Tariff Design for Achieving Multiple Policy Objectives in Public Utilities: Assessing the Capacity of Three-Part Tariffs to Achieve Efficiency, Equity, and Sustainable Consumption

Ali Mazyaki[1]

I n recent years, the provision of free or fully discounted utility bills for low-consumption households—covering electricity, gas, and water—has attracted growing attention from policymakers as a means of promoting resource efficiency and supporting vulnerable groups. This approach can be interpreted as a form of "free consumption threshold," which can be modeled within the framework of a three-part tariff (3PT). The study argues that by adopting simple and intuitive tariff structures, particularly those with fewer blocks, it is possible to pursue multiple, and at times conflicting, objectives in public utility pricing—provided that tariff design and implementation are grounded in theoretical insights, empirical evidence, and phased execution. The 3PT structure consists of two consumption blocks and a fixed periodic charge (subscription fee), with a marginal price applied beyond a defined threshold. Our theoretical analysis shows that under purely efficiency-driven objectives, the existence of a free initial block is not justifiable, implying that additional goals—such as equity, minimum access, consumption control, and financial sustainability—must be considered to justify its inclusion. Based on simulation results, the three-part tariff allocates a larger share of total subsidies to lower-income households (up to about 42 percent of total subsidies in the lowest income quintile), although this improvement in equity comes at the cost of reduced efficiency. Therefore, a careful and phased adjustment of tariff parameters—particularly the subscription fee, the size of the first block, and the marginal price—is essential to balance equity, efficiency, and other policy objectives.

Keywords: Equity, Efficiency, Three-Part Tariff, Public Utility Tariff Design.

JEL: L16; L32; Q25; Q31.

[1] Assistant Professor of Economics Department in Allameh Tabataba'i University (ATU), Tehran, Iran, mazyaki@atu.ac.ir.

طراحی تعرفه برای تحقق اهداف چندگانه در ارائه خدمات عمومی:

ارزیابی ظرفیت‌های تعرفه سه‌بخشی در دستیابی به کارایی، برابری و مصرف پایدار

علی مزیکی[1]

چکیده

در سال‌های اخیر، عرضه رایگان یا تخفیف صددرصدی در قبوض برق، گاز و آب مشترکان کم‌مصرف، با هدف بهینه‌سازی مصرف و حمایت از اقشار آسیب‌پذیر، مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گرفته است. این الگو در واقع نوعی «حد مصرف رایگان» است که می‌توان آن را در قالب ساختار تعرفه سه‌بخشی (3PT) مدل‌سازی کرد. در این مطالعه استدلال می‌شود که با استفاده از ساختارهای ساده و شهودی تعرفه، به‌ویژه با تعداد بلوک کمتر، می‌توان به اهداف متعارضی در حوزه خدمات عمومی دست یافت، مشروط بر آن‌که طراحی و اجرای تعرفه بر مبانی نظری و شواهد تجربی استوار باشد و به‌صورت مرحله‌ای اجرا شود. تعرفه سه‌بخشی شامل دو بلوک و یک هزینه ثابت دوره‌ای (آبونمان) است که قیمت حاشیه‌ای پس از یک آستانه مصرف تعریف می‌شود. تحلیل نظری ما نشان می‌دهد که با فرض اهداف صرف کارایی، وجود بلوک اولیه رایگان توجیه ندارد و باید اهدافی چون برابری، تأمین حداقل نیاز، کنترل مصرف و پایداری مالی را نیز در نظر گرفت. بر پایه شبیه‌سازی، نتایج حاکی از آن است که تعرفه سه‌بخشی سهم بیشتری از یارانه را به گروه‌های کم‌درآمد اختصاص می‌دهد، تا حدود ۴۲ درصد از کل یارانه در پایین‌ترین پنجک درآمدی، هرچند این برابری به بهای کاهش کارایی حاصل می‌شود. ازاین‌رو، تنظیم دقیق، با مطالعه و فاز به فاز پارامترهای تعرفه، به‌ویژه آبونمان، اندازه بلوک اول و قیمت حاشیه‌ای، برای ایجاد تعادل میان برابری، کارایی و سایر اهداف سیاستی، نقشی اساسی دارد.

واژگان کلیدی: برابری، کارایی، تعرفه سه بخشی، طراحی تعرفه خدمات عمومی.

JEL: L16; L32; Q25; Q31.

[1] استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی mazyaki@atu.ac.ir

۱ مقدمه

تعرفه‌گذاری خدمات شهری از جمله برق، گاز و آب با اهداف بالقوه متعارضی روبه‌روست: اطمینان از تأمین مالی و پوشش هزینه ارائه خدمات عمومی، کارایی اقتصادی، قابلیت کنترل مصرف، برابری، تامین دسترسی و اهداف سلامت. در عمل، همواره مناقشه‌ای بین سیاست‌گذار و طراح تعرفه حول تقدم کارایی یا برابری شکل می‌گیرد؛ چراکه، در عرضه خدمات عمومی علاوه بر کارایی، اهداف دیگری چون دسترسی به خدمات ضروری، و سلامت مطرح بوده است (اسپلند[۱] ۱۹۹۸، فونسکا[۲] و کاردون ۲۰۰۴، گوتیرز[۳] ۲۰۱۰، هیرشمن[۴] و برمن ۲۰۱۴). از این رو، ساختاری که هم «کفِ دسترسی» را تضمین کند و هم به کارایی و رشد تولید لطمه نزند، جذابیت ویژه‌ای دارد. «تعرفه سه بخشی»[۵] یا 3PT، شامل یک هزینه ثابت دوره‌ای (آبونمان) در بلوک آغازین رایگان و قیمت حاشیه‌ای پس از یک آستانه، یکی از مواردی است که دقیقاً به‌دلیل امکان تعریف «حجم حداقلی با قیمت صفر/بسیار پایین» برای این هدف می‌تواند مناسب باشد. این ایده به‌خصوص در بسترهایی که پیشتر خدمات رایگان ارائه می‌دهند یا افزایش قیمت خطی از نظر سیاسی دشوار است، می‌توان جالب باشد. در ایران نیز چنین ایده‌ای مورد توجه بوده است و هر از چندگاهی توسط سیاست‌گذار مطرح می‌شود.[۶] در ادامه ساختار چنین تعرفه‌ای را تعریف و تحلیل کرده و سپس به مدل‌سازی نظری و شبیه‌سازی آن می‌پردازیم. بدیهی است این مطالعه داوری قطعی ارائه نمی‌کند؛ بلکه چارچوبی تحلیلی و شواهد شبیه‌سازی‌شده برای ارزیابی عملیاتی و بستری برای مطالعه بیشتر فراهم می‌آورد. از این منظر، مدلسازی‌ها و شبیه‌سازی‌ها نقش «پایلوت آزمایشگاهی» برای طراحی و اجرای سیاست را ایفا می‌کنند.

برای روشن‌شدن مسئله، یک ساختار استاندارد 3PT را مرور می‌کنیم. در بستر خدمات عمومی، عرضه‌کننده را یک انحصارگر طبیعی تنظیم‌شده در نظر می‌گیریم که مقید به بازیابی هزینه‌ها یا سود صفر است. این کار از طریق حداقل کردن یا حداکثر کردن سود می‌تواند رخ بدهد؛ بدین معنا که پارامترهای تعرفه به‌گونه‌ای تعیین

---

[1] Splend
[2] Fonseca
[3] Gutiérrez
[4] Hirschman
[5] Three-part Tariff

[۶] در طرح برق امید مشترکان برق به سه دسته کم مصرف، خوش مصرف و پرمصرف تقسیم شده و از این میان بهای برق مصرفی گروه کم مصرف با ۱۰۰ درصد تخفیف محاسبه می‌شود.
https://www.irna.ir/news/84085660/مشترکان-کم-مصرف-برق-از-تخفیف-۱۰۰-درصدی-بهره-مند-می-شوند
یا مشترکان کم مصرف گاز خانگی در مناطق مختلف شهری، روستایی و عشایری، از تخفیف ۱۰۰ درصدی در قبوض گاز بهره‌مند می‌شوند.
https://tehrangasco.ir/detail/5628
همچنین در طرح آب امید با هدف تشویق مشترکان به رعایت الگوی مصرف، مشترکان کم‌مصرف از تخفیف ۱۰۰ درصدی بهره‌مند خواهند شد.
https://www.irna.ir/news/84150017/تخفیف-۱۰۰-درصدی-برای-کم-مصرف-ها-در-طرح-آب-امید

