

Three-Part Tariffs in Public Utilities: Reconciling Efficiency, Equity, and Sustainable Consumption

Ali Mazyaki * 

Assistant Professor of Economics, Department of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Recent policy discussions on public utility pricing have increasingly focused on the provision of free or fully subsidized utility services for low-consumption households as a mechanism to improve affordability, support vulnerable groups, and promote sustainable resource use. Such policies, particularly in electricity, gas, and water services, can be analyzed within the framework of a three-part tariff (3PT), consisting of a fixed fee, an initial free-consumption block, and a positive marginal price above a specified consumption threshold. Although these tariff structures are often justified on social and environmental grounds, their implications for efficiency, equity, cost recovery, and sustainability remain insufficiently examined.

1. Introduction

This study investigates the analytical properties, policy implications, and limitations of 3PT in pursuing multiple objectives in public utility pricing. The paper argues that relatively simple and transparent tariff

* Corresponding Author: , mazyaki@atu.ac.ir

How to Cite: Mazyaki, A. (2025). Three-Part Tariffs in Public Utilities: Reconciling Efficiency, Equity, and Sustainable Consumption, *Journal of Economic Research*, 25 (97), 135- 166.

structures, such as uniform pricing or tariffs with fewer consumption blocks, may offer important advantages over more complex pricing schemes in terms of implementation, consumer understanding, and policy effectiveness. Nevertheless, the performance of the 3PT in achieving objectives beyond efficiency depends critically on the calibration of key design parameters, including the fixed fee, the size of the free-consumption threshold, and the marginal price.

The study first develops a theoretical framework to examine the efficiency properties of 3PT. The analysis demonstrates that, under a purely efficiency-oriented objective, the optimal free-consumption threshold converges to zero. In other words, the existence of a free initial consumption block cannot be justified solely on efficiency grounds. The introduction of free consumption therefore requires additional policy objectives, such as redistribution, affordability, minimum access guarantees, demand management, or political feasibility.

2. Methods and Material

To evaluate the broader performance of 3PT, the paper employs a simulation model based on the framework developed by Céline Nauges and Dale Whittington (2017). The simulations include 5,000 households whose utility consumption follows a log-normal distribution correlated with household income. Two alternative correlation scenarios between income and consumption (0.1 and 0.8) are examined, together with multiple combinations of tariff parameters. To distinguish the contribution of this study, it should be noted that while Nauges and Whittington (2017) provide the simulation framework, they do not evaluate the performance of 3PTs. This paper extends Nauges and Whittington's analysis by incorporating a theoretical examination of 3PTs, thereby providing an analytical foundation for examining the conditions under which such tariff structures may be justified and their implications for efficiency and redistribution.

Tariff performance is evaluated along two principal dimensions: (1) equity, measured by the share of subsidies allocated to lower-income households, and (2) economic efficiency, measured by welfare losses relative to a benchmark uniform tariff. The performance of 3PTs is also compared with conventional increasing block tariff (IBT) structures commonly used in utility pricing.

3. Findings

The findings indicate that 3PT can substantially improve the distributional targeting of subsidies toward lower-income households. In several simulation scenarios, approximately 42 percent of total subsidies accrue to the lowest income quintile, whereas the corresponding share under IBT structures remains below 15 percent. The redistributive effect becomes stronger as the free-consumption threshold increases and the fixed fee remains moderate. Under these conditions, higher-consumption households effectively finance part of the minimum consumption needs of lower-income groups.

However, these distributional gains are accompanied by significant efficiency losses. Expanding the size of the free-consumption block increases welfare losses by distorting marginal consumption incentives and reducing allocative efficiency. The simulations further demonstrate that the trade-off between equity and efficiency is highly sensitive to tariff design. Relatively small adjustments in the fixed fee or threshold level can substantially alter both the distribution of subsidies and overall welfare outcomes.

4. Conclusion

The study concludes that 3PTs may serve as a flexible policy instrument for balancing equity, affordability, efficiency, and sustainable consumption in public utility sectors, particularly in contexts where alternative instruments for achieving redistributive objectives are limited or unavailable. Nevertheless, the performance of 3PT requires gradual adjustment and careful monitoring of policy outcomes following changes in tariff parameters. Overall, the findings

suggest that free-consumption thresholds are justifiable only when policymakers explicitly prioritize broader social and distributional objectives alongside economic efficiency and do not have access to lower-cost policy alternatives. Even in such cases, careful tariff design remains essential, as neglecting the trade-off between equity and efficiency may result in substantial welfare losses and compromise the achievement of policy objectives.

