشته باشد.

در نهایت، در این چهارچوب در نظر است، ضمن تحلیل چرایی رخداد سطح نابهینه مقاوم‌سازی، راهکارهایی برای کاهش یا رفع این مسئله ارائه شود. در قسمت دوم، کوشش می‌شود ادبیات موضوع به‌ویژه سطح انتخابی مقاوم‌سازی، پدیده کژگزینی و مدل تنزیل هایپربولیک در قالب رهیافت اقتصاد رفتاری مرور شود. در قسمت سوم، نشان داده خواهد شد که چگونه تنزیل هایپربولیک می‌تواند به نابهینگی سطح مقاوم‌سازی منجر شود. در ادامه مطالعه، به‌اختصار، راه حل‌هایی برای کاهش یا رفع مشکل تقارن‌نداشتن اطلاعات ارائه شده است و آن‌گاه، با توجه به تنزیل هایپربولیک، تلاش خواهد شد راه حل تأمین مالی، که راه حل اصلی برای بهینه‌سازی سطح مقاوم‌سازی در نظر گرفته شده، و چگونگی کارکرد آن تشریح و تبیین شود.

## 2. ادبیات موضوع

ادبیات اقتصادی مرتبط با نابهینگی تصمیمات و مرتبط با موضوع مطالعه را می‌توان در قالب دو مبحث اقتصاد اطلاعات و اقتصاد رفتاری ارائه کرد که در این بخش از مقاله مرور می‌شود.

### 1.2 اقتصاد اطلاعات و کژگزینی

براساس دیدگاه نئوکلاسیکی، تقاضاکنندگان مسکن (که به فرض همگی بهینه‌سازند) هر یک مقدار بهینه مسکن مورد نیاز خود را، مبتنی بر حداکثرسازی مطلوبیت، مقید به قید بودجه تقاضا می‌کنند. از مجموع تقاضای آن‌ها تابع تقاضای جمعی به‌دست می‌آید. از سوی دیگر، عرضه‌کنندگان نیز بنابر ملاحظات بهینه‌سازی مربوط به سود عرضه جمعی

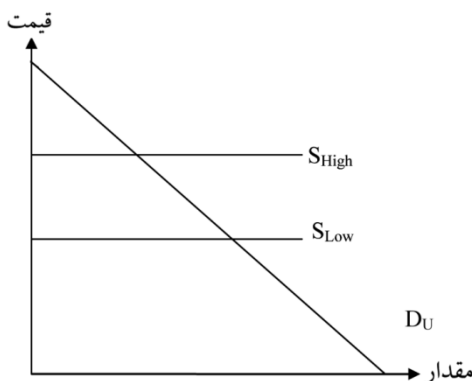
مسکن را شکل می‌دهند. در نهایت، در بازار مسکن رقابتی، از تلاقی عرضه و تقاضا مقدار و قیمت تعادلی برقرار می‌شود که نه تنها متضمن تعادل است، بلکه، از لحاظ اقتصادی، مقدار بهینه تولید و مصرف مسکن را با توجه به مقهورات و ممیزات آن جامعه نشان می‌دهد.

تقاضاکنندگان، اعم از مصرفی و سرمایه‌ای، در بازار مسکن، علاوه بر انتخاب کمی مورد تقاضا، کیفیت مورد تقاضا را نیز، براساس فرایند بهینه‌سازی، انتخاب می‌کنند. آنچه انتخاب می‌شود مبتنی بر اصول متعارف اقتصادی در بازار رقابتی با اطلاعات کامل، هم از نظر مقدار بهینه و هم از لحاظ کیفیت انتخابی بهینه، است. این گونه تقاضاکنندگان و عرضه‌کنندگان، همراه با شکل‌دهی عرضه و تقاضای خود، سطح یا سطوح بهینه کیفیت را نیز انتخاب می‌کنند.

بر این اساس، به نظر می‌رسد، اگر بازار مسکن بازار رقابتی با اطلاعات کامل فرض شود، سازوکار بازار به خودی خود برای تأمین مقدار بهینه و کیفیت یا کیفیات بهینه مناسب است و نیازی به مداخله در آن نیست. در این بازار، سطح بهینه مقاومت لرزه‌ای ساختمان نیز، در جایگاه یکی از مؤلفه‌های متشکله کیفیت با سازوکار بازار، انتخاب و تأمین می‌شود. آرنوت و همکارانش (Arnott et al., 1983: 467) در تحقیقی بر همین اساس سعی کردند تا مدلی برای سطح کیفیت انتخابی واحد مسکونی در زمان ساخت، هزینه انتخابی نگهداری و زمان انتخابی بازسازی (rehabilitation) ساختمان ارائه کنند. آن‌ها تصمیم‌گیری در این باره به وسیله یک عامل اقتصادی، مانند صاحب زمین، را در قالب مسئله حداکثرسازی سود تصریح کرده‌اند و به حل آن می‌پردازند.

مسئله‌ای که این گزاره را به چالش می‌کشد این حقیقت است که، معمولاً سازنده مسکن غیر از مصرف‌کننده آن است. سطح مقاومت ساختمان یکی از مؤلفه‌هایی است که، به عکس سازنده، برای تقاضاکننده مسکن به سادگی مشاهده پذیر نیست. بنابراین، در مورد کیفیت ساخت و مشخصاً سطح مقاومت ساختمان، بی‌تقارنی اطلاعات بین سازندگان مسکن از یک سو و تقاضاکنندگان مسکن از سوی دیگر وجود خواهد داشت.