می‌شوند که درآمد مورد انتظار حاصله هزینه‌های ثابت و متغیر را پوشش دهد. در سمت تقاضا، از یک تابع خطی استفاده می‌کنیم:

$$q(p,\theta) = \frac{\theta - p}{b} \ , b > 0, \qquad (۱)$$

که معکوس آن $p(q,\theta) = \theta - b$ است و θ پارامتر نوع/تمایل به پرداخت مصرف‌کننده است. همان‌گونه که اشمالنزه[1] (۱۹۸۱) یادآور می‌شود، رها کردن فرض «هزینه نهایی ثابت» بینش تازه چندانی به این تحلیل نمی‌افزاید. بر این اساس رابطه عملی تقاضای 3PT به شکل:

$$q(F,\tilde{q},p,\theta) = \begin{cases} \frac{\theta - p}{b} & \text{if} \quad \frac{\theta - p}{b} > \tilde{q} \\ \tilde{q} & \text{if} \quad \frac{\theta - p}{b} \leq \tilde{q} \leq \frac{\theta}{b} \\ \frac{\theta}{b} & \text{if} \quad \frac{\theta}{b} < \tilde{q} \end{cases} \qquad (۲)$$

است که در آن کارمزد ثابت F، اندازه بلوک آغازین $\tilde{q}$، قیمت هر واحد در بلوک آغازین صفر، و قیمت حاشیه‌ای پس از آستانه، p است. ما در مدلسازی ابتدا نشان می‌دهیم که چنین تعرفه‌ای بر اساس مدل استاندارد موضوعیت ندارد؛ چراکه، مقدار بهینه حد مصرف $\tilde{q} = 0$ خواهد بود. فلذا اهداف دیگری باید مدنظر باشد که چنین تعرفه‌ای به کار گرفته بشود.

برای ارزیابی این روش از طریق یک شبیه‌سازی، چارچوب روش‌شناسی نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) را برای بررسی عملکرد کارایی، برابری و پوشش هزینه 3PT تطبیق می‌دهیم. البته این نوع تعرفه‌ای به‌طور کامل نوآورانه نیست، اما این مطالعه پتانسیل آن را در زمینه خدمات عمومی و از جنبه‌های جدیدی چون کنترل مصرف برجسته کرده و خواستار تحقیقات بیشتر و بررسی گسترده‌تر و عمیق‌تر آن‌ها در قالب مطالعات مدلسازی، شبیه‌سازی و اجرای فاز پایلوت، قبل از اجرای عملی آن در حوزه‌های تعرفه‌گذاری برق، گاز یا آب می‌شود. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش مدلسازی طرح‌های نوین تعرفه برای طراحی تعرفه‌های بهینه است که قادر به تحقق اهداف چندگانه در ارائه خدمات عمومی باشند. نوآوری ویژه این تحقیق در مدل‌سازی نوع خاصی از تعرفه‌ها نهفته است که معمولاً در فضای کسب‌وکار مورد توجه قرار می‌گیرند و تاکنون کمتر مطالعه‌ای در زمینه خدمات عمومی به بررسی این نوع تعرفه‌ها پرداخته است. با این حال، نمونه‌های تجربی واضحی وجود دارد که نشان می‌دهند سیاست‌گذاران با استفاده از تخفیف‌ها و تعیین حد مصرف، تمایل به اعمال این نوع تعرفه‌ها دارند.

[1] Schmalensee

بنابراین بسیار مهم است که در مطالعات بررسی شود که تا چه حد چنین تعرفه‌هایی کارآمد هستند و یا هدف مدیریت مصرف و تضمین دسترسی عادلانه به خدمات عمومی را به‌طور مؤثری فراهم می‌کنند.

۱,۱ مطالعات معیارهای بررسی انواع طرح‌های تعرفه

معیار کارایی مدت‌هاست که نقطه تمرکز مطالعات اقتصادی مرتبط با طراحی تعرفه بوده است، اما برابری و بازیابی هزینه‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌ویژه، نگرانی‌های مربوط به برابری اغلب عامل مهمی در رد توصیه‌های اقتصادی به شمار می‌آیند. این ممکن است ناشی از تفسیر برخی از قضایای اقتصادی بنیادین باشد که نشان می‌دهند سیاست‌مداران می‌توانند با توزیع مجدد منابع، نابرابری را کاهش دهند بدون اینکه کارایی را تضعیف کنند یا در مکانیسم قیمت‌گذاری دخالت نمایند. بر اساس این دیدگاه، برای دستیابی به برابری بیشتر، نیازی به کاهش کارایی نیست، زیرا توزیع مجدد می‌تواند نابرابری‌ها را برطرف کند. با این حال، باید توجه داشت که این قضایای اقتصادی، هرچند مفید، به چندین فرض بستگی دارند (دیتز[1] و اتکینسون ۲۰۱۴) و مکانیزم خاصی برای دستیابی به «بهترین اولین»[2] ایده‌آل ارائه نمی‌دهند. به همین دلیل، اقتصاددانان و سیاست‌گذاران سعی کرده‌اند برابری را با کارایی از طریق ساختارهای مختلف تعرفه‌ای، مانند تعرفه‌های بلوک افزایشی، متوازن سازند. در حالی که تعرفه‌های بلوکی، به‌ویژه آن‌هایی که بر اساس مدل رمزی[3] (۱۹۲۷) طراحی شده‌اند، اغلب به‌عنوان یک شکل از تبعیض قیمت‌گذاری دیده می‌شوند، آن‌ها همچنین با هدف پرداختن به نگرانی‌های توزیعی توجیه شده‌اند. یعنی ارائه قیمت‌های پایین‌تر برای بلوک‌های مصرف کمتر به‌عنوان ابزاری برای بهبود توان خرید برای خانوارهای کم‌درآمد نیز بوده است. (فلدستاین[4] ۱۹۲۷) در این زمینه، قیمت‌گذاری غیرخطی و بخصوص تعرفه بلوکی به ابزاری گسترده تبدیل شده است که در بخش‌های برق، گاز و آب و فاضلاب برای دستیابی به هر دو هدف برابری و کارایی در طراحی تعرفه‌ها استفاده می‌شود و بررسی کارآمدی آن‌ها در این ابعاد همواره مورد توجه بوده است.

ارزیابی کارایی و برابری در تعرفه گذاری خدمات عمومی اهداف متعددی دارد. نخست اینکه، با توجه به محدودیت‌های جغرافیایی در تولید آب، گاز و برق، اطمینان از ارائه کارآمد آن‌ها برای بهینه‌سازی تخصیص منابع بسیار حائز اهمیت است. دوم اینکه، از آنجا که دسترسی به حداقلی از آب شرب، و انرژی‌هایی چون برق و گاز برای عموم ضروری است، در دسترس بودن و قابلیت خرید آن مسائل حیاتی رفاهی به‌شمار می‌آیند، به‌ویژه در راستای تضمین دسترسی عادلانه برای تمام اعضای جامعه. علاوه بر این، عرضه آب و انرژی به‌عنوان یک ورودی

[1] Dietz
[2] First Best
[3] Ramsey
[4] Feldstein

حیاتی برای بسیاری از بخش‌های اقتصادی، مدیریت آن برای ثبات اقتصادی کلی ضروری است. علاوه بر این، عواملی چون رشد جمعیت، تغییر الگوهای مصرف و کاهش دسترسی به منابع، رقابت برای منابع محدود را افزایش داده است. بنابراین، تخصیص بهینه این منابع برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی نیز اهمیت بسیاری دارد.

در این راستا، کارایی مکانیزم‌های قیمت‌گذاری در طراحی تعرفه موضوعی است که در ادبیات با انتقاداتی مواجه بوده است، به‌طوری که مطالعاتی مانند مارتینز[1] و نویگس (۲۰۰۴) و ایتو[2] (۲۰۱۴) نشان می‌دهند که واکنش مصرف‌کنندگان به قیمت‌های حاشیه‌ای معمولاً نسبتاً کوچک است. با این حال اولمستد[3] و استاوینز (۲۰۰۹)، استدلال می‌کنند که تأثیر این قیمت‌ها هنگامی که قیمت‌های متوسط بالاتری اعمال بشوند، بیشتر نمایان شده و معنی‌دار می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که سیاست‌های مدیریت تقاضای آب می‌توانند در صورتی که ساختار تعرفه با دقت انتخاب شود، مؤثرتر باشند. با این حال، باید گفت که این مطالعه پتانسیل تدابیر تکمیلی مانند یارانه استفاده از تکنولوژی‌های صرفه‌جویی و ترویج استفاده مسئولانه را برای کاهش بیشتر مصرف نادیده نمی‌گیرد.

