

تابع هزینه در آموزش عالی (نظریه و عمل)

کاظم فتح تبار فیروزجائی

دکتری اقتصاد و مدیریت مالی آموزش عالی دانشگاه تهران، ایران

k_fathtabar.1986@yahoo.com

کمیابی و محدودیت منابع مالی ایجاد می‌کند ارائه نهاده‌ها در هر نظامی با ستانده‌های مطلوبی همراه باشند. این امر مستلزم تخصیص بینه منابع مالی و برقراری ارتباط هدفمند بین هزینه‌ها و ستانده‌های مورد انتظار است. تعیین میزان و نحوه ارتباط این دو مقوله، نقش تعیین‌کننده‌ای در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آموزشی دارد. یکی از ابزارهای علمی - فنی در این حوزه تحلیل و برآورد هزینه و تعیین ساختار هزینه واحد با استفاده از تکنیک تابع هزینه است. امروزه این تکنیک با توجه به قابلیت‌های علمی- فنی و کاربردهای آن در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، به طور گسترده‌ای مورد توجه و عنایت برنامه‌ریزان و صاحب‌نظران در محافل علمی و اجرایی در حوزه آموزش و آموزش عالی قرار گرفته است. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی تابع هزینه آموزش عالی (دانشگاه تهران) و اشاره به یکی از کاربردهای آن یعنی تعیین نقطه بینه فعالیت دانشگاه (صرف‌های اقتصادی) انجام شده است. به منظور برآورد تابع هزینه دانشگاه از داده مقطعی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۷ و فرم تابع هزینه سه‌می درجه دوم استفاده شده است. نتایج بررسی حاکی از رابطه معنادار بین هزینه آموزش «مخارج کل» و ستانده‌های آموزشی «دانشجویان» است. نتایج حاصل از تابع هزینه نشان می‌دهد که تعداد دانشجویان به‌طور کل ٪۸۲ درصد تغییرات هزینه سرانه را تبیین می‌کنند. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده شکل تابع هزینه متوسط برای دانشگاه به صورت U شکل بوده؛ لذا همراه و سازگار با مبانی نظری و مطالعات تجربی است؛ بنابراین، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان امر در مدیریت و راهبری امورات به‌طور مؤثری کمک نماید.

واژگان کلیدی: تحلیل هزینه، تابع هزینه، صرفه‌های اقتصادی به مقیاس، آموزش عالی.

۱. مقدمه

از نظر اقتصادی، تولید هیچ کالا و خدمتی بدون هزینه نیست. در حوزه آموزش عالی نیز، اتخاذ هرگونه تصمیم آموزشی و غیرآموزشی و اجرای اقدامات و توسعه فعالیت‌ها؛ و به عبارتی ارائه هرگونه خدمات آموزشی دربردارنده هزینه است. درواقع، هر سیاست آموزشی با توجه به هزینه‌های آن مورد توجه قرار می‌گیرد، در همین راستا، هزینه‌ها نقش بسیار مهمی در تصمیم‌گیری‌ها دارند. از سوی دیگر هزینه‌ها پایه و اساس قیمت را تشکیل می‌دهند و قیمت‌ها عامل مهمی در تخصیص منابع کمیاب برای نیازهای نامحدود در جامعه به شمار می‌آیند. شناخت دقیق هزینه‌ها کمک می‌کند تا تصمیم‌های بهتری اتخاذ گردد و اقدامات مناسب‌تری صورت پذیرد (عمادزاده، ۱۳۸۲: ۱۱۱). هزینه‌ها بدان جهت اهمیت دارند که بدون محاسبه آن‌ها امکان هرگونه تحلیل سودمندی و اثربخشی نظام آموزشی مقدور نیست. از سوی دیگر، روش و نحوه هزینه کردن برای نظام آموزشی تا حد زیادی تعیین‌کننده نحوه نگرش آن به مقوله‌هایی مانند برابری و اولویت مقاطع، ساخت، رشته‌ها و مانند این‌هاست. علاوه بر این نقش دولت‌ها به عنوان عاملی سیاسی، در تصمیم‌گیری در این رابطه بسیار مهم است (آهنچیان و متولی، ۱۳۸۱: ۱۳).

با تحلیل هزینه می‌توان هزینه‌های متصور برای اتخاذ هر نوع سیاست یا انجام هر نوع اصلاحات آموزشی را ارزیابی و درجه به کارگیری منابع را تشخیص داد. در آموزش بمانند بسیاری از پدیده‌های اقتصادی – اجتماعی پیش‌بینی و آینده‌نگری صورت می‌پذیرد؛ یکی از ابعاد انجام هر نوع پیش‌بینی، در نظر گرفتن هزینه و تدارک منابع مالی لازم برای انجام فعالیت‌های آتی است (نادری، ۱۳۸۳: ۱۸۲).

طرح مؤسسه بین‌المللی برنامه‌ریزی آموزشی (IIFP) به این نتیجه رسید که در برنامه‌ریزی آموزشی از تحلیل هزینه می‌توان برای مقاصد مختلف استفاده کرد. برای مثال، ارزیابی امکان‌پذیری مالی برای بسط طرح‌ها و پیشنهادهای اجرایی؛ پیش‌بینی هزینه‌های آتی آموزش، تخمین هزینه‌سیاست‌های بدیل و هزینه اصلاحات یا نوآوری‌های آموزشی؛ مقایسه روش‌های بدیل برای تحقق هدف‌های مشابه، به منظور انتخاب اثربخش‌ترین یا اقتصادی‌ترین بدیل‌ها و بهبود کارایی استفاده از منابع (آهنچیان و متولی، ۱۳۸۱: ۱۲۴).

وودهال در کتاب تحلیل هزینه - منفعت و برنامه‌ریزی آموزشی آوردۀ اند که برنامه‌ریزی آموزشی از طریق تحلیل هزینه‌های آموزشی می‌تواند اولاً امکان‌پذیری برنامه‌های آموزشی را از لحاظ اقتصادی ارزیابی کند، ثانیاً طرح دقیقی برای مخارج آموزشی در خلال هر یک از سال‌های برنامه‌ریزی آموزشی تدوین کند و ثالثاً هزینه‌ها و نتایج واقعی اقتصادی طرح‌های خاص را ارزیابی نماید. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که مطالعات هزینه، نقش و جایگاه ویژه‌ای در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی آموزشی دارد و تحلیل هزینه‌های آموزشی وسیله‌ای مناسب برای مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی کارآمد فراهم می‌نماید و از این طریق است که می‌تواند در راه کسب و آموزش بیشتر و بهتر از منابع موجود، سهم قابل‌توجهی داشته باشد (وودهال، ۱۳۶۵).

در ارتباط با ضرورت تحلیل هزینه و تکنیک‌های آن در واحدهای آموزشی، مطالعات در رابطه با اقتصاد آموزش نشان می‌دهد که طی دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، اقتصاددانان به آنچه که در درون واحد آموزشی رخ می‌داد عنایتی نداشته و فرایند تولید آموزش را به مثابه یک جعبه سیاه تلقی می‌کردند. اما از دهه ۱۹۸۰، نحوه تولید خدمات آموزشی نیز مورد اقبال و توجه جدی اقتصاددانان قرار گرفت. در این راستا، اقتصاددانان به دنبال به کارگیری نظریات و روش‌های تحلیل علم اقتصاد در تبیین رفتار تخصیص منابع واحدهای آموزشی (نحوه تولید خدمات آموزشی) می‌باشند (نادری، ۱۳۸۳: ۲).

در نظام آموزش عالی تحلیل هزینه کاربردهای متعددی دارد. یکی از ابعاد مهم تحلیل هزینه، به کارگیری تابع هزینه برای کمک به تصمیمات مالی است. انتخاب یک برنامه بهینه تولید توسط بنگاه تولیدی را می‌توان از جنبه ترکیب عوامل تولید یا انتخاب سطح بهینه تولید بررسی نمود. این دو شیوه تصمیم‌گیری در یک بنگاه از یکدیگر جدا و قابل تفکیک نیستند. انتخاب ترکیب بهینه عوامل تولید یا نهاده‌ها با توجه به قیمت آن‌ها و نقش هر یک، در هزینه بنگاه انجام می‌شود. تابع هزینه بنگاه ابزار نظری خاص برای بررسی این گونه تصمیم‌های بنگاهی است که تمام اطلاعات فناوری (تکنولوژی) تولید و اطلاعات اقتصادی در مورد عملکرد بنگاه را در بر دارد (گرایی-نژاد و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۲). دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به عنوان نهادی علمی-آموزشی سازمانی غیرانتفاعی عرضه ستانده آموزشی مطلوب را برای جامعه دنبال می‌کنند تا بر مبنای آن بهینه‌سازی فعالیت‌ها و عملکرد این قبیل سازمان‌ها با تحلیل کمینه‌سازی هزینه‌ها (نه با

حداکثر سود) و مشخصاً به کارگیری تابع هزینه صورت می‌گیرد. لذا یکی از ابزارهای مناسب در تحلیل اقتصاد آموزش، «تابع هزینه» مؤسسه‌های آموزش عالی است. از تابع هزینه می‌توان ارتباط میان ستانده‌ها و هزینه (یعنی منابع مالی مصرف شده) را ارزشیابی کرد؛ و برای سنجش کارایی، تعیین مقیاس اقتصادی مؤسسه‌ها، تعیین میزان شهریه و کاربردهای سیاست‌گذاری مالی و بودجه‌ای (به منظور بهره‌گیری مؤثر و مناسب از منابع و امکانات محدود) (نادری، ۱۳۸۸: ۸). استفاده نمود. تابع تولید و تابع هزینه دانشگاه، رابطه‌ای همزادی دارند و با بررسی ویژگی‌های ساختار هزینه‌ای دانشگاه‌ها می‌توان به ساختار تولید آن‌ها پی‌برد. به طور معمول، اثربخشی آموزشی و پژوهشی دانشگاه پس از دستیابی به مقیاس اقتصادی رخ می‌دهد؛ ازین‌رو، رسیدن به مقیاس اقتصادی از شرایط لازم اثربخشی درونی و بیرونی دانشگاه‌هاست (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۳).

لذا با توجه به قابلیت‌های علمی – فنی تابع هزینه و کاربردهای آن در امر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی، پژوهشگران بسته به وسعت و هدف و زمینه پژوهشی به انتخاب مختلف به این موضوع و کاربردهای آن پژوهش پرداخته‌اند. به این منظور، حاضر با هدف بررسی تابع هزینه آموزش عالی (دانشگاه تهران) و اشاره به یکی از کاربردهای آن یعنی تعیین نقطه بهینه فعالیت دانشگاه (صرفه‌های اقتصادی) انجام شده است. امید است نتایج پژوهش حاضر به سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و مدیران آموزشی در اخذ تصمیمات اثربخش (ارتقای کیفیت تصمیمات تخصیص منابع) و برنامه‌ریزی‌های دقیق و کارآمد امورات و افزایش کارایی اقتصادی نظام آموزشی به‌طور مؤثری کمک نماید.