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

JEL Classification: L16, L32, Q25, Q31



طراحی تعرفه برای تحقق اهداف چندگانه در ارائه خدمات عمومی: ارزیابی ظرفیت‌های تعرفه سببخشی در دستیابی به کارایی، برابری و مصرف پایدار

استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

علی مزبکی *

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 سببخشی (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 مبنای نظری و شواهد تجربی استوار باشد و به صورت مرحله‌ای اجرا شود. تعرفه سببخشی شامل دو بلوک و یک کارمزد 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 توجه‌ناپذیر و باید اهدافی چون برابری، تامین حداقل نیاز، کنترل مصرف و پایداری مالی را نیز در نظر گرفت. بر پایه شبیه‌سازی، نتایج حاکی از آن است که تعرفه سببخشی سهم بیشتری از یارانه را به گروه‌های کم‌درآمد -تا حدود ۴۲ درصد از کل یارانه در پایین‌ترین پنجهک درآمدی- اختصاص می‌دهد؛ هرچند این برابری به بهای کاهش کارایی حاصل می‌شود. از این رو، تنظیم دقیق، با مطالعه و فاز به فاز پارامترهای تعرفه -به ویژه آبونمان، اندازه بلوک اول و قیمت حاشیه‌ای- برای ایجاد تعادل میان برابری، کارایی و سایر اهداف سیاستی، نقشی اساسی دارد.

کلیدواژه‌ها: برابری، کارایی، تعرفه سببخشی، طراحی تعرفه خدمات عمومی.

طبقه‌بندی JEL: Q31, Q25, L32, L16

* نویسنده مسئول: mazyaki@atu.ac.ir

۱. مقدمه

تعرفه‌گذاری خدمات شهری از جمله برق، گاز و آب با اهداف بالقوه متعارضی روبه‌روست؛ اطمینان از تامین 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 (Splend, 1998 Fonseca & Cardone, 2004 and Hirschman & Berman, 2014). از این رو، ساختاری که هم «کف دسترسی» را تضمین کند و هم به کارایی و رشد تولید لطمه نزنند، جذابیت ویژه‌ای دارد. «تعرفه سه‌بخشی»^۱ یا 3PT، شامل یک کارمزد ثابت دوره‌ای (آبونمان) در بلوک آغازین رایگان و قیمت حاشیه‌ای پس از یک آستانه، یکی از مواردی است که دقیقاً به دلیل امکان تعریف «حجم حداقلی با قیمت صفر/ بسیار پایین» برای این هدف می‌تواند مناسب باشد. این ایده به خصوص 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.^۲ 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

1 Three-part Tariff: 3PT

۲ 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 صد درصد تخفیف محاسبه می‌شود.

<https://ima.ir/xjBK6T>

یا مشترکان کم مصرف گاز خانگی در مناطق مختلف شهری، روستایی و عشایری از تخفیف صد 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 صد درصدی بهره‌مند خواهند شد.

<https://ima.ir/xjCgVj>

شواهد شبیه‌سازی شده 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 روشن شدن مسئله، یک ساختار استاندارد 3PT را مرور می‌کنیم. در بستر خدمات عمومی، عرضه‌کننده را یک انحصارگر طبیعی تنظیم شده در نظر می‌گیریم که مقید به بازیابی هزینه‌ها یا سود صفر است. این کار از طریق حداقل کردن یا حداکثر سود می‌تواند رخ بدهد؛ به این معنا که پارامترهای تعرفه به گونه‌ای تعیین می‌شوند که درآمد مورد انتظار حاصله هزینه‌های ثابت و متغیر را پوشش دهد. در سمت تقاضا از یک تابع خطی به صورت رابطه (۱) استفاده می‌کنیم.

$$q(p, \theta) = \frac{\theta - p}{b}, b > 0, \quad (1)$$

که معکوس آن $p(q, \theta) = \theta - bq$ است و θ پارامتر نوع/ تمایل به پرداخت مصرف‌کننده است. همان‌گونه که اشمالنزه^۱ (۱۹۸۱) یادآور می‌شود، رها کردن فرض «هزینه نهایی ثابت» بینش تازه‌چندانی به این تحلیل نمی‌افزاید. بر این اساس رابطه عملی تقاضای 3PT به شکل رابطه (۲) است.

$$q(F, \tilde{q}, p, \theta) = \begin{cases} \frac{\theta - p}{b} & \text{if } \frac{\theta - p}{b} > \tilde{q} \\ \tilde{q} & \text{if } \frac{\theta - p}{b} \leq \tilde{q} \leq \frac{\theta}{b} \\ \frac{\theta}{b} & \text{if } \frac{\theta}{b} < \tilde{q} \end{cases} \quad (2)$$

در رابطه (۲)، کارمزد ثابت برابر F ، اندازه بلوک آغازین $\tilde{q}$ ، قیمت هر واحد در بلوک آغازین برابر صفر و قیمت حاشیه‌ای پس از آستانه، p است. در مدل‌سازی ابتدا نشان می‌دهیم که چنین تعرفه‌ای بر اساس مدل استاندارد موضوعیت ندارد، چرا که مقدار بهینه

1 Schmalensee, R.

حد مصرف $\bar{q} = 0$ خواهد بود. از این رو، اهداف دیگری باید مدنظر باشد که چنین تعرفه‌ای به کار گرفته شود.