با این توصیف‌ها، ضروری است یک ساختار ارزیابی «کارایی» و «برابری» را برای ساختارهای مختلف تعرفه‌ای در نظر داشته باشیم. نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷)، یک توزیع برای مدل‌سازی مصرف آب استفاده شده و شبیه‌سازی با نمونه‌برداری تکراری از این توزیع برای مقایسه کارایی و برابری ساختارهای مختلف تعرفه ارائه می‌دهد. برابری، همان‌طور که در این مطالعه تعریف شده است، با سهم یارانه دریافتی در گروه‌های درآمدی مختلف اندازه‌گیری می‌شود. در این زمینه، سیستم تعرفه‌ای که سهم بیشتری از یارانه‌ها را به خانوارهای کم‌درآمد تخصیص می‌دهد، به‌عنوان سیستم با بالاترین سطح برابری در نظر گرفته می‌شود. معیار کلیدی دیگر، کارایی اقتصادی است که طبق نظر هاوسمن (۱۹۸۱)، بر اساس کشش قیمت تقاضای آب و بر اساس رفاه از دست رفته ارزیابی می‌شود. بنابراین، نتایج این مطالعه علاوه بر قیمت، به کشش تقاضای آب حساس است، که در نتیجه فهم عمیق‌تر کشش تقاضا، به‌ویژه در شرایطی که سیستم تعرفه اعمال خواهد شد، ضروری است. با این هدف، یکی از اقدامات ضروری، انجام یک کار نظری عمیق در این حوزه است؛ چراکه، بسیاری از شرایط فرضی در عمل رخ نداده‌اند و بررسی تبعات آن نیازمند نظریه‌پردازی است.

البته باید توجه داشته باشیم که نیل به این اهداف در زمینه ارزیابی کارایی و برابری، مستلزم اندازه‌گیری حجم مصرفی هر خانوار است. اما، به دلیل هزینه نصب کنتور، در ایران و حتی در اکثر مناطق کشورهای توسعه‌یافته‌ای

[1] Martínez
[2] Ito
[3] Olmsted

نظیر بریتانیا، به جز لندن که چنین طرحی در آن اجرا شده است، حجم آب مصرفی اکثریت مصرف‌کنندگان اندازه‌گیری نمی‌شود. این هزینه نصب کنتور برای هر انشعاب باعث شده است که در بسیاری از کشورها و یا شهرهای توسعه‌یافته نظیر فرانسه، آلمان، بوستون، نیویورک، و شیکاگو نیز حجم آب مصرفی برای کل ساختمان اندازه‌گیری شده و آمار دقیقی برای مصرف هر خانوار وجود ندارد. در این حالت، مبلغ قبض آب کل ساختمان که برای چند خانوار مشترک است، بر حسب فاکتورهایی نظیر متراژ آپارتمان، میان آنها تقسیم می‌شود. در چنین شرایطی، حفظ کارایی و حمایت هدفمند از خانوارهای کم‌درآمد از طریق کاهش مبلغ قبوض آب آنها دشوارتر خواهد بود.

البته باراک[1] و مونتگینول (۲۰۱۵) در بوستون آمریکا مثال جالبی از تعریف حجم بلوک‌ها بر اساس حجم سرانه آب مصرفی ارائه می‌دهد. در بوستون، کنتور آب، حجم آب مصرفی ساختمان را که شامل چندین خانوار با جمعیت‌های مختلف است اندازه‌گیری می‌کند. اما با توجه به اینکه مدیر ساختمان، اطلاعات مربوط به تعداد نفرات ساکن را در اختیار کمیسیون آب و فاضلاب بوستون قرار می‌دهند، امکان طراحی تعرفه‌های بلوکی افزایشی بر اساس حجم سرانه آب مصرفی و جبران ضرر خانوارهای فقیر در این شهر فراهم شده است.

اما همانطور که گفته شد در بسیاری از شهرها، این امکان فراهم نشده است. برای مثال در فرانسه، بر اساس قوانین مربوط به حفظ حریم خصوصی، دسترسی عرضه‌کنندگان آب به اطلاعات مربوط به تعداد نفرات ساکن در هر ساختمان غیرقانونی است. بعلاوه کمپانی‌های بزرگ عرضه‌کننده آب که توانسته‌اند هزینه‌های ناشی از اندازه‌گیری جداگانه آب مصرفی هر واحد آپارتمان را تخمین بزنند، آنها نتیجه گرفته‌اند که هزینه کسب اطلاعات بیشتر از این طریق به فایده آن نمی‌ارزد؛ لذا این کمپانی‌ها اعمال تخفیف بر مبلغ قبوض آب خانوارهای کم‌درآمد برای حمایت از آنها را به وضع تعرفه‌های بلوکی افزایشی ترجیح می‌دهند.

به دلیل همین مسائل است که در ادبیات مربوط به قیمت‌گذاری خدمات عمومی، بخصوص آب، عمدتاً تأکید شده است که دستیابی به کارایی اقتصادی و پوشش هزینه‌ها و اهداف اجتماعی، در بسیاری از موارد از طریق یک تعرفه استاندارد یکنواخت بیشتر از وضع تعرفه‌های ترجیحی مانند تعرفه بلوکی افزایشی تحقق می‌یابد. بر این اساس اگر هم بنا بر وضع تعرفه بلوکی افزایشی باشد، این ساختار باید بسیار ساده باشد؛ چرا که در نهایت، اهداف اجتماعی خارج از ساختار تعرفه و از طریق حمایت‌های درآمدی و غیر درآمدی از خانوارهای هدف قابل تأمین است و نیازی به پیچیده کردن ساختار تعرفه نیست.

با توجه به معیارهای ذکر شده، لازم است که ساختارهای تعرفه‌ای موجود را بررسی کرده و طراحی‌های جدید آن‌ها را کاوش کنیم. به‌طور کلی، تعرفه‌ها چارچوب‌های نظارتی هستند که شرایط قیمت‌گذاری یک خدمت

[1] Barraqué

خاص را تعیین می‌کنند. این ساختارها را می‌توان به‌طور کلی به دو دسته تقسیم کرد: تعرفه‌های خطی و غیرخطی. در تعرفه‌های خطی یا قیمت‌گذاری حاشیه‌ای، یا تعرفه یکنواخت، از مصرف‌کنندگان هزینه‌ای ثابت برای هر واحد مصرف آب اخذ می‌شود. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میزان انتقال T در رابطه این نوع تعرفه به صورت کلاسیک برابر p است. در مقابل، تعرفه‌های غیرخطی—که به‌طور گسترده‌تر و متنوع‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند—ترکیبی از یک هزینه ثابت با یک جزء متغیر هستند که به عواملی مانند حجم مصرف وابسته است. تعرفه‌های بلوکی، که یک نوع رایج از قیمت‌گذاری غیرخطی هستند، به‌طور گسترده‌ای در قیمت‌گذاری خدمات عمومی استفاده می‌شوند. تصریح فنی تعرفه بلوکی در قالب دو بلوکی نیز در جدول ۱ ارائه شده است، که در آن پرداختی به نسبت قرارگیری در گروه مصرفی یا بلوک مربوطه محاسبه می‌شود. در میان سایر روش‌های غیرخطی، «تعرفه دو بخشی»[1] 2PT ترکیبی از یک هزینه ورود F و یک هزینه حاشیه‌ای افزایشی وابسته به مصرف، p، است. از تعرفه دوبخشی به واسطه روشی که برای محاسبه هزینه آبونمان به کار می‌برد یک تبعیض قیمت غیر مستقیم نیز می‌نامند. (اوئی[2] ۱۹۷۱)

نوع دیگری از تعرفه‌های غیرخطی که مورد توجه این مطالعه نیز هست، تعرفه سه قسمتی یا 3PT است که در ساختار آن مصرف‌کنندگان برای حجم معینی از آب رایگان یک هزینه ورود می‌پردازند و پس از آن حجم معین، یا آستانه $\bar{q}$، هزینه حاشیه‌ای برای مصرف بیشتر اخذ می‌شود. مالون[3] (۲۰۱۴) از 3PT به‌عنوان ابزاری برای بهبود شبکه و پیشگیری از تراکم در پهنای باند استفاده کرده است. اگرچه 3PT به‌عنوان روشی نوآورانه و پیچیده در قیمت‌گذاری شناخته می‌شود، مطالعات تجربی درباره کارایی آن محدود است، همان‌طور که توسط فیبیچ[4] و همکاران (۲۰۱۷) نیز به این موضوع اشاره شده است.