۲. پیشینه و مبانی نظری پژوهش

انجام برنامه‌ریزی‌های دقیق و دستیابی به اهداف و مأموریت‌های تعیین‌شده در هر سازمان و نهادی مستلزم دستیابی به اطلاعات مربوط به هزینه و درآمد است. تجزیه و تحلیل این اطلاعات موجب می‌شود تا سیاست‌گذاران تصمیمات مناسب‌تر و دقیق‌تری اخذ نموده و در راستای تحقق اهداف، مأموریت، افزایش کارایی و اثربخشی و تعالی سازمان حرکت نمایند (نیکجو و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۱۱). برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران آموزشی در کشورهای در حال توسعه همیشه با مسائل و چالش‌هایی از قبیل گسترش برنامه‌های آموزشی، پیش‌بینی هزینه‌های آموزشی،

ارزیابی سیاست‌های مختلف در زمینه مسائل آموزشی، کاراترین راه رسیدن به یک هدف، سودآوری طرح‌های مختلف سرمایه‌گذاری در آموزش و درنهایت با تخصیص منابع در بین سطوح و مقاطع مختلف آموزشی روبه‌رو هستند؛ حل چنین مسائلی در گروه تحلیل هزینه‌های آموزشی است (خشوعی، ۱۳۷۰؛ حاجی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۴: ۹۱). محاسبه هزینه‌های تولید خدمات آموزشی قدری بیچیده است، چراکه تحلیل هزینه به طرق مختلف و در سطوح متفاوتی (یعنی در سطوح واحد آموزشی و سطح نظام آموزشی) انجام می‌شود. از طرفی هزینه تولید خدمات آموزشی از سه دیدگاه و حوزه متفاوت افراد و خانواده‌ها، مؤسسه ارائه‌کننده (واحدهای آموزشی) و جامعه (دولت)، قابل ارزیابی است. در تحلیل هزینه‌های آموزشی اصولاً دو بعد مورد توجه قرار می‌گیرد:

- فراهم کردن ابزاری برای تجزیه و تحلیل جنبه‌های مالی آموزش (شناخت)
- به دست آوردن پارامترهایی برای پیش‌بینی روند فعالیت‌های نظام آموزشی (پیش‌بینی) (خشوعی، ۱۳۷۰؛ حاجی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۴: ۹۱).

تحلیل هزینه در واحدهای آموزشی می‌تواند: ۱) برآوردهایی را از چگونگی هزینه برنامه‌ها و سیاست‌ها فراهم کند، قبل از آنکه برنامه اجرا شود (Rosi & Freeman, 1993). ۲) در کیعملیات برنامه را بهبود بخشد و هزینه غیرمنتظره را آشکار کند (Swell & Marczek, 2006; Golebiewski, 2006). ۳) قدرت پاسخگویی مالی در برنامه را ارتقا می‌بخشد و به تنظیم اولویت‌ها در زمانی که منابع محدود باشد (محدودیت منابع) کمک می‌کند (Jacobs, 1988: 4). هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای (تملک دارایی و عمرانی) تحصیل یک دانشجو به‌طور شفاف و روشن و به زبان ریالی و پولی برای فرد و جامعه برآورد می‌گردد. مشخص کردن هزینه‌های فردی و اجتماعی گذران یک دوره تحصیلی می‌تواند چندین فایده در پی داشته باشد: اولاً به فرد و جامعه کمک می‌کند تا تصمیمات خود را معقولانه‌تر اتخاذ کند و به‌طور دقیق بداند که هزینه‌کرد یک دوره تحصیلی در مقایسه با هزینه‌های سایر فعالیت‌ها تا چه میزان است، ثانیاً در تخصیص بهینه منابع مالی و غیرمالی و انتخاب شق برتر، اولین قدم روشن کردن ابعاد هزینه‌هاست که این تحلیل چنین ابزاری را به دست می‌دهد. ثالثاً با استفاده از نتایج این تحلیل‌ها می‌توان

نواقص بودجه‌بندی را شناخت و تعیین کرد که کدام بخش از هزینه‌ها غیرمنطقی و غیرضروری است تا راهکارهایی جهت افزایش کارایی یا حذف آن پیدا نمود (رباط جزی، ۱۳۸۷).

به‌طورکلی، در تحلیل هزینه و ساختار آموزشی در یک واحد آموزشی، دو رویکرد مورد توجه قرار می‌گیرد: یکی این‌که آموزش یک فرد طی یک دوره آموزشی معین یا ارائه یک واحد خدمات آموزشی چه سهم و نقشی در هزینه واحد به‌جای می‌گذارد و دیگری این‌که هر یک از نهادهای تولید خدمات آموزشی چه سهم و نقشی در هزینه واحد به‌جای می‌گذارد. برای رویکرد نخست از تابع هزینه و برای رویکرد دوم از رابطه هزینه استفاده می‌شود (نادری، ۱۳۸۳: ۱۸۲).

جایگاه و پیشینه نظری تحلیل هزینه با به‌کارگیری «تابع هزینه» به نظریه بنگاه‌ها و سازمان‌ها بر می‌گردد که در مباحث خرد، جایگاه رفیع و شایسته دارد. بنگاه‌ها و سازمان‌ها اساساً انتفاعی و یا غیرانتفاعی هستند، بنگاه یا سازمان انتفاعی در پی حداکثر کردن انتفاع مورد هدف خود (مانند سود یا درآمد) است. در مقابل سازمان غیرانتفاعی دستیابی به حداکثر ستانده با کمترین منابع و امکانات را سرلوحه خود قرار می‌دهند؛ از همین رو، شرایط و مبنای تصمیم‌گیری هر یک از آن‌ها متفاوت از یکدیگر است. در همین راستا دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به عنوان نهادی علمی-آموزشی سازمانی غیرانتفاعی محسوب می‌شوند که لزوماً در پی کسب منفعت متعارف نیستند، بلکه عرصه ستانده آموزشی مطلوب را برای جامعه دنبال می‌کنند، به‌طور طبیعی، مبانی نظری بنگاه‌ها و سازمان‌های غیرانتفاعی برای آن‌ها نیز کاربرد پیدا می‌کند و بر مبنای آن بهینه‌سازی فعالیت‌ها و عملکرد این قبیل سازمان‌ها با تحلیل کمینه‌سازی هزینه‌ها (نه با حداکثر سود) و مشخصاً به کارگیری تابع تولید صورت می‌گیرد. در چارچوب مبانی تحلیلی تابع هزینه دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به منزله «مرکز هزینه» در نظر گرفته می‌شوند که برای دستیابی به اهداف خود (ستانده‌های آموزشی)، همواره بر حداقل کردن هزینه تلاش می‌کنند. (نادری، ۱۳۸۸: ۱۰).

بر اساس نظریه دانشگاه به‌متابه سازمان تولیدکننده، واحدهای تولیدی به منزله دستگاهی هدفمند در نظر گرفته می‌شوند که برای تحقیق اهداف مشخصی به فعالیت مشغولند. چرخه فعالیت این دستگاه‌ها به‌گونه‌ای است که از یک سو عوامل تولید (درونداد) را به خدمت می‌گیرند

و پس از طی نمودن فرایندهای لازم محصول معینی به صورت کالا یا خدمت تولید کرده و در اختیار متقاضیان قرار می‌دهند (نادری، ۱۳۹۷). در فرایند آموزش، واحد/ نظام آموزش، انسان آموزش ندیده را آموزش می‌دهد و سطح دانایی و تحصیلات وی را ارتقاء می‌بخشد و از همین رو، فرایند یاددهی – یادگیری در یک واحد آموزشی متناظر با فرایند تولید در یک واحد اقتصادی در نظر گرفته می‌شود همین مسئله این امکان را فراهم می‌کند که از ابزار تحلیل نظریه بنگاه (یعنی رابطه هزینه و تابع هزینه) برای تحلیل رفتار واحد آموزشی استفاده شود (نادری، ۱۳۸۳: ۱۸۲).

از نظرگاه بسیاری از تحلیل‌گران (به ویژه اقتصاددانان) دانشگاه‌ها نیز به مثابه سازمانی تولیدکننده شناخته می‌شوند چراکه دانشگاه‌ها نیز با ورود دروندادها از جمله اعضای هیئت‌علمی، دانشجویان و غیره در طی یک فرایند مشخص بروندادهایی را تولید می‌کنند سپس با دریافت پس‌خوراند این چرخه اصلاح می‌گردند. لیکن به دنبال این هستند با حداقل کردن نهاده بیشترین ستانده را عرضه کنند تا به کارایی و اثربخشی دیگر سیستم‌ها یاری رسانند چراکه دانشگاه‌ها به مثابه سیستمی جزئی از سیستم کل با دیگر زیرسیستم‌ها و فراسیستم‌ها تعامل دارند. نکته درخور درنگ، متفاوت بودن ساختار عملکردی دانشگاه به مثابه سازمان تولیدی با سازمان‌های متداول است چراکه جنس ورودی‌ها در دانشگاه‌ها متفاوت و متنوع هستند (انسان به جای مواد اولیه)، فرایندهای دانشگاه‌ها با فرایندهای تولیدی متفاوت هستند (فرایند یاددهی و یادگیری)، بروندادهای دانشگاه‌ها پیچیده و چندگانه (آموزش، پژوهش و خدمات اجتماعی) است (کیخا؛ ۱۴۰۱: ۳۱).

نکته مهم و اساسی در تحلیل هزینه واحدهای آموزشی این است، به لحاظ نظری، هزینه به مفهوم اقتصادی آن یعنی مخارج آموزشی مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد. چراکه در عمل، لحاظ کردن هزینه فرصت برای تحلیل هزینه یک واحد آموزشی بسیار مشکل است. علاوه بر این، اندازه‌گیری ستاندهای آموزشی مبتلا به پیچیدگی‌های زیادی است. از یک طرف ستاندهای آموزشی می‌تواند متنوع (چند محصولی) باشد (مانند یادگیری ادراکی و غیرادراکی)؛ اینکه چگونه می‌توان این نوع ستاندها را اندازه‌گیری و تجمعی نمود یک مسئله جدی و نیازمند استفاده از روش‌های علمی – فنی دقیق و مبتنی بر فناوری‌های نوین در روش‌شناسی است. از طرف دیگر، معمولاً افراد در یک واحد آموزشی طی دوره‌ای بیش از یک سال تحت تعلیم قرار

می‌گیرند و سطوح تحصیلی آن‌ها معمولاً بر حسب سال تحصیل (مانند اول، دوم و ...) تعیین می‌شود. به لحاظ مسائل مالی، هزینه تعلیم افراد در سطوح بالاتر معمولاً بیشتر است. از آنجا که بخشی از عوامل آموزشی برای آموزش همه افراد شاغل به تحصیل در آن واحد مشترک است، این مسئله سبب می‌شود که در واقعیت تفکیک هزینه آموزشی در هر یک از سطوح مختلف بسیار مشکل باشد. با این حال، معمولاً ستانده به صورت تعداد افراد تعلیم داده شده اندازه‌گیری می‌شود. هرچند که این شاخص نمی‌تواند میزان آموزش فراگرفته شده را به دقت ارزیابی نماید، اما اندازه‌گیری آن ساده است. علاوه بر این، تفکیک مخارج جاری و عمرانی و تقسیم و تسهیم دقیق و یکسان هزینه‌ها به هزینه ثابت و متغیر در هر یک از این مخارج در واحدهای آموزشی از دیگر موضوعات و مسائلی است که تحلیل هزینه در نظام / واحدهای آموزشی باید مدنظر قرار گیرد (نادری، ۱۳۸۳: ۱۸۵).

تابع هزینه از لحاظ شکل و ساختار انواع مختلفی دارد: الف- توابع هزینه خطی، سه‌می؛ کاب-داگلاس، CES، تابع هزینه ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم- یافته و لئونتیف تعمیم- یافته از جمله مهم‌ترین صورت‌های آن هستند که در تحقیقات اقتصاد آموزش مورد استفاده قرار گرفته‌اند (نادری، ۱۳۹۷: ۱۷۲). تابع هزینه یک رابطه جبری است که ارتباط بین آموزش (ستانده واحد آموزشی) و هزینه را مشخص می‌کند. یا به عبارتی رابطه بین هزینه و ستانده‌ها را مشخص می‌کند. ارتباط میان ستانده‌ها و هزینه به صورت مثبت است، یعنی ستانده بیشتر نیازمند هزینه بیشترند. شکل کلی تابع هزینه را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$C = f(s)$$

که در آن S و C به ترتیب، بیانگر «ستانده آموزشی» و «هزینه» لازم برای تولید ستانده مذبور است.