برای ارزیابی این روش از طریق یک شبیه‌سازی، چارچوب روش‌شناسی نوجز و ویتینگتون^۱ (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. 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 موثری فراهم می‌کنند.

۲. 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؛ به ویژه، 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

1 Nauges, C. & Whittington, D.

سیاست‌مداران می‌توانند با توزیع مجدد منابع، نابرابری را کاهش دهند بدون اینکه کارایی را تضعیف کرده یا در مکانیسم قیمت‌گذاری دخالت کنند. 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 (Dietz & Atkinson, 2014) و مکانیزم خاصی برای دستیابی به «بهترین اولین»^۱ 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 - به ویژه آنهایی که بر اساس مدل رمزی^۲ (۱۹۲۷) طراحی شده‌اند - اغلب به عنوان 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 به عنوان ابزاری برای بهبود توان خرید برای خانوارهای کم‌درآمد نیز بوده است (Feldstein, 1927). در این زمینه، قیمت‌گذاری غیرخطی و به خصوص 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 تعرفه‌گذاری 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 - به‌ویژه در راستای تضمین دسترسی عادلانه برای تمام اعضای جامعه - به‌شمار می‌آیند. علاوه بر این، عرضه آب و انرژی به عنوان یک ورودی حیاتی برای بسیاری از بخش‌های اقتصادی، مدیریت

1 First Best

2 Ramsey, F. P.

آن برای ثبات اقتصادی کلی ضروری است. همچنین، 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؛ به طوری که مطالعاتی مانند مارتینز و نوینگس^۱ (۲۰۰۴) و ایتو^۲ (۲۰۱۴) نشان می‌دهند که واکنش مصرف‌کنندگان به قیمت‌های حاشیه‌ای معمولاً به نسبت کوچک است. با این حال اولمستد و استاوینز^۳ (۲۰۰۹) استدلال می‌کنند که تاثیر 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، موثرتر 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 توجه به آنچه تشریح شد، ضروری است یک ساختار ارزیابی «کارایی» و «برابری» 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 می‌دهند. برابری -همان طور 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 به عنوان سیستم با بالاترین سطح برابری در نظر گرفته می‌شود. معیار کلیدی دیگر، کارایی اقتصادی است که طبق نظر هاوسمن^۴ (۱۹۸۱) بر اساس کشتش قیمت تقاضای آب و بر اساس رفاه از دست رفته ارزیابی

1 Martínez-Espínheira*, R. & Nauges, C.

2 Ito, K.

3 Olmstead, S. M., & Stavins, R. N.

4 Hausman, J. A.

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.

باید توجه داشته باشیم که نیل به این اهداف در زمینه ارزیابی کارایی و برابری، مستلزم اندازه‌گیری حجم مصرفی هر خانوار است که به دلیل هزینه نصب کنتور -در ایران و حتی اکثر مناطق کشورهای توسعه‌یافته نظیر بریتانیا- بجز لندن که چنین طرحی در آن اجرا شده است، حجم آب مصرفی اکثریت مصرف‌کنندگان اندازه‌گیری نمی‌شود. 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 شود و آمار دقیقی برای مصرف هر خانوار وجود نداشته باشد. 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.

باراک^۱ و مونتگینول (۲۰۱۵) مثال جالبی از تعریف حجم بلوک‌ها بر اساس حجم سرانه آب مصرفی ارائه می‌دهند. در بوستون آمریکا، 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 می‌دهد، امکان طراحی تعرفه‌های بلوکی افزایشی بر اساس حجم سرانه آب مصرفی و جبران ضرر خانوارهای فقیر در این شهر فراهم شده است.

1 Barraqué, B., & Montginoul, M.

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 عرضه کنندگان آب به اطلاعات مربوط به تعداد نفرات ساکن در هر ساختمان غیرقانونی است. علاوه بر این، کمپانی‌های بزرگ عرضه کننده آب که توانسته‌اند هزینه‌های ناشی از اندازه‌گیری جداگانه آب مصرفی هر واحد آپارتمان را تخمین بزنند، نتیجه گرفته‌اند که هزینه کسب اطلاعات بیشتر از این طریق به فایده آن نمی‌ارزد؛ از این رو، این کمپانی‌ها اعمال تخفیف بر مبلغ قبوض آب خانوارهای کم‌درآمد را برای حمایت از آنها به وضع تعرفه‌های بلوکی افزایشی ترجیح می‌دهند.