جدول ۱: تصریح فنی تعریف انواع تعرفه‌های خطی و غیرخطی

نام تعرفه	صورتحساب یا میزان انتقال T
تعرفه خطی	$T = p$
تعرفه بلوکی	$T = F + [p_1\bar{q} + p_2(q - \bar{q})](q > \bar{q}) + p_1 q(q \leq \bar{q})$
تعرفه دوبخشی	$T = F + p$
تعرفه سه بخشی	$T = F + p(q - \bar{q})(q > \bar{q})$

1 Two-part Tariff
2 Oi
3 Malone
4 Fibich

همانطور که مشاهده شد، طراحی سیستم‌های قیمت‌گذاری خدمات عمومی، به‌ویژه در مواجهه با بحران فزاینده کمبود منابع، توجه زیادی را از سوی پژوهشگران و سیاست‌گذاران به خود جلب کرده است. چالش اصلی این است که بین کارایی اقتصادی و برابری اجتماعی تعادل برقرار شود و در عین حال مکانیزم‌های قیمت‌گذاری به‌گونه‌ای طراحی شوند که از مصرف بهینه حمایت کنند، بدون آنکه بار زیادی بر دوش جمعیت‌های آسیب‌پذیر بگذارند. در دهه‌های اخیر، مدل‌های مختلف قیمت‌گذاری برای مقابله با این چالش‌ها بررسی شده‌اند، به‌ویژه تعرفه‌های بلوک افزایشی IBT. این تعرفه‌ها به دلیل توانایی در تشویق به صرفه‌جویی و ارائه یارانه به خانوارهای کم‌درآمد اهمیت زیادی یافته‌اند. مطالعاتی مانند داهان[1] و نیسان (۲۰۰۷) و مونترو[2] و روزتا-پالما (۲۰۱۱) تأکید دارند که IBT می‌تواند به اصل «آلودگی‌کننده می‌پردازد» دست یابد، به‌طوری‌که نرخ‌های بالاتر برای مصرف بیشتر اعمال می‌کند و در عین حال نرخ‌های پایین‌تری برای نیازهای اساسی را فراهم می‌آورد. با این حال، نگرانی‌هایی (گرفتون[3] ۲۰۲۰) در خصوص پیامدهای غیرمستقیم آن‌ها وجود دارد، به‌ویژه امکان آسیب به خانوارهای بزرگ کم‌درآمد که به خدمات بیشتری نیاز دارند.

با این اوصاف در این مطالعه، به بررسی پیاده‌سازی تعرفه‌های سه‌بخشی می‌پردازیم که شامل یک هزینه ورود ثابت، یک بلوک اولیه یارانه‌ای یا رایگان از آب است که پس از حد مصرف مخارج استفاده از خدمات مصرفی از برق، آب یا گاز بیشتر می‌شود. ایده سیاست‌گذار این است که با وجود چالش‌های تغییر قیمت‌ها، 3PT راه‌حل منصفانه‌تری ارائه می‌دهد چرا که اطمینان حاصل می‌کند خانوارهای کم‌درآمد بخش زیادی از نیاز خود را بدون مخارج دریافت می‌کنند، در حالی که به‌طور همزمان مصرف بهینه را نیز تشویق می‌کند. با این حال، کارایی چنین مدل‌های قیمت‌گذاری به‌طور قابل‌توجهی وابسته به چارچوب‌های نظارتی است که پیاده‌سازی آن‌ها را هدایت می‌کند، که این امر ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه را برجسته می‌کند. با توجه به نبود داده‌های واقعی فاز پایلوت برای ارزیابی این طرح‌های قیمت‌گذاری، از روش‌های شبیه‌سازی برای مقایسه عملکرد آن‌ها استفاده می‌شود. مطالعاتی از قبیل قاراخانی[4] و همکاران (۲۰۲۳)، و مزیکی[5] (۲۰۱۷) نیز از این روش‌ها استفاده کرده‌اند تا ساختارهای مختلف قیمت‌گذاری را تحلیل و مقایسه کنند و بینش‌های ارزشمندی در مورد نتایج بالقوه آن‌ها در سناریوهای مختلف ارائه دهند. با شدت گرفتن بحران منابع در جهان، تحقیقات بیشتری لازم است تا استراتژی‌های قیمت‌گذاری پالایش شوند و اطمینان حاصل شود که تعرفه‌های ارائه خدمات عمومی هم منصفانه و هم پایدار هستند و این مطالعه به این گفت‌وگوی جاری کمک می‌کند. در ادامه روش شناسی، مدلسازی و نتایج شبیه‌سازی ارائه می‌شود.

---

1 Dahan
2 Monteiro
3 Grafton
4 Gharakhani
5 Mazyaki

۲ متدولوژی، مدل‌ها و نتایج شبیه‌سازی

تعرفه سه‌بخشی 3PT شامل یک هزینه ورود ثابت برای مصرف تا حد مجاز و یک قیمت مصرفی برای هر واحد مصرفی بیشتر از حد مجاز است. با تغییر پارامترهای هزینه ورود، حد مجاز و قیمت مصرف به صفر، می‌توان هفت زیرمجموعه از 3PT را تعریف کرد: عرضه رایگان، قیمت‌گذاری بر اساس واحد، نرخ ثابت، تعرفه دو بخشی با هزینه ورود و قیمت مصرف، نرخ ثابت با سقف، تعرفه دو بخشی با حد مجاز و قیمت مصرف، و در نهایت 3PT با عناصر غیرصفر. این مدل‌ها به‌طور گسترده‌ای در کسب‌وکارها برای ارائه کالاها و خدمات استفاده می‌شوند. به‌ویژه در صنعت‌های آنلاین، مانند اسپاتیفای و دراپ‌باکس که از مدل‌هایی مشابه برای جذب کاربران استفاده می‌کنند.

یکی از ویژگی‌های مهم تعرفه سه‌بخشی، امکان ارائه تخفیف صددرصدی به شرط رعایت حد مصرف است. این ویژگی در بخش خدمات عمومی برای مدیریت مصرف منابع محدود، مانند آب، برق و گاز، بسیار مهم است. ایده سیاستگذار این است که با استفاده از چنین ساختاری، می‌توان از یک طرف به خانوارهای کم‌درآمد بخشی از نیازهای اولیه را به‌صورت رایگان یا یارانه‌ای تأمین کرد، و از طرف دیگر مصرف بی‌رویه را کنترل کرد. این در حالی است که در بخش خصوصی، هدف عمده ارائه خدمات رایگان معمولاً جذب بیشتر مشتریان و افزایش استفاده از سرویس‌ها است.

در بخش عمومی، انگیزه اصلی، علاوه بر جذب مصرف‌کنندگان، کنترل مصرف منابع محدود در عین حفظ دسترسی همگانی است. این موضوع در حالی است که در کسب‌وکارها، انگیزه اصلی ارائه تخفیف‌های صددرصدی یا خدمات رایگان، به‌ویژه برای محصولات جدید، گسترش استفاده از خدمات است. به‌هرحال، حتی در بخش خصوصی، این پرسش که آیا ارائه کالا یا خدمات به‌صورت رایگان از نظر اقتصادی قابل توجیه است یا خیر، همچنان یک چالش مهم است که در طراحی چنین تعرفه‌هایی باید مد نظر قرار گیرد.

در این مطالعه از یک رویکرد ترکیبی استفاده می‌کنیم که شامل مدلسازی نظری از یک‌سو و شبیه‌سازی بر اساس مطالعات تجربی از سوی دیگر است. چارچوب نظری برای ارزیابی اثرات 3PT بر این پایه استوار است که ارزیابی آثار تحولات تعرفه‌ای با توجه به اطلاعات ناقص، به واسطه عدم به‌کارگیری عملی تعرفه، ابتدا باید در تحلیل تئوریک و مدلسازی بر اساس مدل‌هایی که تاکنون مورد استفاده بوده‌اند، مورد ارزیابی قرار بگیرد. از سوی دیگر، شبیه‌سازی‌های تجربی که برای ارزیابی طرح‌های مختلف تعرفه توسعه داده شده‌اند، به‌عنوان مبنای شبیه‌سازی برای ارزیابی 3PT در این مطالعه استفاده می‌شوند. بر این اساس، ابتدا مدل را طراحی کرده و نشان می‌دهیم که 3PT نمی‌تواند تنها بر اساس معیارهای کارایی توجیه شود. سپس بررسی می‌کنیم که آیا 3PT می‌تواند معیارهای دیگری چون برابری را حفظ کرده و همزمان کارایی را نیز حفظ کند. در این راستا، مقایسه‌ای میان تعرفه سه‌بخشی و سایر تعرفه‌هایی که در مطالعه نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) مورد بررسی بوده‌اند، انجام می‌دهیم. نتایج این تحقیق به‌ویژه برای سیاست‌گذاران بخش عمومی که به دنبال طراحی سیستم‌های تعرفه نوآورانه هستند، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی ارائه دهد.