تابع هزینه ممکن است به صورت خطی با غیرخطی باشد. برای نمونه رابطه خطی بین ستانده آموزشی و هزینه به صورت رابطه زیر قابل تصور است:

$$C = a_0 + a_1 s$$

که به موجب آن با افزایش یک واحد ستانده آموزشی، هزینه کل معادل a_1 (یعنی هزینه نهایی)

افزایش می‌یابد. چنانچه رابطه بین هزینه و ستانده آموزش به صورت غیرخطی باشد، یعنی:

$$C = a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + a_3 s^3$$

میزان افزایش در هزینه (هزینه نهایی) به «سطح تولید» نیز وابسته است. در چنین ساختاری می‌توان این گونه متصور شد که در سطوح پایین‌تر تولید، میزان افزایش در هزینه ناشی از یک واحد اضافی ستانده، کمتر از میزان افزایش هزینه در سطوح بالای تولید خدمات آموزشی خواهد بود؛ این شکل از تابع هزینه در تحلیل‌های مرسوم اقتصادی، مورد اقبال بیشتری قرار گرفته است (نادری، ۱۳۸۳: ۱۸۲۹). همچنین تابع هزینه درجه دوم به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و امکان برآورد مدل با وجود متغیرهای با مقدار، به‌طور گسترده در پژوهش‌های تجربی تابع هزینه دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نمونه، شکل کلی تابع هزینه درجه دوم برای حالت چندمحصولی (دانشجویان تمام وقت در مقاطع مختلف، تولید علم و دانش و انتشار فناوری) به صورت زیر تعریف می‌شود (Longlong et al., 2009).

$$TC = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i Q_i + 1/2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k b_{ij} Q_i Q_j + C_1 Staff + C_2 \sum_{i=1}^k Q_i Staff + dCSIZE + V$$

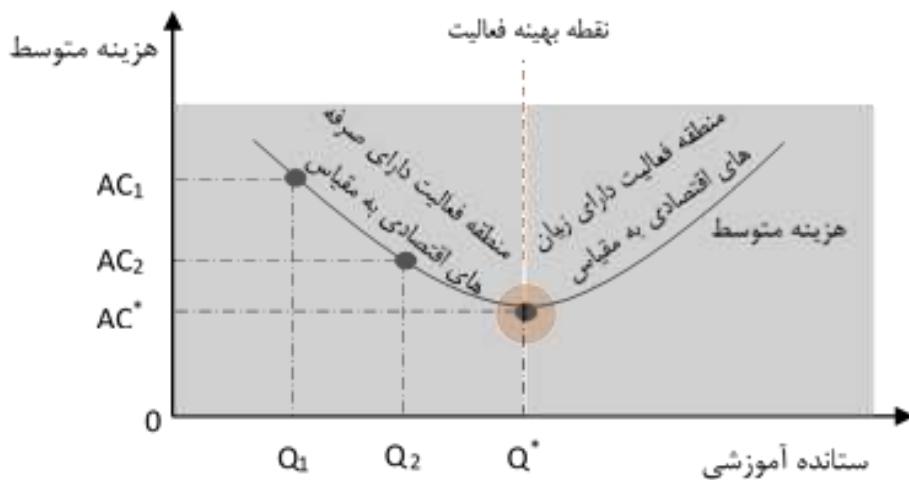
که در آن، TC هزینه کل دانشگاه، Q_i تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و تعداد مقاله‌ها (ISI, ISC) نسبت دانشجو به هیئت‌علمی، $Staff$ متوسط هزینه حقوق کارکنان (به جزء هیئت‌علمی، a ، b ، به ترتیب ضرایب برآش شده متغیرها و V نشان‌دهنده جمله اخلال است (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۹). در دانشگاه‌ها نیز به دلیل ناهمسانی بودجه در واحدها و رشته‌های و مقاطع مختلف تحصیلی، این روش (تابع هزینه) می‌تواند در تخصیص بهینه بودجه در چنین شرایط به تصمیم‌گیرنده کمک کند. بنابراین تابع هزینه می‌تواند در جهت حل مسئله تخصیص بهینه بودجه و بودجه‌ریزی در دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

تابع هزینه متوسط، علاوه بر تحلیل میزان و ساختار هزینه‌های مترتب بر فعالیت‌ها، دارای کاربردهای متعدد در آموزش است که تعیین وضعیت صرفه‌ها یا زیان‌های ناشی از مقیاس، تعیین وضعیت کارآمدی اقتصادی فعالیت‌ها، تعیین وضعیت صرفه‌های ناشی از ابعاد، تعیین نقطه بهینه فعالیت و تعیین مبنای شهریه از جمله مهم‌ترین آن‌ها هستند.

یکی از کاربردهای مهم تابع هزینه متوسط، مشخص کردن وضعیت صرفه‌ها یا زیان‌های اقتصادی ناشی از مقیاس است که شکل کلی تابع هزینه متوسط را مشخص می‌نماید. مطابق با

تحلیل‌های نظری مبتنی بر صورت سهمی (فرم درجه ۳) تابع هزینه کل، تابع هزینه متوسط \bar{U} شکل است. بنابراین دارای یک نقطه «حداقل» است؛ با افزایش مقیاس تولید، هزینه متوسط قبل از نقطه حداقل، کاهش و بعد از نقطه حداقل، هزینه متوسط افزایش می‌یابد. به این ترتیب، نقطه «حداقل» هزینه متوسط، مبنای تعیین صرفه‌ها یا زیان‌های اقتصادی ناشی از مقیاس است؛ قبل از نقطه حداقل هزینه متوسط، منطقه تولید یا فعالیت با صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس و پس از نقطه حداقل، با زیان‌های اقتصادی ناشی از مقیاس واقع شده است. لذا، برای مشخص کردن وجود صرفه‌ها یا زیان‌های اقتصادی ناشی از مقیاس، کافی است که وضعیت مقیاس فعالیت در رابطه با نقطه حداقل تابع هزینه متوسط مشخص شود.

چنانچه تابع هزینه به صورت غیرخطی در نظر گرفته شود، این رابطه را می‌توان مطابق نمودار () ترسیم نمود. که بر مبنای آن تا سطح مشخصی از تولید (یعنی S -ستانده آموزشی) هزینه با روند کاهنده افزایش می‌یابد (منطقه دارای صرفه‌های اقتصادی به مقیاس) اما پس از آن، روند افزایش هزینه متناسب با سطح ستانده آموزش، فزاینده یا صعودی (منطقه دارای زیان‌های اقتصادی به مقیاس) می‌شود (نادری، ۱۳۹۷: ۱۷۲). ساختار مذکور بر اساس وضعیت نسبی صرفه‌ها و زیان‌های ناشی از مقیاس تعیین می‌شود؛ زمانی که صرفه‌های ناشی از مقیاس بیشتر از زیان‌های ناشی از مقیاس باشد، هزینه متوسط دارای روند کاهشی است. در مقابل، زمانی که زیان‌های خارجی ناشی از مقیاس بر صرفه‌ها غالب داشته باشد، روند هزینه متوسط افزایشی است. درواقع، همین وضعیت تابع هزینه متوسط و ویژگی‌های هر یک از قسمت‌های آن، کلیدی‌ترین اطلاعات را برای تصمیم‌گیری‌های تولیدی فراهم می‌کند (نادری، ۱۳۸۸: ۱۷).



نمودار ۱: منحنی تابع هزینه متوسط (مأخذ: نادری، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۷)

قرار گرفتن دانشگاه‌ها در مقیاس اقتصادی، فعالیت دانشگاه‌ها را در پایین‌ترین هزینه قرار می‌دهد و از طرفی، بسیاری از دستاوردها و بروندادهای دانشگاه‌ها، مانند ارتباط گسترده با بخش صنعت و جامعه، پس از دستیابی به مقیاس اقتصادی نمایان می‌شوند. در ایران، توجه به مقیاس اقتصادی فعالیت دانشگاه و دستیابی به صرفه‌های مقیاس کمتر توجه می‌شود و در مواردی هم فراموش می‌شود؛ شاهد این ادعا گسترش بی‌رویه دانشگاه‌هاست. از پیامدهای گسترش سریع دانشگاه‌ها، کاهش نسبت تعداد دانشجو به مؤسسه‌های آموزش عالی از ۲۷۰۰ به ۱۷۰۰ نفر در هر واحد آموزش عالی در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۸۵ است (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۳).

به‌طورکلی، صرفه‌های ناشی از مقیاس، زمانی وجود خواهد داشت که افزایش محصول به میزان یک درصد باعث افزایش هزینه‌ها به میزان کم‌تر از یک درصد شود. به عبارت دیگر، صرفه‌های ناشی از مقیاس به این پرسش پاسخ می‌دهند که آیا واحدهای تولید و خدماتی بزرگ‌تر در مقایسه با واحدهای کوچک‌تر از لحاظ هزینه و کارایی در آموزش از مزیت برخوردارند (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۹). صرفه‌های اقتصادی مقیاس به طرق و روش‌های مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد از مهم‌ترین و مرسوم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- صرفه‌های ناشی از مقیاس عام (RAY SCALE): شاخص صرفه‌های سراسری یا معیار بردار صرفه به مقیاس بامول کشش هزینه نسبت به ستانده است (یعنی درصد تغییرها در هزینه‌ها را به ازای یک درصد تغییر در تمامی هزینه‌ها نشان می‌دهد). با این فرض که ترکیب محصول ثابت است. این شاخص به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$PAY\ SCALE = \frac{TC[Q_{U1}Q_{G1}Q_{PH}]}{Q_U MC_{U+} Q_G MC_{G+} Q_{PH} MC_{PH}}$$

- $PAY\ SCALE > 1$ بر وجود صرفه به مقیاس دلالت دارد، زیرا افزایش در هزینه‌ها به طور تناسبی کمتر از افزایش در محصول است.

- $PAY\ SCALE < 1$ بر نبود صرفه به مقیاس دلالت دارد، زیرا افزایش در هزینه‌ها به طور تناسبی بیشتر از افزایش در محصول است.

- صرفه‌های ناشی از مقیاس خاص (WPSSE) : این شاخص نشان می‌دهد زمانی که یک محصول تغییر می‌کند، با وجود ثابت بودن سایر محصولات، چگونه هزینه تغییر می‌کند. این معیار با بررسی رابطه بین هزینه نهایی و هزینه متوسط به دست می‌آید.

$$WPSSE_U = \frac{AIC_U}{MC_C}$$

- $WPSSE > 1$ به معنی وجود صرفه به مقیاس در تولید K مین محصول است.
- $WPSSE < 1$ به معنی نبود صرفه به مقیاس در تولید K مین محصول است.

بر اساس تحلیل‌های نظری اقتصاد آموزش، وجود صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس، یکی از علل دخالت دولت در تأمین نیازهای آموزشی است؛ بنابراین، با تحلیل وضعیت هزینه متوسط می‌توان صحت و اعتبار این نکته اساسی را کاوش و لزوم حمایت دولت را از فعالیت‌های آموزشی مشخص کرد. یعنی چنانچه نقطه فعالیت دانشگاه‌ها و مراکز و واحدهای آموزشی تحت مطالعه، قبل از نقطه حداقل هزینه متوسط باشد، شواهد متقنی برای تبیین و توجیه حمایت و دخالت‌های دولت در آموزش فراهم می‌کند. به عکس، چنانچه نقطه فعالیت در نقطه حداقل (یا بعد از آن) باشد، از ناحیه صرفه‌های اقتصادی به مقیاس، لزوم دخالت دولت در تأمین نیازهای آموزشی مطرح نخواهد بود.

یکی از کاربردهای مهم تابع هزینه، بررسی و ارزیابی صرفه‌های ناشی از ابعاد در واحدهای آموزشی است. صرفه‌جویی ناشی از ابعاد نشان می‌دهد که هزینه تولید چند ستانده به طور

مشترک کمتر از هزینه تولید آن به طور جداگانه است؛ این موضوع، ناشی مکمل بودن ستانده‌است. یعنی در فرایندی که تولید یک ستانده به تولید ستانده دیگر کمک می‌کند، هزینه تولید ستانده کاهش می‌باید (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۹). به‌ویژه در طی سال‌های اخیر، با افزایش تعداد دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی از یک طرف و کاهش تعداد دانشجویان از سوی دیگر، این موضوع بسیار مهم و جدی شده است. لذا با استفاده از تابع هزینه می‌توان این وضعیت واحد آموزشی را از این منظر مشخص نمود. این معیار با استفاده از روش‌هایی به شرح ذیل مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد:

- معیار صرفه در ابعاد به صورت عام (WSCAPE): این معیار، صرفه‌جويي ناشی از تولید همزمان دو محصول را نسبت به تولید آن‌ها به صورت انفرادی نشان می‌دهد. این معیار، درصد افزایش را در هزینه ناشی از تقسیم محصول به دانشگاه‌ها اندازه می‌گیرد که با رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$(TC[Q_U,0,0]+TC[\lceil 0,Q \rceil _G,0]+TC[\lceil 0,0Q \rceil _{PH}]-TC[Q_U,Q_G,Q_{PH}])/(TC[Q_U,Q_G,Q_{PH}]) = WSCOPE$$

- به معنی صرفه در ابعاد است.

