

تابع هزینه در آموزش عالی (نظریه و عمل)

کاظم فتح تبار فیروزجانی

دکتری اقتصاد و مدیریت مالی آموزش عالی دانشگاه تهران، ایران

k_fathtabar.1986@yahoo.com

کمیابی و محدودیت منابع مالی ایجاب می‌کند ارائه نهاده‌ها در هر نظامی با استانداردهای مطلوبی همراه باشند. این امر مستلزم تخصیص بهینه منابع مالی و برقراری ارتباط هدفمند بین هزینه‌ها و استانداردهای 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 بهینه فعالیت دانشگاه (صرفه‌های 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 استانداردهای آموزشی «دانشجویان» است. نتایج حاصل از تابع هزینه نشان می‌دهد که تعداد دانشجویان به طور کل ۸۲٪ درصد تغییرات هزینه سرانه را تبیین می‌کنند. همچنین بر اساس نتایج به دست 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 به طور 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، سنخیت، رشته‌ها و مانند این‌هاست. علاوه بر این نقش دولت‌ها به عنوان عاملی سیاسی، در تصمیم‌گیری در این رابطه بسیار مهم است (آهنچیان و متوسلی، 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 هزینه سیاست‌های 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 متوسلی، ۱۳۸۱: ۱۲۴).

وودهاال در کتاب تحلیل هزینه - منفعت و برنامه ریزی آموزشی آورده اند که برنامه ریزی آموزشی از طریق تحلیل هزینه های آموزشی می تواند اولاً امکان پذیری برنامه های آموزشی را از لحاظ اقتصادی ارزیابی کند، ثانیاً طرح دقیقی برای مخارج آموزشی در خلال هر یک از سال های برنامه ریزی آموزشی تدوین کند و ثالثاً هزینه ها و نتایج واقعی اقتصادی طرح های خاص را ارزیابی نماید. بدین ترتیب ملاحظه می شود که مطالعات هزینه، نقش و جایگاه ویژه ای در تصمیم گیری و برنامه ریزی آموزشی دارد و تحلیل هزینه های آموزشی وسیله ای مناسب برای مدیریت و برنامه ریزی آموزشی کارآمد فراهم می نماید و از این طریق است که می تواند در راه کسب و آموزش بیشتر و بهتر از منابع موجود، سهم قابل توجهی داشته باشد (وودهاال، ۱۳۶۵).

در ارتباط با ضرورت تحلیل هزینه و تکنیک های آن در واحدهای آموزشی، مطالعات رابطه با اقتصاد آموزش نشان می دهد که طی دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، اقتصاددانان به آنچه که در درون واحد آموزشی رخ می داد عنایتی نداشته و فرایند تولید آموزش را به مثابه یک جعبه سیاه تلقی می کردند. 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 روش های تحلیل علم اقتصاد در تبیین رفتار تخصیص منابع واحدهای آموزشی (نحوه تولید خدمات آموزشی) می باشند (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 می توان از جنبه ترکیب عوامل تولید یا انتخاب سطح بهینه تولید بررسی نمود. این دو شیوه تصمیم گیری در یک بنگاه از یکدیگر جدا و قابل تفکیک نیستند. انتخاب ترکیب بهینه عوامل تولید یا نهاده ها با توجه به قیمت آن ها و نقش هر یک، در هزینه بنگاه انجام می شود. تابع هزینه بنگاه ابزار نظری خاص برای بررسی این گونه تصمیم های 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). دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی به عنوان نهادی علمی - آموزشی سازمانی غیرانتفاعی عرضه ستانده آموزشی مطلوب را برای جامعه دنبال می کنند تا بر مبنای آن بهینه سازی فعالیت ها و عملکرد این قبیل سازمان ها با تحلیل کمینه سازی هزینه ها (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 پی برد. به‌طورمعمول، اثربخشی آموزشی و پژوهشی دانشگاه پس از دستیابی به مقیاس اقتصادی رخ می‌دهد؛ ازاین‌رو، 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 انحنای 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 تعیین شده 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 در نهایت با تخصیص منابع در بین سطوح و مقاطع مختلف آموزشی روبه‌رو هستند؛ حل چنین مسائلی در گروه تحلیل هزینه‌های آموزشی است (خشوعی، ۱۳۷۰: ۱۳۷؛ حاجی‌تبار و همکاران، ۱۳۹۴: ۹۱). محاسبه هزینه‌های تولید خدمات آموزشی قدری پیچیده 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: ۵۵؛ 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 (2). (Rosi & Freeman, 1993) درک عملیات برنامه را بهبود بخشد و هزینه غیرمنتظره را آشکار کند (Swell & Marczeck, 2006; 3). (Golebiewski, 2006) قدرت پاسخگویی مالی در برنامه را ارتقا می‌بخشد و به تنظیم اولویت‌ها در زمانی که منابع محدود باشد (محدودیت منابع) کمک می‌کند (4). (Jacobs, 1988) 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 جزئی، ۱۳۸۷).
به‌طور کلی، 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 برمی‌گردد 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 به‌عنوان 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، مبنای 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 مبنای 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 به‌مثابه 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 هیئت علمی، دانشجویان و غیره در طی یک فرایند مشخص برون دادهایی را تولید می‌کنند سپس با دریافت پس‌خوراند این چرخه اصلاح می‌گردد. 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)، برون دادهای 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 تجمیع 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 تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته 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 بیشتری است. 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 مزبور است.