به دلیل همین مسائل است که در ادبیات مربوط به قیمت‌گذاری خدمات عمومی -به خصوص آب- بیشتر تاکید 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، چراکه در نهایت، اهداف اجتماعی خارج از ساختار تعرفه و از طریق حمایت‌های درآمدی و غیردرآمدی از خانوارهای هدف قابل تامین است و نیازی به پیچیده کردن ساختار تعرفه نیست.

با توجه به معیارهای بیان شده، لازم است که ساختارهای تعرفه‌ای موجود را بررسی کرده و طراحی‌های جدید آن‌ها را کاوش کنیم. به طور کلی، تعرفه‌ها چارچوب‌های نظارتی هستند که شرایط قیمت‌گذاری یک خدمت خاص را تعیین می‌کنند. این ساختارها را می‌توان به‌طور کلی به دو دسته تقسیم کرد: ۱- تعرفه‌های خطی و ۲- غیرخطی. در تعرفه‌های خطی یا قیمت‌گذاری حاشیه‌ای -یا تعرفه یکنواخت- از مصرف کنندگان هزینه‌ای 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 pq است. در مقابل، تعرفه‌های غیرخطی -که به طور گسترده‌تر و متنوع‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند- ترکیبی از یک کارمزد ثابت با یک جزء متغیر هستند که به عواملی مانند حجم مصرف وابسته است.

تعرفه‌های بلوکی که یک نوع رایج از قیمت‌گذاری غیرخطی هستند به طور 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»^۱ (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 غیرمستقیم نیز می‌نامند (Oi, 1971).

نوع دیگری از تعرفه‌های غیرخطی که مورد توجه این مطالعه نیز هست، تعرفه سه‌بخشی 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 ($\tilde{q}$)، هزینه حاشیه‌ای برای مصرف بیشتر اخذ می‌شود. مالون و همکاران^۲ (۲۰۱۴) از 3PT به عنوان ابزاری برای بهبود شبکه و پیشگیری از تراکم در پهنای باند استفاده کرده است. اگرچه 3PT به عنوان روشی نوآورانه و پیچیده در قیمت‌گذاری شناخته می‌شود، مطالعات تجربی درباره کارایی آن محدود است؛ همان‌طور که توسط فیبیچ^۳ و همکاران (۲۰۱۷) نیز به این موضوع اشاره شده است.

براساس جدول (۱)، 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 به گونه‌ای 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 -به‌ویژه تعرفه‌های بلوک افزایشی IBT- بررسی شده‌اند. این تعرفه‌ها به دلیل

1 Two-part Tariff: 2PT

2 Malone, et al

3 Fibich, et al

توانایی در تشویق به صرفه‌جویی و ارائه یارانه به خانوارهای کم‌درآمد اهمیت زیادی یافته‌اند.

جدول ۱. تصریح فنی تعریف انواع تعرفه‌های خطی و غیرخطی

نام تعرفه	صورتحساب یا میزان انتقال T
تعرفه خطی	$T = pq$
تعرفه بلوکی	$T = F + (p_1\tilde{q} + p_2(q - \tilde{q}))(q > \tilde{q}) + p_1q(q \leq \tilde{q})$
تعرفه دوبخشی	$T = F + pq$
تعرفه سه بخشی	$T = F + p(q - \tilde{q})(q > \tilde{q})$

منبع: یافته‌های پژوهش

مطالعاتی مانند داهان و نیشان^۱ (۲۰۰۷) و مونتهرو و روزتا-پالما^۲ (۲۰۱۱) تاکید دارند که IBT می‌تواند به اصل «آلودگی‌کننده می‌پردازد» دست یابد؛ به طوری که نرخ‌های بالاتر برای مصرف بیشتر اعمال می‌کند و در عین حال نرخ‌های پایین‌تری برای نیازهای اساسی را فراهم می‌آورد. با این حال، نگرانی‌هایی (Grafton, 2020) در خصوص پیامدهای غیرمستقیم آن‌ها وجود دارد؛ به‌ویژه امکان آسیب به خانوارهای بزرگ کم‌درآمد که به خدمات بیشتری نیاز دارند.