- $WSCAPE < 0$ به معنی نبود صرفه در ابعاد است.
- $WSCAPE = 0$ به معنی خنثی بودن نسبت به صرفه در ابعاد است.
- معیار صرفه در ابعاد برای هر عامل خاص درون نمونه (WPSCO) : این معیار، صرفه در ابعاد تولید محصول K م را با سایر محصولات نشان می‌دهد که با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$(TC[Q_U,0,0]+TC[\lceil 0,Q \rceil _{G,Q_{PH}}]+TC[\lceil 0,0Q \rceil _{PH}]-TC[Q_U,Q_G,Q_{PH}])/(TC[Q_U,Q_G,Q_{PH}]) = WPSCO$$

- اگر $WPSCO(Qk) > 0$ باشد صرفه در ابعاد تولید محصول K م با سایر محصولات وجود دارد.

- اگر $0 < WPSCO(Qk)$ باشد صرفه در ابعاد تولید محصول K م با سایر محصولات وجود ندارد.

مشخص شدن وضعیت کارآمدی اقتصادی فعالیت‌ها و تعیین نقطه بهینه تولید، دو مقوله کاملاً مرتبط به هم هستند؛ هرچقدر وضعیت تولید یک بنگاه یا سازمان به نقطه نزدیک‌تر باشد، کارآمدی آن نیز بیشتر است و به عکس. به این ترتیب، نقطه بهینه تولید، همان کارآمدترین نقطه یا مقیاس فعالیت است. با مشخص کردن تابع هزینه متوسط، می‌توان نقطه مزبور را مشخص و وضع

فعالیت واحدهای تولیدی را با آن مقایسه و درجه (نا) کارآمدی را تعیین و ارزشیابی کرد. البته مبنای تعیین نقطه بهینه فعالیت، در بنگاه‌ها و سازمان‌های گوناگون از نظر ماهیت فعالیت‌ها، متفاوت است. در بنگاه‌ها و سازمان‌های اقتصادی، نقطه مطلوب تولید از تلاقي درآمد نهایی (یا قیمت بازار در شرایط رقابت کامل) با هزینه نهایی به دست می‌آید. اما باید توجه داشت که برای سtanانده‌های آموزش، بازار (محل تعامل خریدار و فروشنده) به مفهوم متعارف وجود ندارد. بنابراین قیمت بازار (و درآمد نهایی) به منزله مبنای تصمیم‌گیری در اختیار عاملان نیست. از همین رو، مبنای تعیین نقطه بهینه فعالیت، نقطه حداقل هزینه متوسط خواهد بود؛ چراکه واحدهای آموزشی در پی کسب حداکثر درآمد و سود نیستند، بلکه موظف به ارائه خدمات آموزشی هستند و به طور منطقی باید تلاش کنند تا سtanانده‌های آموزشی را با به کارگیری کمترین میزان منابع و امکانات در اختیار افراد و جامعه قرار دهند. از این‌رو، تحلیل وضعیت کارآمدی و سطح فعالیت عقلایی آن‌ها، با شرایط حداقل کردن هزینه‌ها همراه است. به این ترتیب، برای واحدهای آموزشی که مرکز هزینه محسوب می‌شوند، می‌توان نقطه حداقل هزینه متوسط را مشخص و وضع موجود فعالیت واحدهای آموزشی را با آن مقایسه و درجه بهینگی و (نا) کارآمدی فعالیت آن‌ها را تعیین و ارزشیابی نمود.

مفهوم «شهریه» به ویژه در شرایطی که بازارمداری به مثابه یک جهت‌گیری جدی در فعالیت‌های آموزشی مورد توجه قرار گرفته باشد، دارای اهمیت زیاد است؛ چراکه شهریه، رفتار عاملان و تصمیم‌گیران آموزش را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مناسبات نبود شهریه و مجانی بودن آموزش، متقارضیان آموزش ناگزیرند صرفاً پذیرنده نوع و محتوای آموزش متعارف باشند. در چنین شرایطی، کمترین توجه به خواست و نیازهای متقارضیان به عمل می‌آید؛ چراکه تأمین مالی فعالیت‌های آموزشی منوط به تصمیم یا تأمین نظرات متقارضیان نیست. در مقابل، زمانی که افراد شهریه کامل می‌پردازنند، توقع متقارضیان از واحدهای آموزشی این خواهد بود که به خواسته‌ها و نیازهای آن‌ها توجه جدی بشود. بی‌توجهی به این مسئله، سبب از دست دادن دانش‌آموزان و دانشجویان می‌شود و چه بسا که موجبات تعطیلی واحدهای آموزشی را فراهم کند. علاوه بر این، میزان شهریه، میزان تقاضا برای آموزش را نیز تعیین می‌کند؛ با افزایش شهریه، عده متقارضیان آموزش کمتر خواهد شد. چراکه اصولاً افراد، آموزش را به منزله یک سرمایه-

گذاری در نظر می‌گیرند. با افزایش هزینه این سرمایه‌گذاری (با فرض ثبات منافع آن)، بازده آموزش کاهش می‌یابد و به تبع آن، میزان تقاضا نیز تقلیل پیدا خواهد کرد. رفتار این دو گروه (یعنی واحدهای آموزشی و متقاضیان آموزش) در مجموع، انباشت سرمایه انسانی یک جامعه را رقم می‌زند که به نوبه خود، رشد و توسعه آن را به طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد. به این ترتیب، باید اذعان کرد که تعیین مبنای شهریه به گونه‌ای که رفتار عاملان آموزش و درنهایت انباشت سرمایه انسانی را بهینه نماید، برای آینده کشور بسیار مهم و راهبردی است (نادری، ۱۳۸۸: ۲۰).

با توجه به قابلیت‌های علمی و فنی تحلیل هزینه - تابع هزینه و کاربردهای مفید آن در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، استفاده از آن در محافل علمی و اجرایی مورد توجه و عنایت اندیشمندان و صاحب‌نظران در حوزه‌های مختلف علمی و مدیریتی قرار گرفته است. برخی از مهم‌ترین شواهد تجربی در ارتباط در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
		ساختار هزینه و استخراج	تابع هزینه	نهاده: مخارج پژوهشی
		تابع هزینه برای ۱۴۷ دانشگاه‌های پژوهشی	ترانسلوگ ^۱ بر	ستاند: دانشجویان سه مقطع (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری)
De Groot et al	۱۹۹۱	آمریکا (خصوصی و دولتی)	اساس روش‌های آماری و اقتصادسنجی	نتایج: وجود بازدهی فزاینده و صرفه‌های ناشی از مقیاس در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد بیشتر بودن هزینه مؤسسه‌های ارائه‌دهنده رشته پژوهشی از مؤسسه‌های بدون رشته پژوهشی تأثیر پایین نوع مؤسسه (عمومی و خصوصی) بر اجزای هزینه

1. Translog

ادامه جدول ۲: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Dundar & Lewis	۱۹۹۵	ناشی از مقیاس در ۱۸۶ دانشگاه بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های	بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های	نهاده: سه گروه از رشته‌های دانشگاهی (اجتماعی، بهداشت و علوم مهندسی)
Glass et al	۱۹۹۵	انگلستان و پژوهش دانشگاه‌های تابع هزینه	تابع هزینه	ستادنده: دانشجویان تحصیلات تکمیلی، کارشناسی، دکتری و مخارج پژوهش‌ها نتایج: وجود بازده فزاینده و صرفه‌های ناشی از مقیاس برای همه مقاطع پژوهش‌ها به عنوان گران‌ترین و آموزش کارشناسی به عنوان ارزان‌ترین ستادنده ارزان بودن رشته‌های علوم اجتماعی از دیگر علوم
Hashimoto & Cohn	۱۹۹۷	ژاپن بررسی دامنه فعالیت‌ها و صرفه‌های اقتصادی در دانشگاه‌های خصوصی تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم، تابع هزینه چندمحصولی	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم، تابع هزینه چندمحصولی	نهاده: هزینه واحد سرمایه فیزیکی و هزینه واحد نیروی انسانی ستادنده: شاخص پژوهش‌ها، تعداد دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد نتایج: وجود اقتصاد مقیاس برای دو ستادنده پژوهش‌ها و آموزش دور کارشناسی وجود اقتصاد مقیاس برای نهاده‌ها نهاده: اعتبارات دانشگاه‌های خصوصی ستادنده: دانشجویان تحصیلات تکمیلی، کارشناسی و مخارج پژوهش‌ها نتایج: وجود مقیاس و صرفه‌های اقتصادی در همه مقاطع بالا بودن هزینه نهایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی از هزینه نهایی دانشجویان کارشناسی وجود صرفه‌های اقتصادی برای سطح خاصی از محصولات در مورد دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد در دانشگاه‌های کوچک وجود صرفه‌های اقتصادی پژوهش برای دانشگاه-های بزرگ

ادامه جدول ۳: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Filippini & Lepori	۲۰۰۷	بررسی ساختار هزینه‌ها و استفاده از ظرفیت و مقیاس اقتصادی در دانشگاه سوئیس	تابع هزینه درجه دوم برای دوره-۲۰۰۰ های ۱۲	نهاده: اعتبارات دانشگاه ستاندۀ: گروه‌های تحصیلی مختلف نتایج: وجود تفاوت هزینه‌ها بسیار بزرگ‌گین گروه‌های تحصیلی مختلف
Sav Amerika	۲۰۰۴	هزینه‌های آموزش عالی و صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه‌های آمریکا	تابع هزینه چندمحصولی	نهاده: دستمزد نیروی انسانی ستاندۀ: تعداد دانشجویان دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و درآمد پژوهش‌های مؤسسه‌های عمومی نتایج: محدود بودن اقتصاد مقیاس شعاعی ^۱ در وجود اقتصاد مقیاس شعاعی در مؤسسه‌های خصوصی
Lenton	۲۰۰۸	ساختار هزینه آموزش عالی در ۹۶ دانشکده دانشگاه‌های انگلستان	تابع هزینه درجه دوم و تحلیل مرز تصادفی	نهاده: متوسط دستمزد مدرسان، دستمزد متوط نیروی کار پشتیبانی و نسبت دانشجو به استاد ستاندۀ: تعداد دانشجویان در مقاطع مختلف و وجود پژوهشی نتایج: کارایی مقیاس در بین تمامی دوره‌های تحصیلی
Horne & Hu	۲۰۰۸	کارایی هزینه در دانشگاه‌های استرالیا در گروه‌های آموزشی ۳۶ دانشگاه و در دو بعد کمیت و کیفیت	تابع هزینه ترانسلوگ و تحلیل مرز تصادفی برای دوره‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۲	نهاده: متوسط دستمزد اعضای هیئت علمی، متوسط دستمزد نیروی انسانی اداری و پشتیبانی ستاندۀ: تعداد دانشجویان در مقاطع مختلف رشته‌های علوم پایه و فنی و مهندسی نتایج: عدم فعالیت دانشگاه‌های استرالیا با کارایی كامل

۱. در حالت کلی، مدل‌های اندازه‌گیری کارایی به دو گروه مدل شعاعی و غیرشعاعی تقسیم می‌شوند. در مدل‌های شعاعی، نهاده‌ها و ستاندۀ‌ها متناسب با هم تغییر می‌کنند. برای مثال، اگر دو نهاده X_1 و X_2 در نظر گرفته شود، هر دو به یک مقدار (Θ) کاهش می‌یابند. در مدل‌های غیرشعاعی، نهاده‌ها و ستاندۀ‌ها متناسب با هم تغییر نمی‌کنند.