بنابر ادبیات اقتصاد اطلاعات، بی‌تقارنی اطلاعات به کژگزینی یا انتخاب ناصواب (adverse selection) و مخاطره اخلاقی (moral hazard) منجر می‌شود؛ کالای بد کالای خوب را از بازار خارج می‌کند و، در نهایت، سطح بهینه مقاومت ساختمان در نظام بازار تأمین و انتخاب نخواهد شد. این مطلب در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1. تقاضا و عرضه مسکن با سطح مقاومت لرزه‌ای پایین و بالا

در شکل 1، تقاضاکنندگان مسکن، که از کیفیت مسکن عرضه‌شده از لحاظ مقاومت لرزه‌ای اطلاعی ندارند، فقط یک تابع تقاضا دارند که با  $D_U$  نشان داده شده است. عرضه‌کنندگان مسکن با سطح مقاومت لرزه‌ای بالا، از آنجا که با هزینه بالاتری برای تولید مواجه‌اند، قیمت بالاتری را نسبت به عرضه‌کنندگان مسکن با سطح مقاومت لرزه‌ای پایین مطالبه می‌کنند. این امر در تابع عرضه  $S_{High}$  در قیاس با  $S_{Low}$ ، در شکل 1 منعکس می‌شود. چنان‌که ملاحظه شد، در عمل، در چنین شرایطی مقدار تقاضای مسکن با کیفیت پایین، بیشتر از مقدار تقاضای مسکن با کیفیت بالا خواهد بود که به معنای رخداد کژگزینی به‌علت فقدان اطلاعات لازم است.

## 2.2 اقتصاد رفتاری و تنزیل هایپربولیک

اقتصاد رفتاری رویکردی در دانش اقتصاد است که هدفش نزدیک‌تر کردن مدل‌های اقتصادی با واقعیات بیرونی از طریق جایگزینی فرض‌های مرسوم عقلانیت در مدل‌سازی اقتصادی در پارادایم نئوکلاسیک با فرض‌هایی واقع‌بینانه و سازگار با درک روان‌شناختی انسان و مبتنی بر عقلانیت محدود (bounded rationality) است.

هدف اقتصاد رفتاری، درحقیقت، یافتن قواعد خلاصه‌شده‌ای است که بتواند داده‌های میدانی را تشریح کند. نرخ تنزیل هذلولی، نظریه چشم‌انداز، حداکثرسازی مطلوبیت در نظریه رجحان وابسته به مرجع (reference dependent preference) - که ادعا می‌کند، در نظام رجحان‌ها، مردم به مصرف جاری یا نقاط مبنای دیگر حساس‌اند - و همچنین نظریه مطلوبیت انتظاری ذهنی از مشهورترین این نظریات‌اند.

نظریه‌های جایگزین رفتاری داده‌های تجربی بسیاری همراه خود دارد. برخی برآنند که، در آینده‌ای نزدیک، رویکرد جاری در اقتصاد کنار گذاشته خواهد شد و فرض‌هایی مانند تنزیل‌نمایی، نفع شخصی و ... فقط حالتی خاص از نظریات عمومی‌تر، که برای انجام ساده‌سازی در برخی مدل‌سازی‌ها مناسب است، تلقی خواهند شد.

تنزیل هایپربولیک از مهم‌ترین نظریات ارائه‌شده از سوی اقتصاددانان رفتاری است. تنزیل، در مبادله بین زمانی، رفتاری شناخته‌شده است. در تنزیل معمول، یعنی همان تنزیل نمایی (exponential)، نرخ تنزیل ثابت است. از این رو گفته می‌شود که رفتار تنزیل‌کننده‌نمایی سازگاری زمانی دارد. اما مطالعات اخیر نشان داده که رفتار عامل‌های انسانی متضمن نوعی دیگر از تنزیل است که به تنزیل هایپربولیک معروف شده است. نوع رفتار عامل‌های انسانی سبب شده است، برای تعویق مصرف یا دریافت پاداش (reward)، از زمان حال به یک دوره بعد، از نرخ تنزیل بالایی استفاده شود. درحالی‌که این افراد برای تعویق مصرف خود در دوره‌های دورتر، از جمله از دوره دهم به دوره یازدهم، از نرخ تنزیل کمتری استفاده می‌کنند. به عبارت دیگر، افراد نرخ تنزیل کاهنده‌ای را نمایش می‌دهند که در تناظر با نوعی بی‌صبری کاهنده (Decreasing impatience) است. تنزیل هایپربولیک به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$f_H(D) = \frac{1}{1 + kD} \quad (1)$$

$f_H(D)$  در عبارت بالا فاکتور تنزیل است که برای محاسبه ارزش حال مطلوبیت یا پاداش حاصله در زمان  $D$ ، در مقدار مطلوبیت یا پاداش مزبور ضرب می‌شود.  $D$  طول تأخیر زمانی برای دستیابی به مطلوبیت یا پاداش را نشان می‌دهد. پارامتر  $k$  نشان‌دهنده شدت و درجه تنزیل است. تنزیل هایپربولیک درمقابل تنزیل معمول‌نمایی قرار دارد که با رابطه زیر نمایش داده می‌شود:

$$f_E(D) = e^{-kD} \quad (2)$$

تابع تنزیل شبه‌هایپربولیک معرفی شده از سوی لایسون (Laibson, 1997: 443-477) که تقریب مناسبی برای تنزیل هایپربولیک در مدل‌های زمان گسسته (discrete time) است، به صورت زیر بیان می‌شود:

$$f_{QH}(0) = 1 \quad (3)$$

$$f_{QH}(D) = \beta \times \delta^D$$

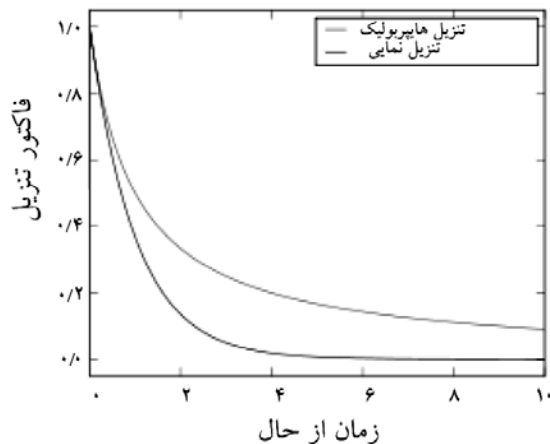
$\beta$  و  $\delta$  ثابت‌هایی بین صفر و یک‌اند.  $D$  بیانگر تأخیر در پاداش یا مطلوبیت،  $f(D)$  فاکتور تنزیل و  $f(0) = 1$  گویای پاداش یا مطلوبیت در زمان حال تنزیل است. در شکل 2، کاهش شدید فاکتور تنزیل در حالت تنزیل هایپربولیک، ناشی از ساختار بی‌صبری، در قیاس با تنزیل نمایی، آمده است.