با توجه به آنچه تشریح شد، در این مطالعه به بررسی پیاده‌سازی تعرفه‌های سه‌بخشی می‌پردازیم که شامل یک کارمزد 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، چراکه اطمینان حاصل می‌کند خانوارهای کم‌درآمد بخش زیادی از نیاز خود را بدون مخارج دریافت می‌کنند؛ در حالی که به طور همزمان مصرف بهینه را نیز تشویق می‌کند. با این حال، کارایی چنین مدل‌های قیمت‌گذاری به طور قابل توجهی وابسته به چارچوب‌های نظارتی است که پیاده‌سازی آن‌ها را هدایت می‌کند که

1 Dahan, M., & Nisan, U.

2 Monteiro, H., & Roseta-Palma, C.

این امر ضرورت تحقیقات بیشتر را در این زمینه 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 و همکاران^۱ (۲۰۲۳) و مزیکی^۲ (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 روش‌شناسی، مدل‌سازی و نتایج شبیه‌سازی ارائه می‌شود.

۳. متدولوژی، مدل‌ها و نتایج شبیه‌سازی

تعرفه سه‌بخشی 3PT شامل یک کارمزد (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 غیر صفر. این مدل‌ها به طور گسترده‌ای در کسب‌وکارها برای ارائه کالاها و خدمات استفاده می‌شوند. به ویژه 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

1 Gharakhani, et al

2 Mazyaki, A.

را به صورت رایگان یا یارانه‌ای تامین 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 صددردی یا خدمات رایگان -به‌ویژه برای محصولات جدید- گسترش استفاده از خدمات است. به هر حال، حتی در بخش خصوصی، این پرسش که آیا ارائه کالا یا خدمات به صورت رایگان از نظر اقتصادی قابل توجیه است یا خیر، همچنان یک چالش مهم است که در طراحی چنین تعرفه‌هایی باید مدنظر قرار گیرد.

در این مطالعه از یک رویکرد ترکیبی استفاده می‌کنیم که شامل مدل‌سازی نظری از یک سو 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. علاوه بر این، شبیه‌سازی‌های تجربی که برای ارزیابی طرح‌های مختلف تعرفه توسعه داده شده‌اند به عنوان 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 به ویژه برای سیاست‌گذاران بخش عمومی که به دنبال طراحی سیستم‌های تعرفه نوآورانه هستند، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی ارائه دهد.

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

بر این اساس، مدل‌سازی‌ها و شبیه‌سازی‌ها مزیت منحصر به فردی 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 کارمزد ثابت، اندازه بلوک اولیه، ساختار قیمت‌گذاری برای بلوک‌های بعدی و تاثیر سناریوهای مختلف کثرت 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، بیشتر 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. تأثیرات این تغییرات را بر اساس 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.

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 تامین 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 را از جنبه‌های مختلف بررسی کرده و نقاط قوت و ضعف آن را نسبت به سایر سیستم‌های تعرفه‌ای موجود ارزیابی کنیم.

۴. مدل‌سازی و تحلیل نظری تعرفه سه‌بخشی

مدل‌سازی 3PT بر اساس روابط تقاضا در رابطه‌های **Error! Reference source not found.** و **Error! Reference source not found.** صورت می‌گیرد و 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 دارد؛ 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. برای این دسته از مصرف‌کنندگان که کمتر از آستانه مصرف می‌کنند، قیمت بر واحد صفر است و عملاً برای آن‌ها $q(0, \theta) \leq \tilde{q}$ 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 $q(0, \theta) \geq \tilde{q}$. از این رو، 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 $\tilde{q}$ است که حاضر به پرداخت قیمت بر واحد نیز می‌شوند. به زبان رسمی این دسته از مصرف‌کنندگان آنهایی هستند که $\theta > p + b\tilde{q}$.

برای حل این مسئله 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. برای این

منظور ابتدا لازم است تا آبونمان F مشخص شود. مشخص شدن F در واقع به این موضوع بستگی دارد که عرضه کننده خدمات تصمیم می گیرد تا چه حدی از مشتریان را پوشش بدهد. به بیان فنی، پوشش برای مشتریان $\theta \in [\theta_m, 1]$ صورت می گیرد؛ 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 عرضه کننده قصد دارد با سود صفر حداکثر پوشش را ایجاد کند قاعدتا $F = 0$ فرض معقولی است، اما در عمل می بینیم که در صورت عدم پرداخت قبض، معمولا اشتراک قطع می شود. این موضوع به طور لزوم محدود کردن دسترسی نیست؛ زیرا گاه به دلیل عدم حضور فرد یا عدم حضور طولانی چنین اتفاقی رخ می دهد. برای برخورد با این موضوع ما فرض می کنیم $F = 0$ یا اینکه F مقداری کوچک است؛ از این رو، ترجمه این فرض به زبان انواع مصرف کننده عبارت خواهد بود از: $\theta_m = 0$ یا $\theta_m \leq b\tilde{q}$. در این حالت، هزینه ورود بر اساس مازاد مصرف کننده نوعی که قیمت بر واحد پرداخت نمی کند، به شکل رابطه (۳) تعریف می شود.