یکی از دلایل اصلی استفاده از داده‌های شبیه‌سازی‌شده به‌جای داده‌های واقعی در این مطالعه، دسترسی محدود به داده‌های واقعی مصرف آب خانوارها است. به‌ویژه، داده‌های مربوط به درآمد خانوار معمولاً در صورتحساب‌های آب موجود نیست و استفاده از نظرسنجی‌های آب نیز به‌دلیل پیچیدگی‌های موجود در سیستم‌های تعرفه بلوکی کاربردی نیست. در چنین سیستم‌هایی، محاسبه مقدار آب مصرفی تنها بر اساس مبلغ قابل پرداخت ذکرشده در صورتحساب دشوار و گاهی غیرممکن است؛ چراکه ممکن است دو خانوار علی‌رغم داشتن صورتحساب‌های یکسان، مصرف متفاوتی داشته باشند، به‌ویژه اگر از تخفیف‌ها یا قیمت‌های ویژه‌ای در مناطق خاص بهره‌مند شوند.

بر این اساس، مدل‌سازی‌ها و شبیه‌سازی‌ها مزیت منحصر به‌فردی دارند که به ما این امکان را می‌دهند تا طیف وسیعی از طرح‌های تعرفه را بررسی کرده و عملکرد آن‌ها را از جنبه‌های برابری و کارایی ارزیابی کنیم. این روش به ما اجازه می‌دهد تا متغیرهایی مانند میزان هزینه ثابت، اندازه بلوک اولیه، ساختار قیمت‌گذاری برای بلوک‌های بعدی و تأثیر سناریوهای مختلف کشش قیمت را تحلیل کنیم. این انعطاف‌پذیری و کنترل بر متغیرها، این روش را به ابزاری قدرتمند برای مقایسه سیستم‌های مختلف تعرفه در شرایط مختلف تبدیل می‌کند.

معیار مقایسه ما برای ارزیابی طرح‌های تعرفه جدید، عمدتاً مقایسه با تعرفه‌های خطی و بلوکی متمرکز است، زیرا این سیستم‌ها رایج‌ترین سیستم‌های قیمت‌گذاری در خدمات عمومی هستند. اجرای یک سیستم تعرفه جدید تأثیراتی بر قیمت‌هایی که خانوارها با آن مواجه می‌شوند، مقداری که مصرف می‌کنند و مبلغ قبوض آن‌ها خواهد گذاشت. ما تأثیرات این تغییرات را براساس معیارهای مختلفی تحلیل می‌کنیم: توزیع یارانه‌ها یا برابری بین فردی و خانواری، کارایی اقتصادی که بر اساس کاهش یا افزایش رفاه ارزیابی می‌شود، پوشش هزینه‌ها برای دستیابی به پایداری عرضه و البته معیارهای دیگری چون سادگی تعرفه برای اثرگذاری بر مصرف خانوار.

البته باید توجه داشت که در بسیاری از کشورهای کم‌درآمد، درآمدهای آب تنها بخشی از هزینه‌ها را پوشش می‌دهند و باقی هزینه‌ها توسط دولت پرداخت می‌شود. در این شرایط، دستیابی به تعادل مناسب بین برابری و کارایی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا ممکن است هزینه‌های بالای تأمین آب، فشارهای اجتماعی و اقتصادی بیشتری به خانوارهای کم‌درآمد وارد کند. در ادامه، ابتدا مدلسازی 3PT و سپس شبیه‌سازی و مقایسه آن با سایر تعرفه‌ها در معیارهای مختلف ارائه می‌شود. این مقایسه به ما کمک می‌کند تا عملکرد این تعرفه را از جنبه‌های مختلف بررسی کرده و نقاط قوت و ضعف آن را نسبت به سایر سیستم‌های تعرفه‌ای موجود ارزیابی کنیم.

۲,۱ مدلسازی و تحلیل نظری تعرفه سه‌بخشی

مدلسازی 3PT بر اساس روابط تقاضا در (۱) و (۲) صورت می‌گیرد. ما انواع مشتریان را دارای نوع θ در نظر می‌گیریم که پارامتر نوع/تمایل به پرداخت مصرف‌کننده بوده و دارای یک توزیع یکنواخت بین صفر و یک است.

بر این اساس و با توجه به شکل تقاضا سه گروه از مصرف‌کنندگان وجود دارند: نخست، گروهی که تقاضای آن‌ها پایین‌تر از آستانه $\tilde{q}$ است و قیمت برای آنها صفر است، به زبان فنی مصرف‌کنندگانی که برای آن‌ها $0 \leq \theta \leq b\tilde{q}$ هستند. شایان ذکر است که برای این دسته از مصرف‌کنندگان، که کمتر از آستانه مصرف می‌کنند، قیمت بر واحد صفر است و عملاً برای آنها $q(0,\theta) \leq \tilde{q}$. سپس، در دسته دوم گروهی قرار دارند که تقاضای آن‌ها بالاتر است، اما نه به اندازه‌ای که بخواهند بیش از آستانه تقاضا کرده و مجبور به پرداخت قیمت p بشوند. برای این گروه به زبان فنی $q(p,\theta) \leq \tilde{q}$ اما $q(0,\theta) \geq \tilde{q}$. لذا این گروه دوم مربوط به نوع‌هایی هستند که $\theta \in [b\tilde{q}, p + b\tilde{q}]$ و تقاضای آن‌ها در آستانه $\tilde{q}$ است. در نهایت، گروه سوم شامل انواعی است که تقاضای آن‌ها به گونه‌ای بیشتر از $\tilde{q}$ می‌باشد که حاضر به پرداخت قیمت بر واحد نیز می‌شوند. به زبان رسمی این دسته از مصرف کنندگان آنهایی هستند که $\theta > p + b\tilde{q}$.

برای حل این مساله لازم است تا پارامترهای قیمت‌گذاری 3PT، یعنی p ، $\tilde{q}$ و F را در قالب یک مدل حداکثرسازی یا حداقل‌سازی سود تا سود صفر محاسبه کنیم. بدین منظور ابتدا لازم است تا آبونمان F مشخص بشود. مشخص شدن F در واقع به این موضوع بستگی دارد که عرضه‌کننده خدمات تصمیم می‌گیرد تا چه حدی از مشتریان را پوشش بدهد. به بیان فنی پوشش برای مشتریان $\theta \in [\theta_m, 1]$ صورت می‌گیرد، یعنی آخرین مشتری با کمترین تمایل به پرداخت دارای نوع θ_m است.

موضوع تعیین آبونمان بحثی چالشی است؛ چرا که، به واسطه اینکه این عرضه‌کننده قصد دارد با سود صفر حداکثر پوشش را ایجاد کند قاعدتاً $F = 0$ فرض معقولی است. اما در عمل ما می‌بینیم که در صورت عدم پرداخت قبض، معمولاً اشتراک قطع می‌شود. این موضوع لزوماً محدود کردن دسترسی نیست؛ زیرا، بعضا به دلیل عدم حضور فرد یا عدم حضور طولانی چنین اتفاقی رخ می‌دهد. برای برخورد با این موضوع ما فرض می‌کنیم $F = 0$، یا اینکه F مقداری کوچک است؛ لذا، ترجمه این فرض به زبان انواع مصرف‌کننده عبارت خواهد بود از $\theta_m = 0$ یا $\theta_m \leq b\tilde{q}$. در این حالت، هزینه ورود، بر اساس مازاد مصرف‌کننده نوعی که قیمت برواحد پرداخت نمی‌کند، به شکل:

$$F = \int_0^{\theta_m} \frac{\theta_m - x}{b}\, d \quad = \frac{\theta_m^{\,2}}{2b}. \qquad (۳)$$

تعریف می‌شود. در ادامه تحلیل ما نشان می‌دهد که مقدار بهینه $\tilde{q}$ برابرصفر خواهد بود. یعنی بر اساس این تحلیل نمی‌توان تعرفه سه بخشی با بلوک رایگان تصور کرد. توجه کنید که این نتیجه حتی بر اساس مقادیر بزرگتری از آبونمان نیز به دست می‌آید که البته در اینجا به دلیل مرتبط نبودن با موضوع مورد بحث مطرح نمی‌کنیم. بنابراین، بر اساس رابطه (۳)، سود π به عنوان تابعی از θ_m، $\tilde{q}$ و p به شکل:

$$\pi = \int_{\theta_m}^{1} \frac{\theta_m^{\ 2}}{2b}\, d \ + \int_{\theta_m}^{b\tilde{q}} \frac{\theta}{b}(-k)\, d \ + \int_{b\tilde{q}}^{p+b\tilde{q}} \tilde{q}(-k)\ d \ + \int_{p+b\tilde{q}}^{1} \frac{\theta - p}{b}(p-k)\ d \ - \int_{p+b\tilde{q}}^{1} p\tilde{q}\ d\ . \quad (۴)$$

قابل طرح است. عبارت انتگرال اول بیانگر درآمد حاصله از دریافت کارمزد ثابت از مصرف‌کنندگان است. عبارات دوم و سوم به هزینه تولید برای تقاضاهای پایین‌تر یا برابر با $\tilde{q}$ اشاره دارند که مصرف‌کنندگان بابت آن پرداختی ندارند. انتگرال چهارم سود ناشی از تقاضاهای بالاتر از $\tilde{q}$ را محاسبه می‌کند. در نهایت، عبارت آخر برای کسر کردن سود اضافی است که در انتگرال قبلی محاسبه شده، زیرا انواع مصرف‌کنندگان متناظر تا سطح $\tilde{q}$ پرداختی ندارند.