در کنار شواهد مؤید بسیار، رایبشتاین (Rubinstein, 2003: 1207) در مقاله‌ای درباره‌ی نرخ تنزیل هایپربولیک ادعا می‌کند که شواهد تجربی، که نرخ تنزیل ثابت را رد می‌کند، فرض نرخ تنزیل هایپربولیک را نیز به چالش می‌کشد. او قدرت تحلیلی تنزیل هایپربولیک را برای برخی پدیده‌های رفتاری و روان‌شناسانه تأیید می‌کند و معتقد است که ترکیب اقتصاد و روان‌شناسی به کاری فراتر از اصلاح جزئی مدل‌ها (مثلاً در قالب فرض تنزیل هایپربولیک) نیاز دارد. به نظر رایبشتاین، بازکردن «جعبه سیاه تصمیم‌گیری» (black box of decision making) لازمه این ترکیب است.

### 3.2 مقاوم‌سازی

در این‌جا لازم است به برخی مطالعات قبلی اشاره کرد که رهیافتی مستقیم به موضوع مقاوم‌سازی دارند. شولز و همکارانش (Schulze et al., 1987: 934)، در تحقیقی که به تحلیل هزینه - فایده (benefit-cost analysis) در ساختمان‌های ضدزلزله پرداخته‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که، چون مخاطره زلزله در مکان‌های مختلف متفاوت است، به‌جای رویکردی یکپارچه (uniform approach) مبتنی بر وضع مکانی، باید طراحی سطح بهینه مقاوم‌سازی انجام شود. چون، بعد از وقوع زلزله، احتمال شکل‌گیری زلزله دیگر تا سال‌ها کاهش می‌یابد، بنابراین سطح بهینه مقاوم‌سازی به زمان نیز وابسته خواهد بود. این امر عکس رویه دولت‌هاست که، در همین شرایط، قواعد اجباری مقاوم‌سازی را تشدید می‌کنند. از آن‌جا که منافع حال ناشی از سطح منتخب مقاوم‌سازی با نرخ تنزیل ارتباط دارد، مطالعه حاضر نیز بر آن است که هرچه نرخ تنزیل افزایش یابد، از سطح منتخب مقاوم‌سازی کاسته می‌شود.





شکل 2. فاکتور تنزیل نمایی و هایپربولیک

برون و همکارانش (Beron et al., 1997: 101) در مقاله‌ای به بررسی قیمت هدانیک خطر زلزله، قبل و بعد از زلزله لوما پریتا (Loma Prieta) در سال 1989، پرداخته‌اند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که، مصرف‌کنندگان، در ابتدای امر، خسارات زلزله را بیش از حد تخمین زده‌اند و اطلاعات حاکی از خسارات کمتر از حد انتظار زلزله سبب شده است که در باورها بازمینی روبه‌پایینی درباره خطر زلزله شکل گیرد. سرانجام باید به مطالعه و تسا اشاره کرد که، در تحقیقی به‌منظور ارائه برنامه چشم‌انداز ملی برای کاهش خسارات زلزله، بر بنیان‌گذاری برنامه ملی مبتنی بر ارزیابی مخاطره لرزه‌ای سرزمین، قانون‌گذاری متناسب، تشکیل کمیسیون امنیت لرزه‌ای ملی، برنامه ملی مقاوم‌سازی مجدد (retrofitting)، ایجاد مراکز مطالعات میان‌رشته‌ای لرزه‌ای و ... تأکید کرد (Vatsa, 2002: 1503).

### 3. مدل‌سازی تأثیر تنزیل هایپربولیک در تقاضای مقاوم‌سازی

در این بخش، کوشش می‌شود تا چگونگی تأثیر تنزیل هایپربولیک در تقاضای مقاوم‌سازی در قالب مدلی ریاضی تحلیل و تبیین شود. در ابتدا فرض می‌شود که در هر  $N$  سال به‌طور میانگین یک زلزله رخ می‌دهد. بنابراین، احتمال رخداد زلزله در هر سال  $1/N$  خواهد بود و باقیمانده عمر مصرف‌کننده فرضی خدمات سکونت می‌تواند  $N$  سال در نظر گرفته شود. اما در این پژوهش مصرف‌کننده با افق نامحدود در نظر گرفته می‌شود. البته این فرض کلیت نتیجه‌گیری‌های این مطالعه را مخدوش نمی‌کند.

مصرف‌کننده فردی با افق نامحدود و به‌بیان‌دیگر با زندگی ابدی در نظر گرفته شده است، یعنی عامل اقتصادی مطلوبیت بین‌زمانی را در افق نامحدود حداکثر می‌کند. از آنجا که عامل اقتصادی، که برای صرف هزینه مقاومسازی تصمیم‌گیری می‌کند، مطلوبیت نسل‌های بعدی را نیز در نظر دارد، فرض افق نامحدود فرض معقول و مدلی خواهد بود. در شرایط مناسب، که مشتمل بر وجود نرخ تنزیل نمایی است، می‌توان ادعا کرد که توجه به منابع، در الگوی افق نامحدود در اقتصاد غیرمتمرکز، همان توجه به منابع از سوی برنامه‌ریز مرکزی، با بیشینه‌سازی مطلوبیت کارگزار اقتصادی نمونه، خواهد بود.

برای ساده‌سازی فرض بر آن است که مخارج مقاومسازی فقط یک‌بار تأمین می‌شود. در یک سطح مقاومسازی، عامل اقتصادی تصمیم می‌گیرد که مخارج آن را تأمین کند یا نه. در صورت وقوع زلزله، ساختمان سکونت‌پذیری خود را از دست خواهد داد. افزون‌بر این، درباره اصل وقوع زلزله و کفایت مقاومسازی برای جلوگیری از خطر مرگ اطمینانی وجود ندارد. سرانجام مصرف‌کننده، خطر خستگی و حداکثرکننده مطلوبیت انتظاری در نظر گرفته می‌شود.