$$F = \int_0^{\theta_m} \frac{\theta_m - x}{b} dx = \frac{\theta_m^2}{2b} \quad (3)$$

در ادامه تحلیل ما نشان می دهد که مقدار بهینه $\tilde{q}$ برابر صفر خواهد بود؛ یعنی بر اساس این تحلیل نمی توان تعرفه سه بخشی با بلوک رایگان تصور کرد. توجه کنید که این نتیجه حتی بر اساس مقادیر بزرگ تری از آبونمان نیز به دست می آید که البته در اینجا به دلیل مرتبط نبودن با موضوع مورد بحث مطرح نمی کنیم. بنابراین، بر اساس رابطه **Error!** سود π به عنوان تابعی از θ_m ، $\tilde{q}$ و p به شکل رابطه (۴) قابل طرح است.

$$\pi = \int_{\theta_m}^1 \frac{\theta_m^2}{2b} d\theta + \int_{\theta_m}^{b\tilde{q}} \frac{\theta}{b} (-k) d\theta + \int_{b\tilde{q}}^{p+b\tilde{q}} \tilde{q}(-k) d\theta + \quad (4)$$

$$\int_{p+b\tilde{q}}^1 \frac{\theta - p}{b} (p - k) d\theta - \int_{p+b\tilde{q}}^1 p\tilde{q} d\theta$$

در رابطه (۴)، عبارت انتگرال اول بیانگر درآمد حاصله از دریافت کارمزد ثابت از مصرف کنندگان است. عبارات دوم و سوم به هزینه تولید برای تقاضاهای پایین تر یا برابر با $\tilde{q}$ اشاره دارند که مصرف کنندگان بابت آن پرداختی ندارند. انتگرال چهارم سود ناشی از تقاضاهای بالاتر از $\tilde{q}$ را محاسبه می کند. در نهایت، عبارت آخر برای کسر کردن سود اضافی است که در انتگرال قبلی محاسبه شده، زیرا انواع مصرف کنندگان متناظر تا سطح $\tilde{q}$ پرداختی ندارند.

تابع سود (Error! Reference source not found.) را می توان به صورت رابطه (۵) بازنویسی کرد.

$$\pi = \frac{\theta_m^2}{2b} (1 - \theta_m) + \left(\frac{\theta_m^2}{2b} - p\tilde{q} \right) k + \quad (5)$$

$$\frac{(1 - p)^2}{2b} (p - k) - \frac{(b\tilde{q})^2}{2b} p - p\tilde{q}(1 - p - b\tilde{q})$$

با نوشتن شرط مرتبه اول نسبت به $\tilde{q}$ رابطه (۶) را خواهیم داشت.

$$\frac{\partial \pi}{\partial \tilde{q}} = -pk - p(1 - p - b\tilde{q}) \quad (6)$$

براساس رابطه (۶)، به این نتیجه می رسیم که تنها پاسخ ممکن برای بیشینه سازی سود، $\tilde{q} = 0$ است. بنابراین، تعرفه بهینه به یک تعرفه دوبرخی با هزینه ورود و قیمت مصرفی تبدیل می شود. این نتیجه از آنجا ناشی می شود که شرط مرتبه دوم نسبت به $\tilde{q}$ برقرار نیست (رابطه (۷)).

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial \tilde{q}^2} = bp > 0 \quad (7)$$

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

۵. تحلیل آثار تخفیف صد درصدی بر سایر معیارها

با توجه به آنچه تا به اینجا 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، چراکه در چنین حالتی جزء $-\int_{p+b\tilde{q}}^1 p\tilde{q} d\theta$ از انتهای رابطه سود ارائه شده در رابطه **Error!** حذف شده و در عمل شرط مرتبه اول را به صورت رابطه (۸) تغییر می‌دهد و باز نتیجه بهینه حذف حد مصرف خواهد بود. از این رو، تخفیف صد درصدی دلایلی بجز ساختار استاندارد کارایی به شکل حداکثرسازی سود دارد. بنابراین قرار دادن معیارهای دیگر و حل تحلیلی آن در مطالعات آتی ضروری به نظر می‌رسد.

$$\frac{\partial \pi}{\partial \tilde{q}} = -pk - pb\tilde{q} \quad (۸)$$

بر اساس آنچه به دست 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 رابطه (۹) را نصیب نوع θ کند که بر اساس صورت حساب پرداختی این نوع به صورت رابطه (۱۰) برآورد می‌شود.