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

$$C = a_0 + a_1s$$

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:

$$C = a_0 + a_1s + a_2s^2 + a_3s^3$$

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: ۱۸۳-۱۸۲۹). 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 تمام‌وقت در مقاطع مختلف، تولید علم و دانش و انتشار فناوری) به صورت زیر تعریف می‌شود (Longlong et al., 2009).

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

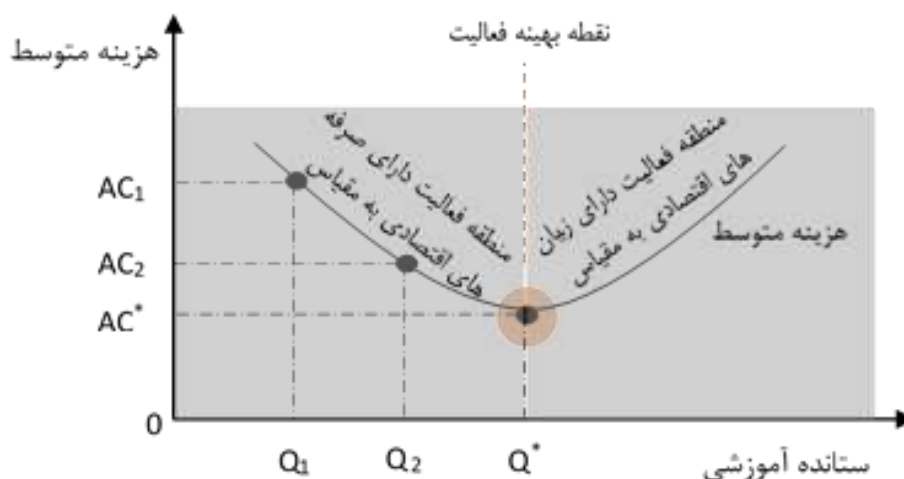
که در آن، TC هزینه کل دانشگاه، Q_i تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و تعداد مقاله‌ها (ISI, ISC)، CSIZE نسبت دانشجو به هیئت‌علمی، Staff متوسط هزینه حقوق کارکنان (به جزء هیئت‌علمی)، a، b، c به ترتیب ضرایب برآزش شده متغیرها و V نشان‌دهنده جمله اخلاص است (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۹). 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

تحلیل π های نظری مبتنی بر صورت سهمی (فرم درجه ۳) تابع هزینه کل، تابع هزینه متوسط 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 زیان π های اقتصادی ناشی از مقیاس است؛ قبل از نقطه حداقل هزینه متوسط، منطقه تولید یا فعالیت با صرفه π های اقتصادی ناشی از مقیاس و پس از نقطه حداقل، با زیان π های اقتصادی ناشی از مقیاس واقع شده است. لذا، برای مشخص کردن وجود صرفه‌ها یا زیان π های اقتصادی ناشی از مقیاس، کافی است که وضعیت مقیاس فعالیت π 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 (۱) ترسیم نمود. که بر مبنای آن تا سطح مشخصی از تولید (یعنی S - ستانده آموزشی) هزینه با روند کاهنده افزایش می‌یابد (منطقه دارای صرفه π های اقتصادی به مقیاس) اما پس از آن، روند افزایش هزینه متناسب با سطح ستانده آموزش، فزاینده یا صعودی (منطقه دارای زیان π های اقتصادی به مقیاس) می‌شود (نادری، ۱۳۹۷: ۱۷۲). ساختار مذکور بر اساس وضعیت نسبی صرفه‌ها و زیان π های ناشی از مقیاس تعیین می‌شود؛ زمانی که صرفه π های ناشی از مقیاس بیشتر از زیان π های ناشی از مقیاس باشد، هزینه متوسط دارای روند کاهشی است. در مقابل، زمانی که زیان π های خارجی ناشی از مقیاس بر صرفه‌ها غلبه داشته باشد، روند هزینه متوسط افزایشی است. درواقع، همین وضعیت تابع هزینه متوسط و ویژگی π های هر یک از قسمت π های آن، کلیدی‌ترین اطلاعات را برای تصمیم‌گیری π های 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 بروندهای 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 ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ است (دین‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۲۳).

به‌طور کلی، 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:

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

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

- $RAY\ SCALE < 1$ 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 به‌طور جداگانه است؛ این موضوع، ناشی مکمل بودن ستانده‌هاست. یعنی در فرایندی که تولید یک ستانده به تولید ستانده دیگر کمک می‌کند، هزینه تولید ستانده کاهش می‌یابد (دین محمدی 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 به‌صورت عام (WSCOPE): این معیار، صرفه‌جویی 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.