مصرف‌کننده بهینه‌ساز، در تعادل، بهای هر کالا یا خدمت را تا جایی می‌پردازد که مطلوبیت نهایی آخرین واحد از کالا یا خدمت مساوی قیمت آن باشد. در واقع، با توجه به فرضیات ساده‌سازی، با کالا یا خدمتی گسسته مواجه‌ایم که تقاضای هر مصرف‌کننده برای آن صفر یا یک است. قیمت  $r$  یعنی قیمت ذخیره (reservation price) مصرف‌کننده، قیمتی است که در آن مصرف‌کننده بین خریدن یا نخریدن آن کالا یا خدمت بی‌تفاوت می‌شود.  $r$  معادله زیر را ارضا می‌کند که  $m$  درآمد و  $u$  تابع مطلوبیت است:

$$u(1, m - r) = u(0, m) \quad (4)$$

با فرض مطلوبیت شبه‌خطی و با نرمال‌سازی، به‌سادگی، می‌توان نشان داد که قیمت ذخیره برابر با مطلوبیت خرید و مصرف خدمت یا کالای مورد نظر است (Varian, 1992: 174).

$$r = u(1) \quad (5)$$

اگر  $P$  (قیمت کالا در بازار) کمتر از قیمت ذخیره باشد، یک واحد از کالا تقاضا می‌شود و مازاد مصرف‌کننده  $r-P$  خواهد بود وگرنه کالا یا خدمتی تقاضا نمی‌شود. این قسمت بیانگر آن است که نرخ تنزیل هایپربولیک سبب کاهش تقاضای مقاومسازی لرزه‌ای، در قیاس با نرخ تنزیل نمایی، خواهد شد.

برای کسب مطلوبیت ناشی از مقاوم‌سازی، فرض می‌شود مطلوبیت یک‌سال عمر برابر با  $u$  است. احتمال شکل‌گیری زلزله در هر سال  $1/N$  و در نتیجه احتمال رخ‌ندادن زلزله در هر سال  $\rho$ ، عبارت است از:

$$\rho = (N - 1)/N \quad (6)$$

$\rho$  نشان‌دهنده احتمال رخ‌ندادن زلزله و زندگی در دوره اول است. برای زندگی در دوره دوم باید، هم در دوره اول و هم در دوره دوم، زلزله رخ نداده باشد که احتمال آن  $\rho^2$  است. به‌همین ترتیب، احتمال حیات در دوره‌های بعدی با  $\rho^n$  نشان داده می‌شود. اگر رفتار مصرف‌کننده مبتنی بر نرخ تنزیل نمایی باشد، آن‌گاه ارزش حال مطلوبیت انتظاری، در صورت انجام مقاوم‌سازی لرزه‌ای و در غیاب آن، به ترتیب عبارت است از:

$$U_R = u + ue^{-k} + ue^{-2k} + ue^{-3k} + \dots \quad (7)$$

$$U_{NR} = \rho u + \rho^2 ue^{-k} + \rho^3 ue^{-2k} + \rho^4 ue^{-3k} + \dots$$

آن‌گاه:

$$U_R = \frac{u}{1 - e^{-k}} \quad (8)$$

$$U_{NR} = \frac{\rho u}{1 - \rho e^{-k}}$$

روشن است که، ارزش حال مطلوبیت ناشی از مقاوم‌سازی است، یعنی:

$$\Delta U = U_R - U_{NR} = \frac{u(1 - \rho)}{(1 - e^{-k})(1 - \rho e^{-k})} = \frac{u(1 - \rho)}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (9)$$

در قسمت آخر معادله ذکر شده  $e^{-k} = \delta$  در نظر گرفته شده یعنی مقدار به‌دست‌آمده در بالا همان ارزش حال (تنزیل شده) مطلوبیت ناشی از خرید یک واحد مقاوم‌سازی است. بنابراین قیمت ذخیره مقاوم‌سازی به‌شکل زیر، برای مصرف‌کننده، با نرخ تنزیل نمایی حاصل می‌شود.

$$r = u(1) = \frac{u(1 - \rho)}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (10)$$

چنان که گفته شد مطالعات جدید بیانگر این حقیقت است که، رفتار انسانی در عمل تنزیل هایپربولیک، یعنی نوعی بی‌صبری کاهنده، را نمایش می‌دهد. بنابراین لازم است قیمت ذخیره برای مصرف‌کننده با نرخ تنزیل هایپربولیک استخراج و تأثیر آن بر مخارج مقاومسازی بررسی شود. به این منظور، از تقریب شبه‌هایپربولیک یا تابع تنزیل شبه‌هایپربولیک پیشنهادی فلیپس و پولاک (Phelps & Pollak, 1968) و لایسون (Laibson, 1997: 443-477) استفاده شده که، در حالت زمان گسسته، فاکتور تنزیل را برای دوره صفر و دوره‌های بعدی به شکل زیر تعریف می‌کند.

$$f_{QH}(0) = 1 \quad (11)$$

$$f_{QH}(D) = \beta \delta^D$$

چنان که گفته شد،  $\beta$  و  $\delta$  اعداد ثابتی بین صفر و یک‌اند و  $D$  بیانگر دوره است. به طبع، مطلوبیت دوره صفر تنزیل نمی‌شود. ترجیحات زمانی شبه‌هایپربولیک به عنوان ترجیحات بتا-دلتا (beta-delta) نیز شناخته می‌شود. این گونه تصریح، افزون‌بر دربرداشتن ویژگی‌های کلیدی تنزیل هایپربولیک، برای عملیات ریاضی نیز مناسب است.

مجدداً، احتمال حیات در دوره‌های بعدی با  $\rho^n$  نشان داده می‌شود. اگر در عمل، رفتار مصرف‌کننده مبتنی بر نرخ تنزیل شبه‌هایپربولیک باشد، آن‌گاه ارزش حال مطلوبیت انتظاری، در صورت انجام‌دادن مقاومسازی و در غیاب آن، به ترتیب عبارت است از:

$$U_R^H = u + u\beta\delta + u\beta\delta^2 + u\beta\delta^3 + \dots \quad (12)$$

$$U_{NR}^H = \rho u + \rho^2 u\beta\delta + \rho^3 u\beta\delta^2 + \rho^4 u\beta\delta^3 + \dots$$

آن‌گاه:

$$U_R^H = u + \frac{u\beta\delta}{1 - \delta} \quad (13)$$

$$U_{NR}^H = \rho u + \frac{\rho^2 u\beta\delta}{1 - \rho\delta}$$

روشن است که، برای تنزیل‌کننده هایپربولیک، مطلوبیت حال ناشی از مقاومسازی تفاوت این دو مقدار است. با اندکی عملیات ریاضی آنچه به دست می‌آید:

$$\Delta U = U_R^H - U_{NR}^H = (1 - \rho)u + \frac{u\beta\delta(1 - \rho)(1 + \rho - \rho\delta)}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (14)$$