$$\text{Sub}_\theta = k \times \frac{\theta}{b} (\theta_m \leq \theta \leq b\tilde{q}) + k\tilde{q} (b\tilde{q} \leq \theta \leq k + b\tilde{q}) - \frac{\theta_m^2}{2b} \quad (9)$$

$$B_\theta = \frac{\theta_m^2}{2b} + p[(q(p, \theta) - \tilde{q})] \quad (10)$$

با توجه به رابطه (۱۰)، طبق کل سوبسید پرداختی از طرف عرضه کننده خدمات به صورت رابطه (۱۱) تعریف خواهد شد که عاید گروه‌های $\theta_m \leq \theta \leq b\tilde{q}$ و $b\tilde{q} \leq \theta \leq k + b\tilde{q}$ می‌شود.

$$\text{SUB}_\theta = k \left(\int_{\theta_m}^{b\tilde{q}} \frac{\theta}{b} d\theta + \int_{b\tilde{q}}^{k+b\tilde{q}} \tilde{q} d\theta \right) - \int_{\theta_m}^1 \frac{\theta_m^2}{2b} d\theta \quad (11)$$

بر اساس این روابط می‌توان گفت که این تخفیف صد درصدی 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 و آربس^۱ (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. 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 و گرنه قیمت بر واحد برابرتین 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 کند.

¹ Barberán, R. & Arbués, F.

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 و همکاران^۱ (۲۰۱۷) و بارگاو و گانگوار^۲ (۲۰۱۸) و مالون و همکاران^۳ (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 (Ascarza, et al 2012) کاربران شود. البته ممکن است اضافه کردن نوعی پویایی (Malone, et al 2014) بتواند در این زمینه راهگشا باشد. در ادامه برای مقایسه کارایی، برابری و پوشش هزینه تعرفه 3PT و مقایسه آن با سایر تعرفه‌ها یک ساختار شبیه‌سازی را بر اساس نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) توسعه داده‌ایم که نتایج آن ارائه می‌شود.

۶. برآورد کارایی و برابری، تعرفه سه‌بخشی در قالب شبیه‌سازی

بر اساس آنچه مطرح شد و برای ارزیابی عملکرد تعرفه سه‌بخشی از روش شبیه‌سازی شده نوجز و ویتینگتون (۲۰۱۷) برای ۵ هزار 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 کار کاملاً مشابه بوده و جزئیات را ذکر نمی‌کنیم و تنها به آنچه این مطالعه اضافه کرده است، می‌پردازیم.

در طراحی سناریوهای نمایش داده شده در جدول‌های (۲) و (۳) برای مقایسه‌پذیری با تعرفه سه‌بخشی، تعرفه بلوکی همانطور که در نوجز و ویتینگتون است دو بلوکی در نظر گرفته شده است. بنابراین، سناریوها به شکل $3PT - F - \tilde{q}$ و $IBT - F - q_1$ نمایش

1 Fibich, et al

2 Bhargava, H. K. & Gangwar, M.

3 Malone, et al

داده می‌شوند. همچنین برای اطمینان از نتایج از دو سطح همبستگی درآمد و مصرف؛ یعنی ۰٫۸ و ۰٫۱ استفاده می‌کنیم که گاه با نماد $3PT - F - \tilde{q}$ نمایش داده می‌شود. بازیابی هزینه‌ها نیز در این شبیه‌سازی قابل کنترل است، اما از آنجا که 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؛ به ویژه، 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 دست رفته محاسبه می‌شود. از منظر کارایی اقتصادی، نتایج نشان می‌دهد که هر چه اندازه بلوک اولیه بزرگ‌تر باشد، میزان «رفاه از دست‌رفته»^۱ 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 بیشتر از طریق کاهش کارایی رخ داده 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 همخوانی دارد و نشان می‌دهد اهدافی جز کارایی باید مدنظر باشد تا از تعرفه‌های سه‌قسمتی و تخفیف‌های صد درصدی استفاده شود. 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. به عبارت دیگر، این ساختار تعرفه موجب گسترش دامنه انتقال درآمد میان خانوارها می‌شود؛ به‌گونه‌ای که خانوارهای پردرآمد بخشی از هزینه دسترسی خانوارهای کم‌درآمد به حداقل نیاز آبی را تامین می‌کنند.

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

جدول ۲. مقایسه سناریوهای 3PT در سطح همبستگی درآمد و مصرف ۰,۱

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

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

** منبع ارقام تعرفه سه بخشی مطالعه حاضر است و منبع ارقام بلوکی نوجز و ویتینگتون است که البته در شبیه سازی توسط ما بازایی شده اند.