تابع سود (۴) را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\pi = \frac{\theta_m^{\ 2}}{2b}(1-\theta_m) + \left(\frac{\theta_m^{\ 2}}{2b} - p\tilde{q}\right)k + \frac{(1-p)^2}{2b}(p-k) - \frac{(b\tilde{q})^2}{2b}p - p\tilde{q}(1-p-b\tilde{q}). \quad (۵)$$

با نوشتن شرط مرتبه اول نسبت به $\tilde{q}$:

$$\frac{\partial \pi}{\partial \tilde{q}} = -p \ - p(1-p-b\tilde{q}), \quad (۶)$$

به این نتیجه می‌رسیم که تنها پاسخ ممکن برای بیشینه‌سازی سود، $\tilde{q} = 0$ است. بنابراین، تعرفه بهینه به یک تعرفه دوبخشی با هزینه ورود و قیمت مصرفی تبدیل می‌شود. این نتیجه از آن‌جا ناشی می‌شود که شرط مرتبه دوم نسبت به $\tilde{q}$ برقرار نیست:

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial \tilde{q}^2} = b \ > 0. \quad (۷)$$

به عبارت دیگر، در شرایط استاندارد و با فرض هزینه نهایی ثابت، وجود بلوک اولیه رایگان (یعنی $\tilde{q} > 0$) از نظر مساله حداکثرسازی سود بهینه نیست و ساختار تعرفه به‌طور طبیعی به حالت دوبخشی میل می‌کند. شایان ذکر است که این موضوع به مقدار θ_m نیز بستگی ندارد.

۲,۱,۱ تحلیل آثار تخفیف صد درصدی بر سایر معیارها

با توجه به آنچه تابحال مطرح شد، استفاده از حد مصرف در قالب 3PT نمی‌تواند هدف حداکثرسازی سود را محقق کند. برای بررسی تخفیف صد درصدی به افرادی که کمتر از حد مصرف از خدمات عمومی استفاده می‌کنند نیز نتیجه را تغییر نمی‌دهد، چرا که در چنین حالتی جزء $-\int_{p+b\tilde{q}}^{1} p\tilde{q}\ d$ از انتهای رابطه سود (۴) حذف شده و عملاً شرط مرتبه اول را به:

$$\frac{\partial u}{\partial \tilde{q}} = -p \quad - p\ \tilde{q}, \tag{۸}$$

تغییر می‌دهد و باز نتیجه بهینه حذف حد مصرف خواهد بود. لذا تخفیف صد درصدی دلایلی به جز ساختار استاندارد کارایی به شکل حداکثرسازی سود دارد. بنابراین قرار دادن معیارهای دیگر و حل تحلیلی آن در مطالعات آتی ضروری به نظر می‌رسد. اما بر اساس آنچه بدست آمد می‌توان گفت اگر قیمت بر واحد p در کنار هزینه حاشیه‌ای k را در معیار کارایی $p = k$ به کار ببریم، به کار بردن تخفیف صد درصدی می‌تواند سوبسیدی معادل:

$$S \quad _{\theta} = k \times \frac{\theta}{b}(\theta_m \le \theta \le b\tilde{q}) + k\tilde{q}(b\tilde{q} \le \theta \le k + b\tilde{q}) - \frac{{\theta_m}^2}{2b} \tag{۹}$$

را نصیب نوع θ کند، که بر اساس صورتحساب پرداختی این نوع یعنی:

$$B_{\theta} = \frac{{\theta_m}^2}{2t} + p[(q(p,\theta) - \tilde{q})] \tag{۱۰}$$

بدست آمده و طبق آن کل سوبسید پرداختی از طرف عرضه‌کننده خدمات عبارت است از:

$$S \quad _{\theta} = k\left(\int_{\theta_m}^{b\tilde{q}} \frac{\theta}{b} d \quad + \int_{b\tilde{q}}^{k+b\tilde{q}} \tilde{q}\ d \quad\right) - \int_{\theta_m}^{1} \frac{{\theta_m}^2}{2b}\ d\ . \tag{۱۱}$$

که عاید گروه‌های $\theta_m \le \theta \le b\tilde{q}$ و $b\tilde{q} \le \theta \le k + b\tilde{q}$ می‌شود.

بر اساس این روابط می‌توان گفت که این تخفیف صد درصدی گرچه نمی‌تواند کارایی را کامل برقرار کند اما پتانسیل برقراری برابری بیشتر را به خوبی دارد. در اینجا باید به این موضوع اشاره کرد که باربرن[1] و آربس (۲۰۰۹) در یک مدل ساده نشان می‌دهند که از طریق طراحی تعرفه عمومی آب، و نه از طریق وضع تعرفه ویژه برای گروهی از افراد می‌توان به برابری دست یافت اما آنچه در آنجا مطرح می‌شود برابری پرداخت است و معمولاً سیاستگذار از برابری، پرداخت سوبسید به گروه‌های خاص را منظور می‌کند که در اینجا به آن پرداختیم وگرنه

[1] Barberán

قیمت بر واحد برابرترین نوع پرداخت بر واحد آب را فراهم می‌آورد. این موضوع در اینجا از آن جهت مطرح می‌شود که نوع برابری که توسط 3PT مطرح می‌شود، فراتر از صرف یک برابری پرداخت است. البته باید گفت که باربرن و آربس (۲۰۰۹) به درستی این نکته را مطرح می‌کنند که پیچیده‌سازی تعرفه از طریق بلوک‌های متعدد نمی‌تواند برابری را به هیچ معنایی محقق بکند.

یکی دیگر از ایده‌های سیاستگذار این است که اعطای چنین تخفیفی انگیزه کاهش مصرف ایجاد می‌کند. این موضوع البته تا حدی درست است، و مطالعاتی در این زمینه نیز وجود دارند اما همانطور که فیبیچ[1] و همکاران (۲۰۱۷) و بارگاوا[2] و گانگوار (۲۰۱۸) و مالون[3] و همکاران (۲۰۱۴) مطرح می‌کنند این کنترل مصرف، به دلایل رفتاری، حول حد مصرف خواهد بود و لزوماً مجموع مصرف را کاهش نداده و حتی ممکن است موجب استفاده بیش از حد (آسکارازا[4] و همکاران ۲۰۱۲) کاربران بشود. البته ممکن است اضافه کردن نوعی پویایی (مالون و همکاران ۲۰۱۴) بتواند در این زمینه راهگشا باشد. درادامه برای مقایسه کارایی، برابری و پوشش هزینه تعرفه 3PT ومقایسه آن با سایر تعرفه‌ها یک ساختار شبیه‌سازی را بر اساس نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) توسعه داده‌ایم که نتایج آن ارائه می‌شود.

۲,۲ برآورد کارایی و برابری، تعرفه سه‌بخشی در قالب شبیه‌سازی

بر اساس آنچه مطرح شد و برای ارزیابی عملکرد تعرفه سه‌بخشی از روش شبیه‌سازی‌شده نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) برای ۵۰۰۰ خانوار استفاده شد. مصرف خانوارها برای اهداف شبیه‌سازی از توزیع لوگ-نرمال پیروی می‌کند و همبسته با درآمد خانوار است. همچنین برای اطمینان از نتایج دو سطح همبستگی میان درآمد و مصرف در نظر گرفته شد: ۰/۱ مربوط به همبستگی ضعیف و ۰/۸ مربوط به همبستگی قوی. در هر حالت، چندین ترکیب از پارامترهای تعرفه از جمله آبونمان، اندازه بلوک آغازین و قیمت حاشیه‌ای بررسی شد تا رفتار شاخص‌های **برابری و کارایی** سنجیده شود. شایان ذکر است که چون ما از روش این مطالعه برای شبیه‌سازی استفاده می‌کنیم روش کارکاملاً مشابه بوده و جزئیات را ذکر نمی‌کنیم و تنها به آنچه این مطالعه اضافه کرده است می‌پردازیم.