این مقدار قیمت ذخیره مقاومت‌سازی برای مصرف‌کننده هایپربولیک را نشان می‌دهد.

$$\begin{aligned} r_H = u(1) &= (1 - \rho)u + \frac{u\beta\delta(1 - \rho)(1 + \rho - \rho\delta)}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \\ &= \frac{u(1 - \rho)[\beta\delta(1 + \rho - \rho\delta) + (1 - \delta)(1 - \rho\delta)]}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \\ &= \frac{u(1 - \rho)[1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)]}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \end{aligned} \quad (15)$$

می‌توان ملاحظه کرد که، در عبارت بالا، مقدار داخل کروشه کوچک‌تر از یک است. بنابراین قیمت ذخیره تنزیل‌کننده هایپربولیک از تنزیل‌کننده مفروض نمایی کمتر است. انتخاب‌های تنزیل‌کننده نمایی متضمن سازگاری زمانی و از منظر رفاه بهینه است، اما صرف‌نظر از این‌که تنزیل هایپربولیک متضمن ناسازگاری زمانی (time inconsistency) است، تنزیل‌کننده هایپربولیک (چنان‌که خواهد آمد) به زمان حال (present biased) تورش دارد و از این رو، برای مقاومت‌سازی، انتخاب‌های نابینه و متضمن تقاضای کمتری خواهد داشت. براساس آنچه گفته شد، اگر هزینه مقاومت‌سازی با  $c$  نشان داده شود، آن‌گاه سه حالت متصور است:

الف) هزینه مقاومت‌سازی از قیمت ذخیره تنزیل‌کننده هایپربولیک کمتر است.

$$c \leq \frac{u(1 - \rho)[1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)]}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (16)$$

در این حالت تنزیل‌کننده هایپربولیک، مانند تنزیل‌کننده نمایی، مقاومت‌سازی را تقاضا می‌کند و این تقاضا بهینه است.

ب) هزینه مقاومت‌سازی از قیمت ذخیره تنزیل‌کننده هایپربولیک بیشتر و از قیمت ذخیره تنزیل‌کننده نمایی کمتر است.

$$\frac{u(1 - \rho)[1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)]}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \leq c \leq \frac{u(1 - \rho)}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (17)$$

در این حالت، تنزیل کننده هایپربولیک، به علت ساختار تورش دار و ناسازگار، ترجیحات مقاومسازی را تقاضا نخواهد کرد، در صورتی که تقاضای مقاومسازی بهینه است. (پ) هزینه مقاومسازی از قیمت ذخیره تنزیل کننده نمایی و هایپربولیک بیشتر است. انتخاب تنزیل کننده هایپربولیک نیز بهینه خواهد بود و، مانند ترجیح کننده نمایی، مقاومسازی را تقاضا نخواهد کرد.

$$\frac{u(1-\rho)}{(1-\delta)(1-\rho\delta)} \leq c \quad (18)$$

بنابراین، در حالت ب، مقاومسازی از حد بهینه تقاضا کمتر خواهد شد. به طبع، هرکدام از مصرف کنندگان قیمت ذخیره متفاوتی دارند. کاهش قیمت ذخیره برای تنزیل کننده هایپربولیک سبب خواهد شد که برخی از تقاضاکنندگان بالقوه از بازار خارج شوند و تقاضا کاهش یابد. به منظور کسب معیاری برای اندازه گیری شدت کاهش تقاضا، می توان از نسبت قیمت ذخیره در دو حالت استفاده کرد. این نسبت عبارت است از:

$$\frac{r_H}{r} = [1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)] \quad (19)$$

در هر حال، کاهش تقاضا برای همه کالاها و خدماتی که باید بهای آن را سریع پرداخت، اما کسب مطلوبیت از آن آنی نیست، از ویژگی های عمومی مصرف کنندگان است. اقتصاددانان رفتاری این واقعیت را در قالب مدل تنزیل هایپربولیک صورت بندی می کنند. براساس آنچه بیان شد، مصرف کنندگان در عمل رفتاری حاکی از نوعی تورش به سمت زمان حال دارند، حال آن که مقاومسازی اغلب در آینده مطلوب است. بنابراین مصرف کنندگان انگیزه کمی به پرداخت آنی برای مقاومسازی دارند.

#### 4. طراحی و تحلیل سازوکار تأمین مالی

نویسندگان در بخش پایانی برای بهینه سازی تقاضا به منظور مقاومسازی، یعنی «پرداخت یارانه» و «تأمین مالی مقاومسازی»، در صدد ارائه و تحلیل دو سازوکارند، که برای تصحیح رفتار تنزیل کننده هایپربولیک طراحی و ارائه می شود.

پیش از پرداختن به اصل سخن، باید گفت که، برای کاهش بخشی از مشکل که ناشی از بی تقارنی اطلاعات بین سازنده و مصرف کننده و رخداد کژگزینی است، می توان از دو

راه حل «علامت‌دهی» و «شفاف‌سازی و استانداردسازی اطلاعات» استفاده کرد. براساس راه حل علامت‌دهی، باید نوع خوب (سازنده باکیفیت)، با ارسال علامتی، خوب بودن خود را به مصرف‌کننده اعلام کند. این علامت باید به گونه‌ای باشد که نوع بد (سازنده کم‌کیفیت) نتواند آن را ارسال کند. در صنعت ساختمان‌سازی، فقط سازندگان با کیفیت/مقاومت بالا می‌توانند برنامه‌ای پیشنهاد کنند که مطابق آن سازنده دوره‌ای طولانی بتواند ساختمان را در برابر خسارات ناشی از نبود کیفیت یا نبود مقاومت کافی تضمین کند و ارائه این پیشنهاد همان علامتی است که مصرف‌کننده را به سطح کیفیت/مقاومت ساختمان هوشیار می‌کند.