ادامه جدول ۴: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Johnnes et al	۲۰۰۸	آموزش عالی دانشگاه انگلستان	اثرهاي تصادفي و مرز تصادفي	وابستگي و همبستگي اقتصاد مقیاس به روش تخمین وجود اقتصاد مقیاس در اثرهاي تصادفي عدم وجود اقتصاد مقیاس در روش مرز تصادفي
Longlong et al	۲۰۰۹	بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه‌های پژوهشی چین	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم	واحدهای مورد بررسی به طور میانگین در ارائه خدمات آموزشی در سطح کارشناسی و کارشناسی ارشد، در حالت بازده فراینده و دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس هستند.
Agasisti & Dal Bianco	۲۰۰۷	بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه دولتی ایتالیا	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم	ستانده: دانش آموختگان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و مخارج پژوهش‌ها نتایج: ارزان بودن هزینه دانشجویان دوره کارشناسی در رشته‌های آموزش نظری در مقایسه با دانشجویان رشته کارشناسی رشته‌های فیلدی و آزمایشگاهی دوره دکتری به عنوان گران‌ترین سtanده دانشگاه و عدم کارایی مقیاس در این دوره
Olivares & Wetzel	۲۰۱۴	بررسی مقیاس اقتصادی مؤسسه آموزش تصادفي بیزین ^۱ عالی آلمان	تابع هزینه فاصله‌ای و مرز	ستانده: تعداد دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد و درامد پژوهش‌ها نتایج: وجود اقتصاد مقیاس دز تمامی گروههای علمی

1. Bayesian

ادامه جدول ۵: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Cohn et al	۱۹۸۹	با در نظر گرفتن مؤسسه‌های آموزش عالی به عنوان شرکت‌های چندمحصولی	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم	نهاده: متوسط هزینه حقوق اعضای هیئت علمی ستاند: دانش آموختگان تحصیلات تکمیلی، کارشناسی و مخارج پژوهش‌ها <u>نتایج:</u> رعایت مقیاس اقتصادی برای دانشگاه‌های خصوصی و دولتی تا سطوح خاصی وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در تمامی مقاطع در دانشگاه‌های خصوصی وجود صرفه‌های ناسی از مقیاس در مقطع کارشناسی ارشد و فعالیت‌های پژوهشی در دانشگاه‌های دولتی نهاده: اعتبارهای هزینه‌ای ستاند: تعداد دانشجویان سال ۱۳۸۸ دانشگاه‌های غیرپژوهشکی (داده‌های مقطعی) <u>نتایج:</u> وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه‌ها
گرابی نژاد	۱۳۹۲	بررسی انواع هزینه در آموزش عالی با استخراج تابع هزینه آموزش عالی در ایران	تابع هزینه کاب-داگلاس ^۱ و ترانسلوگ	تبعیت شکل تابع هزینه آموزش عالی تر شکل عمومی و مرسم تابع هزینه ^۲ (سازگار با مبانی و انتظارات نظری و نتایج پژوهش تجربی سایر کشورها) تفاوت برآوردهزینه سرانه دانشگاه با یکدیگر در مقاله تحصیلی با توجه به قدمت، عوامل ساختاری، وضعیت فیزیکی، ترکیب نیروی انسانی و منطقه آنها

1. Cobb-Douglas

۲. به صورت U

ادامه جدول ۶: شواهد و مطالعات تجربی مرتبط با تابع هزینه و کاربردهای آن در حوزه آموزش عالی

نویسنده‌گان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
دین محمدی و همکاران	۱۳۹۷	صرفه‌های اندازه و ابعاد اقتصادی ۷۵ دانشگاه دولتی ایران وابسته به وزارت علوم	تابع هزینه درجه دوم	نهاده: هزینه کل دانشگاه ستاندۀ: تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، تعداد مقاله‌ها، نسبت دانشجو به هیئت علمی، متوسط هزینه حقوق کارکنان (به جز هیئت علمی) نتایج: عدم وجود صرفه‌های عام و خاص مقیاس اقتصادی در دانشگاه‌های دولتی و وجود شکاف معنادار متوسط آن‌ها با مقیاس مطلوب اقتصادی متفاوت بودن مقیاس اقتصادی دانشگاه‌ها در مقاطع آموزشی وجود صرف‌جویی ناشی از ابعاد در دانشگاه‌های ایران (هزینه متوسط دانشگاه‌های غیرجامع، بالاتر از هزینه متوسط دانشگاه‌های جامع)

۳. روش پژوهش

تحلیل هزینه کاربردهای متعددی در تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع و بودجه‌ریزی در دانشگاه دارد. یکی از فون مهم در تحلیل هزینه، تابع هزینه است. همان‌گونه که عنوان شد تابع هزینه، هزینه یک بنگاه را با سطح محصولات و سایر متغیرهای تحت کنترل بنگاه مرتبط می‌سازند. تابع هزینه در شکل عمومی آن به صورت $C=c(R,Q)$ نشان داده می‌شود که در آن، سطح محصول و R بردار قیمت نهاده‌هاست. برای پیش‌بینی صحیح تابع هزینه باید تا حد امکان رابطه صحیحی را بین هزینه متغیر و محصول بنگاه برقرار سازیم. چه شکلی از منحنی برای تابع هزینه مناسب‌ترین است و چگونه آن را به صورت جبری نمایش دهیم، برای تابع هزینه اشکال زیر متصور است:

الف- اگر تابع هزینه متغیر به صورت $C=a_0+a_1Q$ انتخاب شود یعنی رابطه خطی بین ستاندۀ و هزینه برقرار باشد، این مفهوم ضمنی پذیرفته شده است که هزینه نهایی ثابت و معادل a_1 است یعنی

با افزایش هر واحد به محصول مقدار هزینه متغیر به اندازه a_1 واحد افزایش می‌آید، تابع هزینه متوسط در این تابع به صورت نزولی است.

ب- اگر انتظار محقق یک منحنی هزینه‌ای U شکل و هزینه نهایی این متغیر، اما خطی باشد باید تابع هزینه از نوع توابع هزینه‌ای با معادله درجه دوم بکار برد یعنی:

$$C = a_0 + a_1 s + a_2 s^2$$

ج- نهایتاً اگر انتظار ما یک هزینه نهایی غیرخطی باشد می‌توان فرم درجه سه را برای تابع هزینه اختیار کرد:

$$C = a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + a_3 s^3$$

در پژوهش حاضر برای استخراج تابع هزینه آموزش عالی در واحدهای آموزشی با استفاده از داده سری زمانی طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۷ (۱۴ سال) و روش مبتنی بر پیش‌بینی شکل تابع هزینه در آموزش عالی انتخاب و چنین فرض شده است که هزینه نهایی در آموزش متغیر و غیرخطی است. بنابراین از معادله درجه ۲ برای بررسی تابع هزینه متوسط استفاده شده است.

تحلیل هزینه در واحدهای آموزشی، ممکن به صورت ارقام مطلق و یا نسبت‌های مبتنی بر ارقام مطلق انجام گیرد. از آنجا تحلیل‌های مبتنی بر ارقام مطلق تنها یک تصویر کلی از وضعیت مخارج به دست می‌دهند و بسته به شرایط (مانند تورم زیاد) ممکن است کم‌دقیق‌ها و خطای‌هایی را باعث شوند. طی سال‌های مختلف معمولاً اقتصاد کشورها دچار تورم و افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود. همین مسئله مخارج را نیز متأثر می‌کند به گونه‌ای که برای انجام فعالیت مشابهی در شرایط تورمی، ناگزیر باید منابع مالی بیشتری باید هزینه شود. از همین رو، تحلیل ارقام مطلق و به قیمت‌های جاری می‌تواند تصویر گمراه‌کننده‌ای نسبت به ارقام واقعی ایجاد کند. برای رفع این مسئله، دو راه حل قابل تصور است: نخست اینکه ارقام مورد تحلیل، تورم‌زدایی شده و لذا تحلیل مخارج به قیمت‌های ثابت انجام پذیرد. دوم اینکه از نسبت‌ها برای تحلیل ساختار هزینه نظام‌های آموزشی استفاده گردد (نادری، ۱۳۹۷: ۱۵۹). در همین راستا در پژوهش حاضر برای حل این مسئله، از قیمت ثابت سال ۹۵ استفاده شده است.

برای تحلیل مقایسه‌ای کارایی بین واحدهای آموزشی مختلف، مخارج سرانه یکی از شاخص‌های مهم و کلیدی است. لذا یکی از اقدامات مهم در تابع هزینه سرانه متغیر (رشته-قطع تحصیلی)، تعیین میزان هزینه سرانه دانشجویی به تفکیک رشته-قطع تحصیلی است. در متون

علمی از روش‌های مختلفی مانند تابع هزینه ترانسلوک و تابع هزینه کاب داگلاس و ... جهت تعیین میزان هزینه سرانه دانشجویی استفاده می‌شود. اما از آنجا که انجام محاسبه به این روش نیازمند داده‌های مالی در حوزه آموزش، پژوهش، نیروی کار، تغییرات فناوری و ... است. در پژوهش حاضر برای تعیین هزینه سرانه دانشجویان به دلیل محدودیت در دسترسی به اطلاعات علمی-فني، از داده‌های موجود در قانون بودجه سال ۱۳۹۸ استفاده شده است. که معمولاً به روش سنتی و قیمت تمام شده هزینه دانشجویان در فعالیت‌های مختلف: هزینه سرانه خدمات دانشجویی-فرهنگی، هزینه سرانه فعالیت‌های پژوهش و فناوری به تفکیک گروه‌های تحصیلی علوم پایه، فنی و مهندسی، کشاورزی، علوم انسانی و هنر به دست می‌آید. لذا در پژوهش حاضر برای برآورد تابع مورد نظر از تابع هزینه سهمی درجه دوم استفاده شده است.

با توجه به ناهمسانی و تفاوت بودجه در رشته‌ها (گروه‌های پنج-گانه آموزشی) و واحدهای مختلف آموزشی، یا به عبارتی تفاوت در هرینه‌بری رشته‌های مختلف و واحدهای آموزشی از نظر دانشجویان تحت تعلیم، خدمات (تجهیزات) آموزشی برای رشته‌ها و مقاطع مختلف، ضریب تأثیرگذاری باید تعدیل شوند. در جدول () میزان تأثیرگذاری هزینه سرانه دانشجویی به تفکیک رشته-مقاطع تحصیلی بر اساس هزینه سرانه در قانون بودجه آمده است.