در طراحی سناریوهای نمایش داده شده در جدول ۲ و جدول ۳ برای مقایسه‌پذیری با تعرفه سه‌بخشی، تعرفه بلوکی همانطور که در نوجز و ویتینگتون است، دو بلوکی در نظر گرفته شده است. فلذا سناریوها به شکل $I. \quad -F-q_1$ و $3P \quad -F-\bar{q}$ نمایش داده می‌شوند. همچنین برای اطمینان از نتایج از دو سطح همبستگی

[1] Fibich
[2] Bhargava
[3] Malone
[4] Ascarza

درآمد و مصرف، یعنی ۰٫۱ و ۰٫۸ استفاده می‌کنیم که بعضاً با نماد $3P - F - \bar{q}$ نمایش داده می‌شود. بازیابی هزینه‌ها نیز در این شبیه‌سازی قابل کنترل است اما از آنجاکه نتیجه قابل توجهی نداشت، در اینجا ارائه نمی‌شود.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که 3PT در اغلب سناریوها از منظر برابری عملکرد بهتری نسبت به تعرفه‌های بلوک افزایشی IBT دارد. به‌ویژه، درصد متوسط سوبسید توزیعی در پنجک پایین به‌طور معناداری بیشتر است؛ برای مثال در برخی سناریوها این سهم به حدود ۴۲ درصد کل یارانه می‌رسد، در حالی که در IBT متناظر کمتر از ۱۵ درصد است. البته باید گفت که چنین نتیجه‌ای به واسطه کاهش بسیار زیاد کارایی نیز هست که از طریق رفاه از دست‌رفته محاسبه می‌شود. از منظر کارایی اقتصادی، نتایج نشان می‌دهد که هرچه اندازه بلوک اولیه بزرگ‌تر باشد، میزان «رفاه از دست‌رفته»[1]، نسبت به تعرفه یکنواخت افزایش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش حد مصرف، می‌تواند موجب انحراف در تخصیص بهینه و افزایش زیان کارایی شود. همچنین می‌توان گفت که این افزایش برابری تعرفه سه‌بخشی عمدتاً از طریق کاهش کارایی رخ داده است.

جدول ۲: مقایسه سناریوهای 3PT در سطح همبستگی درآمد و مصرف ۰٫۱

	3PT-0-5	3PT-0–10	3PT-0-15	3PT-10-5	3PT-10-10	3PT-10-15	3PT-15-5	3PT-15-10	3PT-15-15
درصد متوسط سوبسید توزیعی در پنجک پایین	15	31	42	10	25	33	7	19	29
کارایی اقتصادی یا رفاه از دست رفته	-21,537	-70,841	-129,738	-2,261	-11,283	-25,189	-882	-7,061	-17,630
	(609)	(923)	(1934)	(32)	(137)	(343)	(14)	(104)	(265)
	IBT-0-5	IBT-0–10	IBT-0-15	IBT-10-5	IBT-10-10	IBT-10-15	IBT-15-5	IBT-15-10	IBT-15-15
درصد متوسط سوبسید توزیعی در پنجک پایین	7	11	13	1	6	9	3	5	8
کارایی اقتصادی یا رفاه از دست رفته	-922	-2,084	-2,605	-194	-499	-970	-26	-234	-639
	(248)	(223)	(218)	(76)	(242)	(207)	(68)	(244)	(191)

*منبع ارقام تعرفه سه بخشی مطالعه حاضر است و منبع ارقام بلوکی نوجز و ویتینگتون است که البته در شبیه‌سازی توسط ما بازیابی شده‌اند.

در عنوان سناریوها اولین رقم مربوط به آبونمان F و رقم دوم مربوط به حد مصرف $\bar{q}$ یا در تعرفه بلوکی حد q_1 بلوک اول است.

همچنین در جدول ۳ ردیف «درصد متوسط یارانه پنجک پایین» نشان می‌دهد 3PT از منظر توزیعی غالباً برتر است. اما در مقابل، ردیف «رفاه از دست‌رفته» نشان می‌دهد برخی طرح‌های 3PT، به‌ویژه با بلوک‌های بزرگ‌تر، زیان کارایی بالاتری نسبت به IBT دارند. این نتایج با مدل نظری ما نیز همخوانی دارد و نشان می‌دهد اهدافی جز کارایی باید مد نظر باشد تا از تعرفه‌های سه‌قسمتی و تخفیف‌های صد درصدی استفاده بشود. به‌طور کلی بر اساس نتایج، مهم‌ترین ویژگی تعرفه سه‌بخشی، افزایش سطح یارانه برای همه گروه‌های درآمدی است. البته، مقدار یارانه برای گروه‌های کم‌درآمد به‌طور معنی‌داری بیشتر است. به‌عبارت دیگر، این ساختار تعرفه موجب

[1] روش محاسبه رفاه از دست رفته بر اساس تابع تقاضای لگاریتمی در نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) آمده است.

گسترش دامنه انتقال درآمد میان خانوارها می‌شود؛ به‌گونه‌ای که خانوارهای پردرآمد بخشی از هزینه دسترسی خانوارهای کم‌درآمد به حداقل نیاز آبی را تأمین می‌کنند.

جدول ۳: مقایسه سناریوهای 3PT در سطح همبستگی درآمد و مصرف ۰٫۸

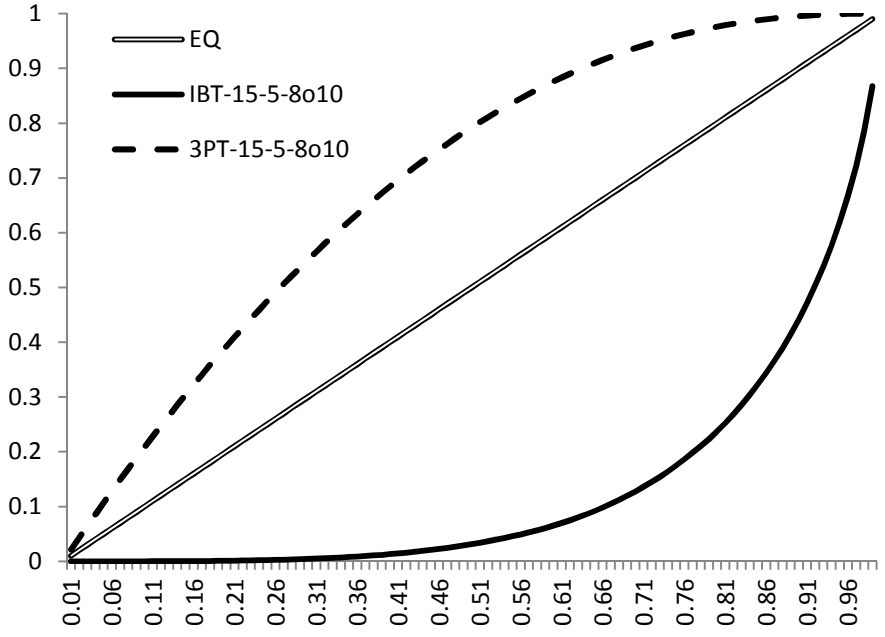
	3PT-0-5	3PT-0–10	3PT-0-15	3PT-10-5	3PT-10-10	3PT-10-15	3PT-15-5	3PT-15-10	3PT-15-15
درصد متوسط سوبسید توزیعی در پنجک پایین	22	30	33	13	21	23	9	16	18
کارایی اقتصادی یا رفاه از دست رفته	-21,561 (569)	-70,791 (1074)	-129,548 (1865)	-2,250 (42)	-11,275 (152)	-25,152 (353)	-880 (14)	-7,026 (105)	-17,711 (289)
	IBT-0-5	IBT-0–10	IBT-0-15	IBT-10-5	IBT-10-10	IBT-10-15	IBT-15-5	IBT-15-10	IBT-15-15
درصد متوسط سوبسید توزیعی در پنجک پایین	9	12	10	2	3	6	1	5	6
کارایی اقتصادی یا رفاه از دست رفته	-942 (265)	-2,080 (226)	-2,637 (208)	-182 (83)	-482 (225)	-995 (199)	-52 (75)	-224 (226)	-641 (192)

*منبع ارقام تعرفه سه بخشی مطالعه حاضر است و منبع ارقام بلوکی نوجز و ویتینگتون است که البته در شبیه‌سازی توسط ما بازیابی شده‌اند.

در عنوان سناریوها اولین رقم مربوط به آبونمان F و رقم دوم مربوط به حد مصرف $\bar{q}$ یا در تعرفه بلوکی حد q_1 بلوک اول است.