راه حل دوم افزایش تقارن اطلاعات با استانداردسازی و شفاف‌سازی اطلاعات مربوط به سطح کیفیت/مقاومت ساختمان است. اگر سطوح مقاومت ساختمان به گونه‌ای استانداردسازی شود که با یک یا چند پارامتر و معیار عددی روشن ارزیابی و نشان داده شود و همچنین سازندگان موظف شوند برای مسکن ساخته شده گواهی سطح مقاومت اخذ کنند، به نحوی که حتی سطح مقاومت/کیفیت ساختمان در اسناد مسکن وارد شود، آنگاه بی‌تقارنی اطلاعات بین دو طرف مرتفع می‌شود. در این حالت، فرایند انتخاب مبتنی بر بهینه‌سازی در بازار رقابتی، به خودی خود، سبب انتخاب سطح یا سطوح بهینه کیفیت/مقاومت ساختمان‌ها، بدون نیاز به مداخله دولت، می‌شود. به عبارت دقیق‌تر، دیگر مشکل کزگزینی وجود نخواهد داشت.

#### 1.4 پرداخت یارانه

برای تصحیح رفتار تنزیل‌کننده‌های پربولیک، اولین سازوکاری که قابل تصور است پرداخت مابه‌التفاوت قیمت ذخیره تنزیل‌کننده‌های پربولیک و تنزیل‌کننده‌نمایی به صورت یارانه است. مبلغ یارانه‌ای که باید پرداخت شود عبارت است از:

$$s = \frac{u(1-\rho)}{(1-\delta)(1-\rho\delta)} - \frac{u(1-\rho)[1-(1-\beta)\delta(1+\rho-\delta\rho)]}{(1-\delta)(1-\rho\delta)} \quad (20)$$

چنان‌که مشاهده می‌شود، مقدار این یارانه به عواملی چون نرخ تنزیل معمول  $\delta$ ، ضریب تشدید تنزیل برای دوره اول  $\beta$ ، احتمال رخداد زلزله  $\rho$ ، و مطلوبیت  $u$  بستگی دارد. مهم‌ترین دشواری سیاست‌گذار برای تعیین مقدار یارانه، بی‌اطلاعی از  $u$  و مهم‌تر از آن تفاوت این مطلوبیت در عامل‌های مختلف است که سیاست‌گذاری کلان را ناممکن می‌کند.

بنابراین به نظر می‌رسد که، در عمل، به کارگیری راه حل یارانه‌ای قابلیت چندانی ندارد؛ اگرچه فقط انحراف روبه‌پایین تقاضا برای مقاومسازی دلیل موجهی را برای توجه به رویکردهای یارانه‌ای و تحریک تقاضا فراهم می‌کند. به عبارت دیگر، چون بازار با وجود مصرف‌کنندگانی با نرخ تنزیل هایپربولیک در تأمین کارآیی شکست می‌خورد، فقط اطلاع از این رخداد دلیل کافی را برای تجویز تحریک تقاضا با پرداخت یارانه فراهم می‌کند.

#### 2.4 تأمین مالی مقاومسازی با سررسید یک‌دوره‌ای

براساس این آگاهی به ارائه سازوکار تأمین مالی، ارزیابی کارآیی آن برای بهینه‌سازی، و تصحیح تقاضا برای مقاومسازی پرداخته می‌شود. نخست ممکن است تصور شود تنزیل هایپربولیک بدین معناست که مصرف‌کننده نهایی هزینه بیشتری برای وام‌های کوتاه‌مدت نسبت به وام‌های بلندمدت می‌پردازد. بر این اساس، در ادامه به تأمین مالی مقاومسازی با دو نوع وام پرداخته، و سپس اثر تأمین مالی در تقاضا، بر روی هرکدام بررسی می‌شود. نخست اثر تأمین مالی کوتاه‌مدت با سررسید یک‌دوره‌ای و سپس اثر تأمین مالی با سررسید دو‌دوره‌ای در تقاضا برای مقاومسازی تحلیل می‌شود. آن‌گاه نشان داده خواهد شد که تأمین مالی به تصحیح و بهینه‌شدن تقاضا برای مقاومسازی می‌انجامد؛ همچنین تأمین مالی کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر یکسانی در تقاضای مقاومسازی خواهند داشت.

اگر هزینه مقاومسازی  $c$  در نظر گرفته شود، زمانی که این هزینه با وامی با سررسید یک‌ساله تأمین مالی شود. آنچه مصرف‌کننده پس از یک دوره باید پرداخت کند عبارت است از:

$$c_1 = c(1 + R) \quad (21)$$

با فرض این‌که:

$$\delta = \frac{1}{1 + R} \quad (22)$$

ارزش حال (تنزیل شده) این سررسید برای مصرف‌کننده شبه‌هایپربولیک عبارت است از:

$$c_0 = \delta \beta \times \frac{c}{\delta} = \beta c \quad (23)$$

اگر مقدار این هزینه از قیمت ذخیره مقاومسازی برای تنزیل‌کننده هایپربولیک کمتر باشد، آن‌گاه این مصرف‌کننده مقاومسازی را تقاضا می‌کند که عبارت خواهد بود از:



$$c\beta \leq \frac{u(1-\rho)[1-(1-\beta)\delta(1+\rho-\delta\rho)]}{(1-\delta)(1-\rho\delta)} \quad (24)$$

آشکار است که تأمین مالی به این شکل سبب افزایش تقاضای مقاومت‌سازی می‌شود. چنان‌که مشاهده شد، کمتر یا بیشتر بودن مقدار تقاضای جدید از حالت بهینه، متناظر با تنزیل‌نمایی، به مقدار ضریب زیر بستگی دارد.

$$A = \frac{[1-(1-\beta)\delta(1+\rho-\delta\rho)]}{\beta} \quad (25)$$

روشن است که، اگر مقدار ضریب مذکور یک باشد، تأمین مالی به یکسانی کامل انتخاب‌ها و رفتار تنزیل‌کننده‌های پربولیک و نمایی منجر می‌شود. اگر این ضریب بزرگ‌تر از یک باشد، تقاضای تنزیل‌کننده‌های پربولیک از حد بهینه مقاومت‌سازی بیشتر خواهد بود و، اگر کمتر از یک باشد، تقاضای تنزیل‌کننده‌های پربولیک کمتر از حد می‌شود. بر این اساس، در ادامه کوشش می‌شود که نرخ بهره بهینه، برای تأمین مالی مقاومت‌سازی، استخراج شود.