منبع: یافته های پژوهش

جدول ۳. مقایسه سناریوهای 3PT در سطح همبستگی درآمد و مصرف ۰.۸

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

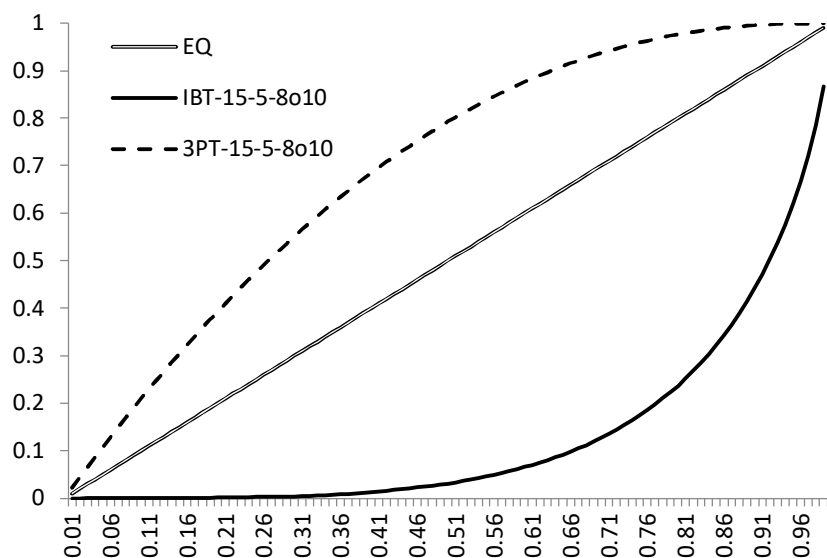
※ در عنوان سناریوها اولین رقم مربوط به حد مصرف $\bar{q}$ یا در تعریف، بلوکی حد، q_1 بلوک اول است

※ منبع ارقام: تعریف سه بخشی مطالعه حاضر است و منبع ارقام بلوکی توزع و وینتیگتون است که البته در شبیه‌سازی توسط ما بازبینی شده‌اند.

منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار (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 اختصاص یافته به درآمدهای پایین بسیار بیشتر است. این یافته با نتایج جدولی سازگار است و بر این مزیت تعرفه سه بخشی تاکید می‌کند.

نمودار ۱. منحنی تجمعی توزیع یارانه‌ها (منحنی جینی) در سناریوی ۱۵-۵-۰/۸ برای تعرفه سه بخشی و بلوکی



* در عنوان سناریوها اولین رقم مربوط به آبنومان F و رقم دوم مربوط به حد مصرف $\tilde{q}$ یا در تعرفه بلوکی حد q_1 بلوک اول است. 8o10 نیز همبستگی درآمد و مصرف ۰/۸ را نشان می‌دهد.

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

منبع: یافته‌های پژوهش

۷. جمع‌بندی، بحث و دلالت‌های سیاستی

نتایج نظری و شبیه‌سازی هر دو تاکید 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 فقط 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 موثر باشد.

تحلیل‌های ما نشان می‌دهد که افزایش اندازه بلوک اولیه، برابری را افزایش می‌دهد، اما موجب افت کارایی می‌شود. در مقابل، کاهش اندازه بلوک و افزایش آبونمان می‌تواند زیان کارایی را کاهش دهد، هر چند 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. علاوه بر این، 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.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سیاسگزاری

نویسنده بر خود لازم می‌داند، مراتب تشکر صمیمانه خود را از همکاری سردبیر، اعضای هیئت تحریریه و داوران محترم به عمل آورد.

ORCID

Ali Mazyaki



<https://orcid.org/0000-0002-2705-4899>

References

- 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. <https://doi.org/10.1509/jmr.10.0444>
- Barberán, R., & Arbués, F. (2009). Equity in domestic water rates design. *Water Resources Management*, 23(10), 2101-2120. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9372-3>
- Barraqué, B., & Montginoul, M. (2015). How to integrate social objectives into water pricing. In *Water pricing experiences and innovations* (pp. 359-371). Springer International Publishing.
- 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). <https://doi.org/10.1029/2005WR004493>
- 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., & 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), 537-563. <https://doi.org/10.1257/aer.104.2.537>
- 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), Article 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-Españeira, 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*, 28(1), 18-30. [In Persian]
- Monteiro, H., & Roseta-Palma, C. (2011). Pricing for scarcity? An efficiency analysis of increasing block tariffs. *Water Resources Research*, 47(6). <https://doi.org/10.1029/2010WR009200>
- 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). <https://doi.org/10.1029/2008WR007227>
- 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.

Schmalensee, R. (1981). Output and welfare implications of monopolistic third-degree price discrimination. *The American Economic Review*, 71(1), 242-247.

استناد به این مقاله: مزبکی، علی. (۱۴۰۴). طراحی تعرفه برای تحقق اهداف چندگانه در ارائه خدمات عمومی: ارزیابی ظرفیت‌های تعرفه سه‌بخشی در دستیابی به کارایی، برابری و مصرف پایدار، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۲۵ (۹۷)، ۱۳۵-۱۶۶.



Journal of Economic Research is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License