جدول ۲: هزینه سرانه و ضریب تأثیرگذاری هزینه تربیت دانشجو به تفکیک مقاطع و رشته تحصیلی

		هزینه سرانه تربیت دانشجو در مقاطع تحصیلی (مبلغ به میلیون ریال)		رشته‌های تحصیلی/ واحدهای آموزشی
دکتری	کارشناسی ارشد	کارشناسی	هزینه سرانه	
۳۱۴۸۰۱	۱۷۰.۰۴۸	۱۱۰.۳۸۷	۱۹۸.۴۱۲	علوم انسانی
۳۴۷.۰۵۱	۲۲۸.۴۴۶	۱۳۹.۳۸۱	۲۳۸.۲۹۲	علوم پایه
۲۶۹.۲۳۱	۲۴۶.۱۹۴	۱۴۵.۹۴۶	۲۵۳.۰۹۰	فنی و مهندسی
۴۳۲.۰۹۹	۲۶۰.۲۸۸	۱۶۶.۲۹۶	۲۸۶.۲۲۷	هنر و معماری
۳۷۲.۲۲۲	۲۵۸.۶۲۱	۱۵۶.۸۵۰	۲۶۲.۵۶۴	کشاورزی و دامپردازی
۳۶۷.۰۸۰	۲۳۲.۷۱۹	۱۴۳.۷۷۲	۲۴۷.۸۵۷	هزینه سرانه دوره کارشناسی
۲.۵۵	۱.۶۰	۱		ضریب تعدیل

مأخذ: قانون بودجه سال ۱۳۹۸ کل کشور پیوست شماره ۴ اعتبارات هزینه‌ای دستگاه‌های اجرایی بر حسب برنامه، فعالیت و بهای تمام شده (دستگاه‌های مشمول بند «پ» ماده (۷) قانون برنامه ششم توسعه بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد) مصوب

به دلیل متفاوت بودن هزینه‌های آموزشی در مقاطع مختلف و حذف این عامل در محاسبه هزینه سرانه دانشجو، از دانشجوی معیار شده برای محاسبه اعتبارات سرانه دانشجو استفاده شده است. ضریب تعديل جهت تبدیل دانشجویان معیار شده در پژوهش‌های مختلف متفاوت در نظر گرفته شده است برای نمونه دباغ ۱۳۷۵ تلاش کرده است تا برای محاسبه مخارج سرانه از دانشجوی معیار استفاده کند. وی میزان مخارج آموزشی دانشجویان کارشناسی ارشد را ۳ برابر و برای دانشجویان دکتر ۶ برابر مخارج آموزشی دانشجویان کاردانی و کارشناسی در نظر گرفته است. البته این میزان نابرابری برای همه گروه‌ها به طور یکسان در نظر گرفته شده و جزئیات محاسبات و دلایل توجیهی برای لحاظ کردن تفاوت ضرایب مزبور برای سطوح مختلف آموزشی ارائه نشده است. و هم‌چنین نادری (۱۳۸۰) ربط جزی (۱۳۸۷) از این روش استفاده کردند. دین‌محمدی (۱۳۹۴) در بررسی‌های خود ضریب تأثیرگذاری هزینه سرانه دانشجویان را به تفکیک مقاطع تحصیلی به صورت زیر در نظر گرفته است. در پژوهش حاضر نیز از یافته‌های دین‌محمدی (۱۳۹۴) استفاده شده است. فرمول محاسبه و تأثیر آن در بودجه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳: دانشجوی معیار در مقاطع تحصیلی

تعداد دانشجویان کارشناسی دانشکده‌ها / واحدهای آموزشی	$F_1 = F_1 * 1 \rightarrow$
تعداد دانشجویان معیار شده مقطع ارشد دانشکده‌ها / واحدهای آموزشی	$F_2 = F_2 * 1.5 \rightarrow$
تعداد دانشجویان معیار شده مقطع دکتری دانشکده‌ها / واحدهای آموزشی	$F_3 = F_3 * 2.63 \rightarrow$
جمع کل دانشجویان معیار شده دانشکده‌ها / واحدهای آموزشی	
$N = F_1 + F_2 + F_3$	

برای تعیین تابع هزینه به تفکیک در رشته- مقاطع تحصیلی (تابع هزینه متغیر) در پنج گروه تحصیلی علوم انسانی، علوم پایه، فنی و مهندسی، کشاورزی و دامپزشکی و هنر از فرمول زیر استفاده شده است.

$Y_H = a_1 B.S + a_2 M.A + a_3 Ph.D$	گروه تحصیلی علوم انسانی واحدهای آموزشی علوم انسانی و علوم اجتماعی و رفتاری
$Y_S = a_1 B.S + a_2 M.A + a_3 Ph.D$	گروه تحصیلی علوم پایه واحدهای آموزشی علوم پایه
$Y_E = a_1 B.S + a_2 M.A + a_3 Ph.D$	گروه تحصیلی فنی و مهندسی واحدهای آموزشی فنی و مهندسی
$Y_{AV} = a_1 B.S + a_2 M.A + a_3 Ph.D$	گروه تحصیلی کشاورزی و دامپزشکی واحدهای آموزشی کشاورزی و دامپزشکی
$Y_{FA} = a_1 B.S + a_2 M.A + a_3 Ph.D$	گروه تحصیلی هنر واحدهای آموزشی هنر

در این فرمول a1 هزینه سرانه در رشته مورد نظر در مقطع کارشناسی، B.S تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی در گروه تحصیلی مورد نظر، a2 هزینه سرانه در مقطع کارشناسی ارشد در گروه تحصیلی موردنظر و M.A تعداد دانشجویان در مقطع کارشناسی ارشد در گروه تحصیلی موردنظر، a3 هزینه سرانه در گروه تحصیلی در مقطع دکتری و Ph.D تعداد دانشجویان مقطع دکتری در گروه تحصیلی موردنظر است. و درنهایت، تابع هزینه کل دانشگاه به روش زیر تعیین شده است.

$$Y_U = Y_H + Y_S + Y_E + Y_{AV} + Y_{FA}$$

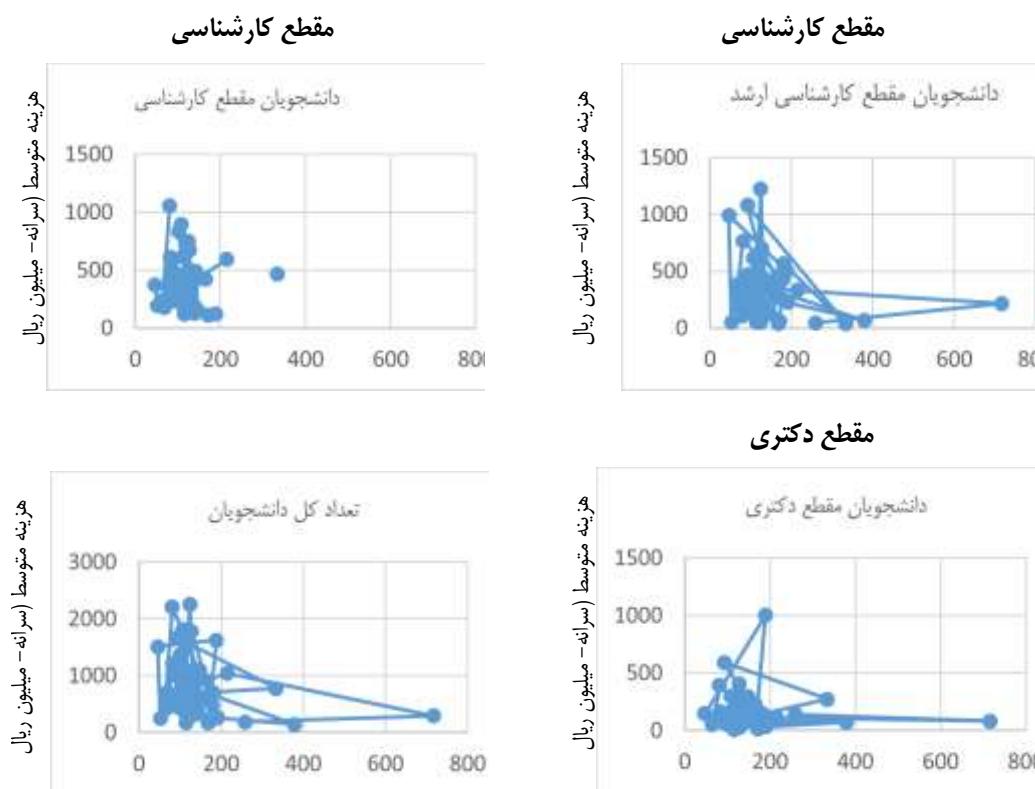
بودجه کل دانشگاه

۴. یافته‌ها

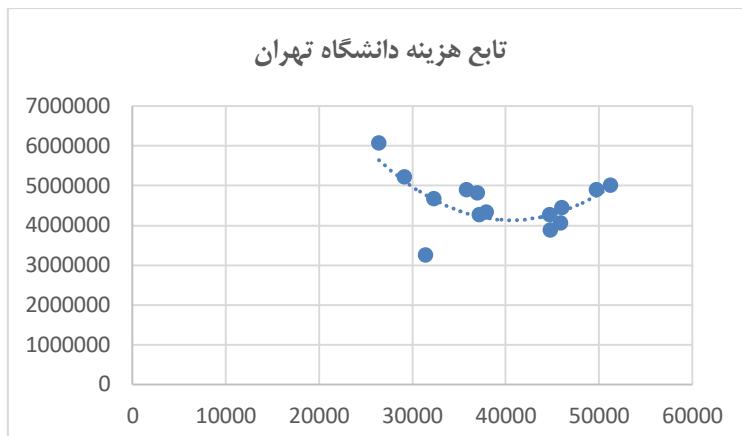
در این قسمت، تحلیل‌های تجربی ارائه و نتایج آن مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. ابتدا نمودار‌های پراکنش تعداد دانشجویان و هزینه متوسط ترسیم و تحلیل می‌شوند. سپس توابع هزینه متوسط که با استفاده از داده‌های آماری دانشگاه تهران برآورد شده‌اند در قالب تحلیل‌های آماری استباطی ارائه شده‌اند.

وضعیت هزینه متوسط (مخارج سرانه) در برابر اندازه دانشگاه تهران (مجموع واحدهای آموزشی) (تعداد دانشجویان) در نمودار (۳) ارائه شده است. همان‌گونه که وضعیت نمودار پراکنش نشان می‌دهد، ارتباطی منسجم میان هزینه متوسط و مقیاس فعالیت در دانشگاه در همه مقاطع تحصیلی وجود دارد. این ارتباط / رابطه، منفی یا معکوس است، یعنی مقیاس فعالیت بیشتر با هزینه متوسط کمتر همراه است و به عکس. نکته اساسی دوم به منطقه تمرکز یا نقاط پراکنش مربوط می‌شود که درواقع، منطقه فعالیت جاری دانشگاه در مقایسه با شکل کلی و نظری تابع هزینه متوسط (یعنی U شکل) را تعیین می‌کند؛ از این منظر می‌توان ادعا کرد دانشگاه تهران در نیمه سمت چپ نقطه حداقل تابع هزینه متوسط، فعالیت می‌کند؛ یعنی در منطقه‌ای که با صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس مواجه است. از این رو، دانشگاه تهران می‌تواند با گسترش حجم فعالیت‌های خود، هزینه متوسط تریت دانشجویان را کاهش دهند. همچنین شواهد تجربی ارائه شده، نشان می‌دهند که میزان هزینه متوسط در دانشگاه (میان واحدهای آموزشی) بسیار متفاوت و ناهمسان است، بدون شک، بخشی از این ناهمسانی‌ها یا نابرابری‌ها بر اساس تعداد دانشجویان و تفاوت در میزان هزینه‌بری رشته‌های مختلف تحصیلی قابل توجیه است، اما بخشی دیگر به

وضعیت کارآمدی دانشگاه تهران (در واحدهای آموزشی) مربوط می‌شود. این رو، باید اذعان نمود که ناکارآمدی (هزینه‌ای) در دانشگاه تهران قابل ملاحظه و مسئله‌ای در خور توجه جدی است. شواهد تجربی مورد اشاره، شکل کلی تابع هزینه متوسط را به طور روشن و کامل ارائه نمی‌دهد. از این همین رو، باید تابع هزینه متوسط به طور تجربی و با به کارگیری فنون آماری، برآذش شود و مورد ارزیابی قرار گیرد؛ نتایج این ارزیابی‌ها به صورت کلی و به تفکیک مقاطع تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در نمودار زیر ارائه شده است.



نمودار ۲: نمودار پراکنش تابع هزینه متوسط به تفکیک مقاطع تحصیلی



نمودار ۳: نمودار پراکنش (تابع هزینه متوسط) دانشگاه تهران

همان‌طور که در مباحث نظری عنوان شد و نمودار فوق نیز نشان می‌دهد در منحنی تابع هزینه با توجه به سطح تولید (تعداد دانشجویان) هزینه‌ها تا سطح خاصی کاهش می‌یابد و به حداقل خود می‌رسد و پس از آن با افزایش هر دانشجو این هزینه روند افزایشی خود را نشان می‌دهد.