جدول 1. مقادیر پارامتر A

$\beta$	$\delta = 0.95$ و $N = 50$	$\delta = 0.90$ و $N = 50$
	A	A
1	1	1
0.99	1/000035	1/000119
0.98	1/000070	1/000241
0.97	1/000107	1/000365
0.96	1/000144	1/000492
0.95	1/000182	1/000621
0.94	1/00022	1/000753
0.93	1/00026	1/000888
0.92	1/00030	1/001026
0.91	1/000341	1/001167
0.9	1/000383	1/001311

منبع: محاسبات تحقیق

گفتنی است که محاسبه ضریب گفته شده، به‌ازای مقادیر مختلف  $\rho$ ،  $\beta$  و  $\delta$ ، بیانگر نزدیکی مقدار ضریب بالا به واحد است که نتیجه‌ای مطلوب محسوب می‌شود. در جدول 1، به‌ازای مقادیر مختلف  $\rho$ ،  $\beta$  و  $\delta$ ، ضریب  $A$  محاسبه و گزارش شده است، و، با وجود تغییر شایان توجه مقادیر  $\rho$ ،  $\beta$  و  $\delta$ ، این ضریب انحراف بسیار جزئی از واحد را نشان می‌دهد که مقدار آن یک‌هزارم و کمتر از آن است. بنابراین تأمین مالی یکسانی انتخاب‌های تنزیل‌کننده هایپربولیک با وضع بهینه را سبب خواهد شد و، از این منظر، سازوکار تأمین مالی کارآمد و تصحیح‌کننده است.

### 3.4 تأمین مالی مقاومسازی با سررسید دودوره‌ای

اگر مقاومسازی با وامی با سررسید چنددوره‌ای تأمین مالی شود، چه تغییری در تقاضای مقاومسازی در قیاس با وام یک‌دوره‌ای ایجاد می‌شود؟ در ادامه، به این موضوع پرداخته می‌شود که سررسید وام تأثیری در تقاضا ندارد. درواقع، ناسازگاری زمانی تنزیل‌کننده هایپربولیک سبب ناسازگاری رفتار وام‌گیری نمی‌شود.

تأمین مالی با سررسید دودوره‌ای را در نظر بگیرید، هزینه مقاومسازی (c) با وام دودوره‌ای تأمین مالی می‌شود که، بنابه فرض، نیمی از وام پس از یک دوره و نیم دیگر، پس از دو دوره، با نرخ بهره R بازپرداخت می‌شود. همچنین فرض بر آن است که:

$$\delta = \frac{1}{1+R} \quad (26)$$

آن‌گاه:

$$c_1 = \frac{c(1+R)}{2} = c/2\delta \quad (27)$$

$$c_2 = \frac{c(1+R)^2}{2} = c/2\delta^2$$

هزینه کنونی این وام با اقساط دودوره‌ای برای تنزیل‌کننده شبه‌هایپربولیک عبارت است از:

$$f_{QH}(D) = \beta\delta^D \quad (28)$$

$$c_0 = \beta\delta \times c/2\delta + \beta\delta^2 \times c/2\delta^2 = \beta c$$

نتیجه معادل هزینه کنونی، تأمین مالی با سررسید یک دوره‌ای است. با محاسبه هزینه کنونی (تزیل شده) برای تأمین مالی با سررسیدهای چند دوره‌ای و بلندمدت همین نتیجه کسب می‌شود. به عبارت دیگر، سررسید تأمین مالی تأثیری در تقاضا ندارد و ناسازگاری زمانی بر رفتار وام‌گیری اثری نخواهد داشت. تأمین مالی سبب تصحیح و بهینه‌شدن تقاضا برای مقاومت‌سازی خواهد شد.

#### 4.4 نرخ بهره بهینه تأمین مالی مقاومت‌سازی با سررسید یک دوره‌ای

اگر نرخ بهره بهینه با  $r_0$  نشان داده شود، برای تأمین مالی با سررسید یک دوره‌ای، هزینه حال شده تزیل‌کننده هایپربولیک عبارت است از:

$$c_0 = \delta\beta \times c(1 + r_0) \quad (29)$$

برای این که این تزیل‌کننده مقاومت‌سازی را تقاضا کند باید این گونه باشد:

$$\delta\beta \times c(1 + r_0) \leq \frac{u(1 - \rho)[1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)]}{(1 - \delta)(1 - \rho\delta)} \quad (30)$$

تصمیمات تزیل‌کننده هایپربولیک بهینه خواهد بود اگر به شکل زیر باشد:

$$A = \frac{[1 - (1 - \beta)\delta(1 + \rho - \delta\rho)]}{\delta\beta \times (1 + r_0)} = 1 \quad (31)$$

در نتیجه:

$$r_0 = \frac{[1 - (1 - \beta)\delta\rho(1 - \delta) - \delta]}{\delta\beta} \quad (32)$$

به سادگی می‌توان نشان داد، در صورتی که  $\beta = 1$  قرار داده شود، این رابطه به رابطه

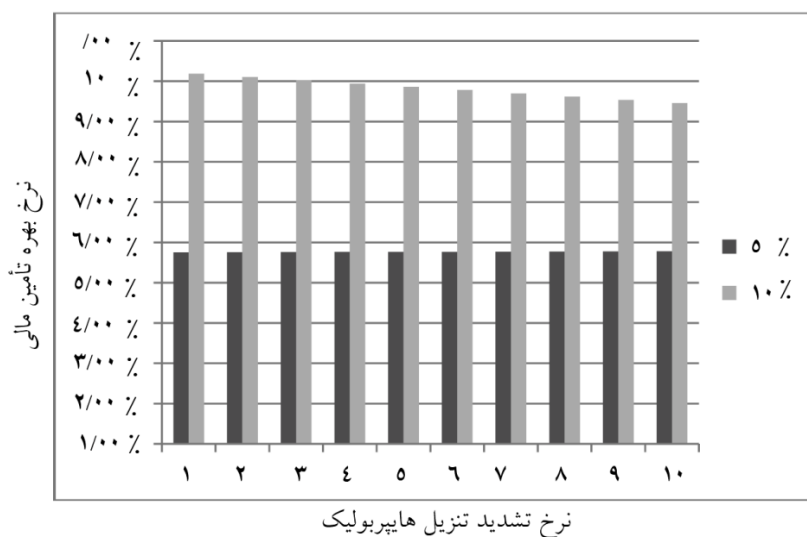
$$\delta = \frac{1}{1 + R} \quad (33)$$

تبدیل می‌شود. در هر حال، این رابطه مستلزم سیاست‌گذاری قوی‌ای است. با داشتن مقادیر متغیرهای سمت راست رابطه یا تخمین آن، به راحتی می‌توان نرخ بهره بهینه‌ای را به دست آورد که، براساس آن، تأمین مالی مقاومت‌سازی به آن منجر خواهد شد که تزیل‌کننده

هایپربولیک، مقاومسازی را در حد بهینه‌ای تقاضا کند. در نتیجه، مشکل تقاضای کمتر از حد مقاومسازی مرتفع خواهد شد.