شکل ۱ توزیع تجمعی یارانه‌ها را در سناریوی ۱۵-۵-۰٫۸ نمایش می‌دهد و همانطور که مشاهده می‌شود منحنی 3PT بالاتر از IBT قرار می‌گیرد؛ یعنی سهم تجمعی یارانه اختصاص‌یافته به درآمدهای پایین بسیار بیشتر است. این یافته با نتایج جدولی سازگار است و بر این مزیت تعرفه سه بخشی تاکید می‌کند.

شکل ۱: منحنی تجمعی توزیع یارانه‌ها (منحنی جینی) در سناریوی ۱۵-۵-۰٫۸ برای تعرفه سه‌بخشی و بلوکی



*منبع ارقام تعرفه سه بخشی مطالعه حاضر است و منبع ارقام بلوکی نوجز و ویتینگتون است که البته در شبیه‌سازی توسط ما بازیابی شده‌اند.
در عنوان سناریوها اولین رقم مربوط به آبونمان F و رقم دوم مربوط به حد مصرف $\bar{q}$ یا در تعرفه بلوکی حد q_1 بلوک اول است. *8o10* نیز همبستگی درآمد و مصرف ۰٫۸ را نشان می‌دهد.

۳ جمع‌بندی، بحث و دلالت‌های سیاستی

نتایج نظری و شبیه‌سازی هر دو تأکید می‌کنند که وجود بلوک رایگان در ساختار تعرفه سه‌بخشی، زمانی توجیه‌پذیر است که اهداف سیاستی فراتر از کارایی اقتصادی مطرح باشند. در چارچوب کلاسیک، اگر هدف صرفاً بیشینه‌سازی کارایی باشد، بخش رایگان بهینه نیست؛ اما زمانی که عدالت توزیعی، دسترسی حداقلی و ملاحظات رفاهی خانوارهای کم‌درآمد در میان باشد، بلوک اولیه رایگان می‌تواند ابزاری مؤثر باشد.
تحلیل‌های ما نشان می‌دهد که افزایش اندازه بلوک اولیه اگرچه برابری را افزایش می‌دهد، اما موجب افت کارایی می‌شود. در مقابل، کاهش اندازه بلوک و افزایش آبونمان می‌تواند زیان کارایی را کاهش دهد، هرچند اثر آن بر عدالت کمتر می‌شود. بنابراین، طراحی بهینه باید به گونه‌ای باشد که میان اهداف کارایی، عدالت و پایداری مالی تعادل برقرار شود؛ چراکه، به نظر می‌رسد عرضه مستمر خدمات عمومی و عدم انقطاع آن مهم‌تر از برابری باشد.
از منظر سیاست‌گذاری، نتایج این مطالعه چند نکته کلیدی دیگر را برجسته می‌کند. نخست اینکه با تعرفه‌های ساده و شفافیت می‌توان موفقیت‌های بیشتری در اجرا به دست آورد. این موضوع از آن جهت مهم است که باید پیام تعرفه برای عموم روشن و قابل فهم باشد تا سیاستگذار را به اهداف رفاهی خود برساند. از سوی دیگر پایش فاز به فاز، پویا و پیوسته می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد و در این زمینه لازم است تا شاخص‌های مورد اشاره این مطالعه همواره پایش بشوند و واکنش‌های سیاستی مناسب اتخاذ بشود. همچنین با توجه به پیچیدگی عملکرد این تعرفه‌ها لازم است با ابزارهای مکمل مانند آموزش، یارانه برای تجهیزات صرفه‌جویی و اطلاع‌رسانی عمومی در سمت تقاضا و جبران به موقع سرمایه و تجهیزات مستهلک شده در سمت عرضه کارایی طرح‌ها را حفظ کرد.

۴ منابع

Ascarza, E., Lambrecht, A., & Vilcassim, N. (2012). When talk is “free”: The effect of tariff structure on usage under two-and three-part tariffs. *Journal of Marketing Research*, *49*(6), 882-899.

Barberán, R., & Arbués, F. (2009). Equity in domestic water rates design. *Water resources management, 23(10), 2101.*

Barraqué, B., & Montginoul, M. (2015). How to integrate social objectives into water pricing. In Water pricing experiences and innovations (pp. 359-371). Springer, Cham.

Bhargava, H. K., & Gangwar, M. (2018). On the optimality of three-part tariff plans: When does free allowance matter?. *Operations Research*, *66*(6), 1517-1532.

Dahan, M., & Nisan, U. (2007). Unintended consequences of increasing block tariffs pricing policy in urban water*. Water Resources Research, 43(3).*

Dahan, M., & Nisan, U. (2007). Unintended consequences of increasing block tariffs pricing policy in urban water*. Water Resources Research, 43(3).*

Dietz, S., & Atkinson, G. (2010). The equity-efficiency trade-off in environmental policy: Evidence from stated preferences. Land Economics, 86(3), 423-443.

Espeland, W. N. (1998). The struggle for water: Politics, rationality, and identity in the American Southwest. University of Chicago Press.

Feldstein, M. S. (1972). Distributional equity and the optimal structure of public prices. The American Economic Review, 62(1.2), 32-36.

Fibich, G., Klein, R., Koenigsberg, O., & Muller, E. (2017). Optimal Three-Part Tariff Plans. Operations Research, 65(5), 1177-1189.

Fonseca, C., & Cardone, R. (2004). Analysis of cost estimates and funding available for achieving the Millennium Development Goal targets for water and sanitation. WELL Briefing Note: WELL Resource Centre for Water, Sanitation and Environmental Health. Loughborough University.

Gharakhani, S. , Amiri, H. , Saffari, B. and Mohammadi, M. (2023). Agent-Based Simulation of Participatory Management of Groundwater Resources: A Case Study of Villagers of Isfahan Province, Iran. *Iranian Journal of Economic Studies*, *11*(2), 539-567.

Grafton, R. Q., Chu, L., & Wyrwoll, P. (2020). The paradox of water pricing: dichotomies, dilemmas, and decisions. *Oxford Review of Economic Policy*, *36*(1), 86-107.

Gutiérrez, R. A. (2010). When experts do politics: introducing water policy reform in Brazil. Governance, 23(1), 59-88.

Hausman, J. A. (1981). Exact consumer's surplus and deadweight loss. The American Economic Review, 71(4), 662-676.

Hirschman, D., & Berman, E. P. (2014). Do economists make policies? On the political effects of economics. Socio-Economic Review, 12(4), 779-811.

Ito, K. (2014). Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing. American Economic Review, 104(2), 537-63.

Johnson, M. E., & Tenenbein, A. (1981). A bivariate distribution family with specified marginals. Journal of the American Statistical Association, 76(373), 198-201.

Macchiaroli, M., Dolores, L., & De Mare, G. (2023). Design the water tariff structure: application and assessment of a model to balance sustainability, cost recovery and wise use. *Water*, *15*(7), 1309.

Malone, J. B., Turner, J. L., & Williams, J. W. (2014). Do three-part tariffs improve efficiency in residential broadband networks?. Telecommunications Policy, 38(11), 1035-1045.

Martínez-Espiñeira*, R., & Nauges, C. (2004). Is all domestic water consumption sensitive to price control?. Applied economics, 36(15), 1697-1703.

Mazyaki, A. (2017). 'Public-Private Partnership in Water and Wastewater Industry Transaction Costs, Antitrust, and Nonlinear Pricing', Journal of Water and Wastewater (parallel title); Ab va Fazilab (in persian), 28(1), 18-30.

Monteiro, H., & Roseta-Palma, C. (2011). Pricing for scarcity? An efficiency analysis of increasing block tariffs. *Water Resources Research, 47(6).*

Monteiro, H., & Roseta-Palma, C. (2011). Pricing for scarcity? An efficiency analysis of increasing block tariffs. *Water Resources Research, 47(6).*

Nauges, C., & Whittington, D. (2017). Evaluating the performance of alternative municipal water tariff designs: Quantifying the tradeoffs between equity, economic efficiency, and cost recovery. World Development, 91, 125-143.

Oi, W. Y. (1971). A Disneyland dilemma: Two-part tariffs for a Mickey Mouse monopoly. *The Quarterly Journal of Economics*, *85*(1), 77-96.

Olmstead, S. M., & Stavins, R. N. (2009). Comparing price and non-price approaches to urban water conservation. Water Resources Research, 45(4).

Ramsey, F. P. (1927). A Contribution to the Theory of Taxation. *The Economic Journal*, *37*(145), 47-61.

Riegels, N., Pulido-Velazquez, M., Doulgeris, C., Sturm, V., Jensen, R., Møller, F., & Bauer-Gottwein, P. (2013). Systems analysis approach to the design of efficient water pricing policies under the EU water framework directive. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 139(5), 574-582.