بررسی تابع هزینه متوسط دانشگاه تهران

به منظور برآورد تابع هزینه از روش رگرسیون چندگانه همزمان استفاده شده است که در آن هزینه کل و یا هزینه سرانه به عنوان متغیر وابسته و تعداد کل دانشجویان و یا تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی وارد معادله رگرسیون شده‌اند. بنابراین، برای بررسی و برآشش الگوی تابع هزینه متوسط از الگوهای مختلفی مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفتند. به طور کلی ۳ الگو مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از اجرای الگوی در ذیل ارائه شده است.

$$\text{الگوی ۱ - معادله سه‌می درجه ۲} \quad C = a_0 + a_1 s + a_2 s^2$$

در این بخش از تابع نوع دوم که تابع هزینه معادله درجه دوم است استفاده شده است. در این تحلیل هزینه سرانه به عنوان متغیر وابسته و تعداد کل دانشجویان به عنوان متغیر مستقل وارد معادله رگرسیون شده‌اند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون چندگانه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۲: تابع هزینه متوسط_الگوی ۱ - خلاصه الگو و جدول ضرایب

الگو	R	R^2	تعديل شده R ²	انحراف استاندارد
۱	۰.۹۰۸	۰.۸۲۴	۰.۷۹۲	۱۸۳۱۸۰.۵۶۵۲
جدول ضرایب				
متغیر / الگو				ANOVA
Sig	F	Error Std.	Sig	Coefficients
		۱۴۴.۰۵۵۳۳.۰۶	t B Beta
۰.۰۰۰	۲۵۶۹۳	۷۵۵۳۸۵۰	۰.۰۰۲	-۳.۸۹۷ -۵.۷۶۸ ۴.۹۸۵
		۰..۹۶	۰.۰۰۶	۳.۳۶۸ ۰.۳۲۴

همان طور که در جدول فوق ملاحظه می‌گردد نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نتایج نشان می‌دهد که در سطح معناداری ($P<0.01$) رابطه معناداری بین هزینه سرانه و تعداد کل دانشجویان وجود دارد. نتایج ضرایب بتا حاکی از آن است که تعداد دانشجویان هزینه سرانه را تا سطح خاصی از فعالیت (تعداد دانشجویان) به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند، به صورتی که با اضافه شدن یک دانشجو به تعداد کل دانشجویان سبب می‌شود که هزینه سرانه دانشجو کاهش پیدا کند. در مجموع تعداد دانشجویان همان‌گونه که آماره ضریب تعیین (R^2) نشان می‌دهد حدود ۰.۸۲۴٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کند که از توان پیش‌بینی خوبی برخوردار است. یعنی درصد ۰.۸۲۴٪ تغییرات هزینه (مخارج) دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود شکل کلی تابع به صورت درجه ۲ و منطبق با انتظارات نظری (یعنی U شکل) است. نمودار (۱) دقیقاً گویای یک رابطه خطی است و می‌توان مطابق نمودار عنوان کرد که اندازه مناسب فعالیت دانشگاه حدود ۴۰۴۶۰ هزار دانشجوست که تا این سطح از فعالیت‌ها هزینه‌ها کاهش می‌یابد اما پس از آن روند افزایش هزینه سرانه متناسب با تعداد دانشجویان افزایش می‌یابد.

در سطح دانشگاه با افزایش مقیاس فعالیت تا ۴۰۴۶۰ هزار دانشجو هزینه کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد. یعنی با افزایش حجم فعالیت به ازای هر یک دانشجو به تعداد کل دانشجویان دانشگاه هزینه سرانه دانشجو حدود ۱.۱۱۹ میلیون ریال کاهش می‌یابد. که در معادله رگرسیون نیز نشان داده شده است.

$$C = a_0 + a_1 s + a_2 s^2$$

$$E+111.19119 = (22369439358 * 4.985) + (549474 * 5.768) - 76042627848$$

معادله برآورد شده برابر است با: $C=0.0075X^2-606.91X+2E+07$

برای به دست آوردن نقطه بهینه از تابع هزینه نسبت به تعداد دانشجو مشتق می‌گیریم یعنی $\frac{dc}{dx}$ و آن را مساوی صفر قرار می‌دهیم: $0.015=0.01015-606.91x$ در نتیجه $x=606.91/0.015=40460$

الگوی ۲- معادله سهمی درجه ۲

در این الگو هزینه سرانه به عنوان متغیر وابسته (ملاک) و تعداد کل دانشجویان استاندارد شده به عنوان متغیر مستقل (پیش‌بین) وارد معادله رگرسیون شده است. با توجه به اینکه هزینه تربیت دانشجو در مقاطع مختلف تحصیلی یکسان نیست و مقاطع تحصیلی بالاتر نیازمند هزینه سرانه بیشتری می‌باشند در این بخش به منظور یکسان‌سازی هزینه سرانه در مقاطع مختلف تحصیلی از شاخص دانشجوی معیار استفاده شده است.

همان‌گونه که عنوان شد هزینه تربیت دانشجویان در سطوح و مقاطع مختلف تحصیلی (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری) یکسان نیست و در مقاطع تحصیلی بالاتر، آموزش مستلزم مخارج بیشتری است. برای تحلیل‌های تطبیقی، باید مبنای انجام یک مقایسه منطقی میان مقاطع فراهم شود. برای دستیابی به این هدف، دانشجویان مقاطع مختلف باید بر مبنای شاخص‌های بودجه‌ریزی، معیار شوند. یعنی هزینه تربیت یک دانشجو در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری ۱.۵ و ۲.۶۳ برابر هزینه تربیت دانشجو در مقاله کارشناسی است. بنابراین به دانشجویان مقطع کارشناسی ضریب ۱، دانشجویان دوره ارشد ضریب ۱.۵ و دانشجویان دکتری ضریب ۲.۶۳ لحاظ می‌شود. بدین ترتیب تعداد دانشجویان معیار شده بر مبنای رابطه $NS=NB+NM*1.5+NP*2.63$ محاسبه می‌شود که در آن، NB تعداد دانشجویان دوره کارشناسی، NM تعداد دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و NP تعداد دانشجویان دوره دکتری در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۸: تابع هزینه متوسط_الگوی ۲ - خلاصه الگو و جدول ضرایب

انحراف استاندارد	R^2 تعدیل شده	R^2	R	الگو			
۲۹۲۲۱۵۵۴.۸۱	.۰۴۷	.۰۵۱	.۰۷۴۲	۲			
جدول ضرایب							
ANOVA	Coefficients						
Sig	F	Std. Error	Sig	t	Beta	B	متغیر/ الگو
							عرض از مبدأ a
		۱۵۴۷۴۹۴۹.۶۵	.۰۰۰	۱۱.۰۰۳		۱۷۰۲۷۸۴۹۴.۰	
۰.۰۱۲	۶.۷۵۸		.۰۰۰	.۰۰۰۹	-۱.۲۷۶	-۳.۵۹۱	تعداد کل دانشجویان معیار شده
							مجذور تعداد کل دانشجویان
			.۰۰۰	.۰۰۱۷	.۰۹۶۳	۳.۱۶۵	معیار شده
						۱.۲۶۹	

همان‌طور که در جدول (۵) ملاحظه می‌گردد در سطح معناداری ($P < 0.01$) رابطه آماری معناداری بین هزینه سرانه و تعداد دانشجویان معیار وجود دارد. نتایج حاصل از آماره F نیز مؤید نتیجه فوق است. نتایج حاصل از ضرایب بتا نشان می‌دهد که تعداد دانشجویان معیار هزینه را تا سطح خاصی از فعالیت به‌طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌طوری‌که با اضافه شدن یک دانشجو به تعداد کل دانشجویان سبب می‌شود که هزینه سرانه دانشجو کاهش یابد. در مجموع تعداد دانشجویان معیار در حدود ۵۵٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی متوسطی برخوردار است. یعنی ۵۵٪ تغییرات هزینه‌ها در دانشگاه تهران تحت تأثیر تعداد دانشجویان معیار است که سهم متوسطی است.

الگوی ۳

به‌منظور برآورد تابع هزینه متوسط از رگرسیون چندگانه استفاده شده است، در این تحلیل هزینه سرانه دانشجویان به عنوان متغیر وابسته و تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی به عنوان متغیر مستقل وارد معادله رگرسیونی شدند. همان‌طور که در جدول (۸) ملاحظه می‌گردد با پذیرفتن ۱۰ درصد خطأ، تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی (متغیر مستقل) از لحاظ آماری به طور معناداری متغیر وابسته (هزینه سرانه) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج حاصل از رگرسیون چندگانه در جدول () ارائه شده است.

جدول ۶: تابع هزینه متوسط_الگوی ۳- خلاصه الگو و جدول ضرایب

انحراف استاندارد	R^2 تعدیل شده	R^2	R	الگو			
۲۲۰۰۳۷۵۷.۷۸	۰.۶۹۹	۰.۷۶۹	۰.۸۷۷	۳			
جدول ضرایب							
ANOVA		Coefficients		متغیر/الگو			
Sig	F	Error Std.	Sig	t	Beta	B	
		۹۷۹۹۶۸۰۱.۲۴	.۰۰۰۱	۴.۸۹۱		۴۷۹۳۴۱۶۵۳.۱	a عرض از مبدأ
		۴۸۸۶۰۰۲۴	.۰۰۱۵	-۲.۹۴۸	-۰.۵۹۹	-۱۴۴۰۵.۴۸۴	دانشجویان مقطع کارشناسی
۰.۰۰۰۲	۱۱.۰۷۹	۱۷۲۴.۹۱۹	.۰۰۲۵	-۲.۶۴۳	-۰.۷۴۵	-۴۵۵۸.۵۱۵	دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد
		۳۵۴۷.۰۷۳	.۰۱۰۰	-۱.۸۱۱	.۰۴۳۴	-۶۴۲۴.۸۰	دانشجویان مقطع دکتری

نتایج حاصل آزمون F حاکی از معناداری رابطه معادله رگرسیون (هزینه سرانه و تعداد دانشجویان به تفکیک سطوح / مقاطع تحصیلی) است. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که در سطح معناداری ($P < 0.01$) رابطه معناداری بین دانشجویان مقطع کارشناسی، دانشجویان کارشناسی ارشد و دانشجویان مقطع دکتری با هزینه سرانه وجود دارد. بنابراین، می‌توان گفت هزینه سرانه تحت تأثیر تعداد دانشجویان در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری است. همان‌گونه در جدول (۶) ملاحظه می‌گردد تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی حدود ۷۶٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی نسبتاً خوبی برخوردار است. درواقع ۷۶٪ هزینه سرانه دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی قرار دارد.

همچنین ضرایب بتا نشان می‌دهد تعداد دانشجویان مقطع دکتری به طور مثبت هزینه سرانه آموزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهند به صورتی که با اضافه شدن یک دانشجوی دکتری به تعداد دانشجویان این دوره‌ها سبب می‌شود تا هزینه کل افزایش یابد. اما تعداد دانشجویان در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به طور منفی هزینه سرانه دانشگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد به صورتی که با اضافه شدن یک دانشجو به تعداد کل دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد سبب می‌شود تا هزینه سرانه کاهش یابد.