اهمیت و تفاوت سیاست‌گذاری برای بهینه‌شدن تقاضای مقاومسازی از طریق تأمین مالی، در قیاس با پرداخت یارانه، با مقایسه دو رابطه 20 و 32 آشکار می‌شود. مطلوبیت  $u$  هم برای سیاست‌گذار مجهول و محاسبه‌نشده است و هم از فردی به فرد دیگر متفاوت خواهد بود. در رابطه 20، سیاست‌گذار، برای تعیین یارانه بهینه، به مقدار این مطلوبیت نیاز دارد. اما در رابطه 32، سیاست‌گذار برای تعیین نرخ بهره بهینه در تأمین مالی، نیازی به دانستن  $u$  ندارد. بنابراین، سازوکار تأمین مالی برای بهینه‌کردن مقاومسازی مؤثرتر، کنترل‌پذیرتر و کاراتر خواهد بود.

در شکل 3، به ازای  $N=50$  و دو نرخ تنزیل معمول 5 و 10 درصد و همچنین به ازای مقادیر مختلف تشدید تنزیل بین 1 تا 10 درصد برای مصرف‌کننده هایپربولیک، نرخ بهره بهینه تأمین مالی مقاومسازی محاسبه شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود، مقدار اصلاح نرخ بهره بسیار جزئی و صرف‌نظرکردنی است. همچنین این شکل کفایت تأمین مالی را برای بهینه‌شدن تقاضای مقاومسازی نشان می‌دهد. اگر نرخ تنزیل به صفر گرایش یابد، نرخ بهره بهینه نیز به صفر می‌گراید.



شکل 3. مقادیر  $r_0$  نرخ بهره بهینه برای مقاومسازی منبع: محاسبات تحقیق

## 5. نتیجه گیری

در این مطالعه نشان داده شد که، از سویی، به علت کژگزینی حاصل از بی تقارنی اطلاعات بین تولیدکننده و مصرف کننده مسکن و، از سوی دیگر، به علت رفتار تورش دار برای مصرف کننده، تقاضا برای مقاوم سازی ساختمان و مخارج صرف شده برای آن کمتر از حد بهینه خواهد بود. به ویژه، در این پژوهش به تحلیل میزان تأثیر تنزیل شبه هایپربولیک در انحراف قیمت ذخیره مقاوم سازی پرداخته و نقش آن در نابهنجی سطح مقاوم سازی تشریح شد.

بر این اساس، نخست دو راه حل علامت دهی و استاندارد سازی / شفاف سازی اطلاعات برای کاهش بی تقارنی اطلاعات و معضل کژگزینی ارائه شد. در نهایت، برای تصحیح و بهینه شدن تقاضای مصرف کننده هایپربولیک برای مقاوم سازی، دو سازوکار پرداخت یارانه و تأمین مالی ارائه و نشان داده شد که اگرچه انحراف روبه پایین تقاضا برای مقاوم سازی دلیل موجهی برای توجه به رویکردهای یارانه ای در جهت تحریک تقاضا فراهم می آورد، اما راه حل یارانه ای در عمل قابلیت کمتری برای اجرایی شدن دارد.

همچنین با بررسی سازوکار تأمین مالی نشان داده شد که تأمین مالی مقاوم سازی به تصحیح و بهینه شدن تقاضا برای مقاوم سازی و، تا حد زیادی، به یکسانی انتخاب های تنزیل کننده هایپربولیک با وضع بهینه می انجامد. از این منظر، سازوکار تأمین مالی کارآمد و تصحیح کننده است. همچنین سیاست گذار برای عملی کردن سازوکار تأمین مالی نیازی به داشتن اطلاعات در مورد ساختار تابع مطلوبیت مصرف کنندگان ندارد. بنابراین، در کشورهایی که نظام تأمین مالی تکامل یافته وجود ندارد، زمینه بروز این مشکل وجود خواهد داشت و تلاش سیاست گذار برای تکامل نظام تأمین مالی سبب تخفیف این پدیده خواهد شد. در نهایت، نشان داده شد که تأمین مالی کوتاه مدت و بلندمدت اثر یکسانی در تقاضای مقاوم سازی خواهند داشت.

## منابع

- Arnott, Richard J. (1983). "Housing Quality, Maintenance and Rehabilitation", *The Review of Economic Studies*, Vol. 50, No. 3.
- Beron, Kurt J. et al. (1997). "An Analysis of the Housing Market before and after the 1989 Loma Prieta Earthquake", *Land Economics*, Vol. 73, No. 1.
- Hunter, Greg (2003). "Incomplete Markets and Hyperbolic Discounting", *The Journal of Risk and Insurance*, Vol. 70, No. 1.

- Laibson, David (1997). "Golden Eggs and Hyperbolic Discounting", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 112, No. 2.
- Prelec, Drazen (2004). "Decreasing Impatience: A Criterion for Non-Stationary Time Preference and Hyperbolic Discounting", *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 106, No. 3.
- Rubinstein, Ariel (2003). "Economics and Psychology? The Case of Hyperbolic Discounting", *International Economic Review*, Vol. 44, No. 4.
- Schulze, William D. et al. (1987). "Benefits and Costs of Earthquake Resistant Buildings", *Southern Economic Journal*, Vol. 53, No. 4.
- Varian, Hal R. (1992). *Microeconomic analysis*, New York: Norton Press.
- Vatsa, Krishna S. (2002). "Reducing Earthquake Losses: Towards a National Perspective", *Economic and Political Weekly*, Vol. 37, No. 16.