۵. نتیجه‌گیری

بر اساس مبانی نظری، یکی از رویکردهای اصلی در تحلیل هزینه و ساختار آن در یک واحد آموزشی برآورد میزان هزینه برای آموزش یک فرد طی یک دوره آموزشی معین یا برای ارائه یک درس مشخص در واحد یا نظام آموزشی، تابع هزینه است. تابع هزینه از نظر ساختار انواع مختلفی دارد: تابع هزینه خطی، سهمی (تابع هزینه درجه دوم و تابع هزینه درجه سوم)، کاب-داگلاس و ترانسلوگ از جمله مهم‌ترین و پرکاربردترین آن‌ها محسوب می‌شوند. در پژوهش حاضر نیز با توجه به هدف و نوع داده‌ها از تابع هزینه سهمی درجه دوم استفاده شده است. بدین منظور، برای برآورد تابع هزینه دانشگاه از داده‌سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۷ استفاده شده است. وضعیت هزینه متوسط (مخارج سرانه) در برابر اندازه واحدهای آموزشی (تعداد دانشجویان) دانشگاه تهران در نمودارها ارائه شده است. وضعیت نمودار پراکنش نشان می‌دهد، ارتباطی منسجم میان هزینه متوسط و مقیاس فعالیت واحدهای آموزشی در همه مقاطع تحصیلی وجود دارد. این ارتباط/رابطه، منفی یا معکوس است، یعنی مقیاس فعالیت بیشتر با هزینه متوسط کمتر همراه است و به عکس. نکته اساسی دوم به منطقه تمرکز یا نقاط پراکنش مربوط می‌شود که درواقع، منطقه فعالیت جاری واحدهای آموزشی در مقایسه با شکل کلی و نظری تابع هزینه متوسط (یعنی U شکل) را تعیین می‌کند؛ از این منظر می‌توان ادعا کرد که همه واحدهای آموزشی در نیمه سمت چپ نقطه حداقل تابع هزینه متوسط، فعالیت می‌کنند؛ یعنی در منطقه‌ای که با صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس مواجه است. از این‌رو، پر迪س و واحدهای آموزشی می‌توانند با گسترش حجم فعالیت‌های خود، هزینه متوسط تربیت دانشجویان را کاهش دهند. هم‌چنین شواهد تجربی ارائه شده، نشان می‌دهند که میزان هزینه متوسط میان واحدهای آموزشی بسیار متفاوت و نامسان است، بدون شک، بخشی از این نامسانی‌ها یا نابرابری‌ها قابل توجیه است، اما بخشی دیگر به وضعیت کارآمدی واحدهای آموزشی مربوط می‌شود. این‌رو، باید اذعان نمود که ناکارآمدی (هزینه‌ای) میان واحدهای آموزشی دانشگاه تهران قابل ملاحظه و مسئله‌ای در خور توجه جدی است. لذا یافته پژوهش حاضر همسو با مبانی و انتظارات نظری و هم‌چنین نتایج یافته‌های تجربی ولی بیگی (۱۳۷۷)، رباط جزی (۱۳۸۷)، گرایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲)، دین‌محمدی و همکاران (۱۳۹۷)، وری لیارد (۱۹۷۵)، اسبورن (۱۹۸۹)، کریدی و همکاران (۲۰۰۲) و ... بوده است.

نتایج پژوهش نشان داد که با افزایش تعداد دانشجویان هزینه متوسط تا حد مشخصی از فعالیت کاهش می‌یابد و پس با افزایش دانشجویان تابع هزینه افزایش می‌یابد و تابع هزینه متوسط در آن‌ها به صورت U شکل است. بدین ترتیب فعالیت‌های آموزشی در دانشگاه به مانند بسیاری از واحدهای اقتصادی ناشی از مقیاس همراه است.

به منظور برآورد تابع هزینه از روش رگرسیون چندگانه همزمان استفاده شده است که در آن هزینه سرانه به عنوان متغیر وابسته و تعداد کل دانشجویان و یا تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی به عنوان متغیر مستقل وارد معادله رگرسیون شده‌اند. بنابراین، برای بررسی و برآورزش الگوی تابع هزینه متوسط از الگوهای مختلفی مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفتند. به طور کلی ۴ الگو مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نتایج نشان می‌دهد که در سطح معناداری ($P < 0.01$) رابطه معناداری بین هزینه سرانه و تعداد کل دانشجویان و هزینه سرانه وجود دارد. نتایج ضرایب بتا حاکی از آن است که تعداد دانشجویان هزینه سرانه را تا سطح خاصی از فعالیت (تعداد دانشجویان) به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند، به صورتی که با اضافه شدن یک دانشجو به تعداد کل دانشجویان سبب می‌شود که هزینه سرانه دانشجو کاهش پیدا کند. در مجموع تعداد دانشجویان همان‌گونه که آماره ضریب تعیین (R^2) نشان می‌دهد حدود ۸۲٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی خوبی برخوردار است. یعنی درصد ۸۲٪ تغییرات هزینه (مخارج) دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان است.

بنابراین شکل کلی تابع به صورت درجه ۲ و منطبق با انتظارات نظری (یعنی U شکل) است. نمودار شماره (۳) دقیقاً گویای یک رابطه خطی است و می‌توان مطابق نمودار عنوان کرد که اندازه مناسب فعالیت دانشگاه حدود ۴۰ هزار دانشجوست به‌گونه‌ای که تا این سطح از فعالیت‌ها / تولید (تعداد دانشجویان / ستانده آموزشی) هزینه متوسط کاهش می‌یابد (منطقه دارای صرفه‌های اقتصادی به مقیاس) اما پس از آن (نقطه حداقل هزینه متوسط) روند افزایش هزینه سرانه متناسب با تعداد دانشجویان (سطح ستانده) افزایش می‌یابد (منطقه دارای زیان‌های اقتصادی به مقیاس). لذا با توجه به کاربردهای سیاستی و تصمیم‌سازی تابع هزینه، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و مدیران آموزشی در اخذ تصمیمات اثر بخش (ارتقای کیفیت تصمیمات تخصیص منابع) و برنامه‌ریزی‌های دقیق و کارآمد امورات و افزایش

کارایی اقتصادی نظام آموزشی به‌طور مؤثری کمک نماید. همچنین با توجه به تأثیرپذیری سایر متغیرهای آموزشی، پژوهشی و زیرساختی در تعیین ساختار و تابع هزینه دانشگاه، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران و علاقه‌مندان این حوزه، در یک جامعه آماری وسیع‌تر و با متغیرهای بیشتر، به بسط و توسعه این مفهوم در سطح خرد و کلان پردازنند.

منابع

- آهنچیان، محمدرضا، متولی، محمود. (۱۳۸۱). اقتصاد آموزش و پژوهش. تهران: انتشارات سمت.
- حاجی‌تبار فیروزجایی، محسن، خالوندی، فاطمه، حسینی، نهضت. (۱۳۹۴). تحلیل هزینه‌های آموزشی مناطق آموزش و پژوهش شهر تهران. دوفصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی، ۴(۵)، ۱۱۴-۸۹.
- خشوعی، کمال. (۱۳۷۰). تحلیل هزینه‌های آموزش و پژوهش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- دین‌محمدی، مصطفی، قلی‌زاده، حیدر، دبیا، سکینه. (۱۳۹۷). برآورد صرفه‌های ناشی از مقیاس و صرفه‌های ناشی از ابعاد در دانشگاه‌های دولتی ایران. فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه، ۲۲(۳)، ۱۴۲-۱۲۱.
- رباط‌جزی، حسین. (۱۳۸۷). تحلیل هزینه سرانه آموزش دانشجویان دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.
- عمادزاده، مصطفی. (۱۳۸۱). مباحثی از اقتصاد آموزش و پژوهش. اصفهان: نشر جهاد دانشگاهی اصفهان.
- کیخا؛ احمد. (۱۴۰۱) کندوکاوی در مؤلفه‌های دانشگاه کلاس جهانی برای ارائه یک الگوی جدید. دو فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۰(۲۰)، ۴۶-۲۴.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۸۳). اقتصاد آموزش. تهران: انتشارات یسطرون.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۸۸). تابع هزینه و کاربردهای آن در آموزش عالی: مورد پژوهی مناطق آموزش و پژوهش شهر تهران. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۹۹(۷)، ۳۴-۷.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۹۷). مباحث پیشرفته در اقتصاد آموزش؛ کارایی و اثربخشی درونی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- نیکجو، شیما، رضاپور، عزیز، بلوج-نژاد مجرد، توراندخت، راشکی کمک، اسماء، واحدی، سجاد، فارابی، هیرو، جهانگیری، رضا. (۱۴۰۰). تحلیل هزینه فعالیت‌های آموزشی

دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشکده پزشکی در بیمارستان‌های مستقل دانشگاه علوم

پزشکی ایران. مجله علوم پزشکی صدر، ۲۹(۲)، ۱۰۹-۱۱۸.

وودهال، مورین. (۱۳۶۵). اقتصاد آموزش و پژوهش. ترجمه محمد برهان منش، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

- Agasisti, T., & Dal Bianco, A. (2007). Cost Structure of Italian Public Universities: An Empirical Analysis. *Higher Education in Europe*, 32(2-3), 261-275.
- Cohn, E., Rhine, S.L., & Santos, M.C. (1989). Institutions of Higher Education as Multi-Product Firms: Economies of Scale and Scope. *The Review of Economics and Statistics*, 71(2), 284-290.
- Cohn, E., Rhine, S.L., & Santos, M.C. (1989). Institutions of Higher Education as Multi-Product Firms: Economies of Scale and Scope. *The Review of Economics and Statistics*, 71(2), 284-290 .
- De Groot, H., Mc Mahon, W.W., & Volkwein, J.F. (1991). The Cost Structure of American Research Universities. *The Review of Economics and Statistics*, 73(3), 424-431.
- Dundar, H., & Lewis, D.R. (1995). Departmental Productivity in American Universities: Economies of Scale and Scope. *Economics of Education Review*, 14(2), 119-144.
- Filippini, M., & Lepori, B. (2007). Cost Structure, Economies of Capacity Utilization and Scope in Swiss Higher Education Institutions. *Universities and Strategic Knowledge Creation: Specialization and Performance in Europe*, 272-304.
- Glass, J.C., McKillop, D.G., & Hyndman, N.S. (1995). The Achievement of Scale Efficiency in UK Universities: A Multiple-Input Multiple-Output Analysis. *Education Economics*, 3(3), 249-263.
- Golebiewski, J.A. (2006). The Literature on Education Cost Function: AN Overview. *Review of Educational Research*. 106, 407-444
- Greene, W (2008). The Econometric Approach to Efficiency Analysis. *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change*. H.O. Fried, C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt. Oxford, Oxford University Press: 92-250.
- Hallak, J. (1970). The Analysis of Educational Costs and Expenditure. *Fundamentals of Educational Planning-10*.
- Hashimoto, K., & Cohn, E. (1997). Economies of Scale and Scope in Japanese Private Universities. *Education Economics*, 5(2), 107-115.
- Horne, J., & Hu, B. (2008). Estimation of Cost Efficiency of Australian Universities. *Mathematics and Computers in Simulation*, 78(2-3), 266-275.
- Izadi, H., Johnes, G., Oskrochi, R., & Crouchley, R. (2002). Stochastic Frontier

- Estimation of a CES Cost Function: The Case of Higher Education in Britain. *Economics of Education Review*, 21(1), 63-71.
- Johnes, G., Johnes, J., & Thanassoulis, E. (2008). An Analysis of Costs in Institutions of Higher Education in England. *Studies in Higher Education*, 33(5), 527-549.
- Kumbhakar, S.C., & Lovell. C.A.K (2003). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge, Cambridge University Press
- Lenton, P. (2008). The Cost Structure of Higher Education in Further Education Colleges in England. *Economics of Education Review*, 27(4), 471-482.
- Longlong, H., Fengliang, L., & Weifang, M. (2009). Multi-Product Total Cost Functions for Higher Education: The Case of Chinese Research Universities. *Economics of Education Review*, 28(4), 505-511.
- Naderi, A (2018). *Advanced Topics in the Economics of Education; Internal Efficiency and Effectiveness*. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
- Olivares, M., & Wetzel, H. (2014). Competing in the Higher Education Market: Empirical Evidence for Economies of Scale and Scope in German Higher Education Institutions. *CES info Economic Studies*, 60(4), 653-680.
- Rossi, P.H. & Freeman, H.E. (1993). *Evaluation: A Systematic Approach* (5th eds). Newbury Park: sage publication, 363-401.
- Sav, G.T. (2004). Higher Education Costs and Scale and Scope Economies. *Applied Economics*, 36(6), 607-614 .
- Sewell, M., & Marczak, M. (2007). Using Cost Analysis in Evaluation, Tuscon, Az; USDA/ CSREES & University of Arizona .