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

- $WSCOPE > 0$ به معنی صرفه در ابعاد است.

- $WSCOPE < 0$ به معنی نبود صرفه در ابعاد است.

- $WSCOPE = 0$ 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.

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

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

- اگر $WPSCO(Q_k) < 0$ 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 به‌عکس. 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

فعالی 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 تلاقی درآمد نهایی (یا قیمت بازار در شرایط رقابت کامل) با هزینه نهایی به دست می‌آید. اما باید توجه داشت که برای ستانده‌های 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 به‌طور منطقی باید تلاش کنند تا ستانده‌های آموزشی را با به‌کارگیری کمترین میزان منابع و امکانات در اختیار افراد و جامعه قرار دهند. از این رو، 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.

مقوله «شهریه» به‌ویژه 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، متقاضیان آموزش ناگزیرند صرفاً پذیرنده نوع و محتوای آموزش متعارف باشند. در چنین شرایطی، کمترین توجه به خواست و نیازهای متقاضیان به عمل می‌آید؛ چراکه تأمین مالی فعالیت‌های آموزشی منوط به تصمیم یا تأمین نظرات متقاضیان نیست. در مقابل، زمانی که افراد شهریه کامل می‌پردازند، توقع متقاضیان 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 چه‌بسا 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 متقاضیان 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 در نهایت 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

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

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

نویسندگان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Dundar & Lewis	۱۹۹۵	بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس در ۱۸۶ دانشکده از ۲۸ دانشگاه ترکیه		<u>نهاد:</u> سه گروه از رشته‌های دانشگاهی (اجتماعی، بهداشت و علوم مهندسی) <u>ستانده:</u> دانشجویان تحصیلات تکمیلی، کارشناسی، دکتری و مخارج پژوهش‌ها <u>نتایج:</u> وجود بازده فزاینده و صرفه‌های ناشی از مقیاس برای همه مقاطع پژوهش‌ها به‌عنوان گران‌ترین و آموزش کارشناسی به‌عنوان ارزان‌ترین ستانده ارزان بودن رشته‌های علوم اجتماعی از دیگر علوم
Glass et al	۱۹۹۵	برآورد کارایی آموزش و پژوهش دانشگاه‌های انگلستان	تابع هزینه ترانسلوگ (نهاد:)	<u>ستانده:</u> شاخص پژوهش‌ها، تعداد دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد <u>نتایج:</u> وجود اقتصاد مقیاس برای دو ستانده پژوهش‌ها و آموزش دور کارشناسی وجود اقتصاد مقیاس برای نهاده‌ها
Hashimoto & Cohn	۱۹۹۷	بررسی دامنه فعالیت‌ها و صرفه‌های اقتصادی در دانشگاه‌های خصوصی ژاپن	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم، تابع هزینه چندمحصولی	<u>نهاد:</u> اعتبارات دانشگاه‌های خصوصی <u>ستانده:</u> دانشجویان تحصیلات تکمیلی، کارشناسی و مخارج پژوهش‌ها <u>نتایج:</u> 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 دانشگاه‌های بزرگ

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

نویسندگان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Filippini & Lepori	۲۰۰۷	بررسی ساختار هزینه‌ها و استفاده از ظرفیت و مقیاس اقتصادی در ۱۲ دانشگاه سوئیس	تابع هزینه درجه دوم برای دوره‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۴	نهاد: اعتبارات دانشگاه ستانده: گروه‌های تحصیلی مختلف نتایج: وجود تفاوت هزینه‌ها بسیار بزرگ بین گروه‌های تحصیلی مختلف
Sav	۲۰۰۴	هزینه‌های آموزش عالی و صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه‌های آمریکا	توابع هزینه چندمحصولی	نهاد: دستمزد نیروی انسانی ستانده: تعداد دانشجویان دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و درآمد پژوهش‌ها نتایج: محدود بودن اقتصاد مقیاس شعاعی ^۱ در مؤسسه‌های عمومی وجود اقتصاد مقیاس شعاعی در مؤسسه‌های خصوصی تأیید وجود اقتصاد مقیاس ستانده خاص در تمام مؤسسه‌ها
Lenton	۲۰۰۸	ساختار هزینه آموزش عالی در ۹۶ دانشکده دانشگاه‌های انگلستان	تابع هزینه درجه دوم و تحلیل مرز تصادفی	نهاد: متوسط دستمزد مدرسان، دستمزد متوسط نیروی کار پشتیبانی و نسبت دانشجو به استاد ستانده: تعداد دانشجویان در مقاطع مختلف و وجوه 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 ۲۰۰۲-۱۹۹۵	نهاد: متوسط دستمزد اعضای هیئت علمی، متوسط دستمزد نیروی انسانی اداری و پشتیبانی ستانده: تعداد دانشجویان در مقاطع مختلف رشته‌های علوم پایه و فنی و مهندسی نتایج: عدم فعالیت دانشگاه‌های استرالیا با کارایی کامل

۱. در حالت کلی، مدل‌های اندازه‌گیری کارایی به دو گروه مدل شعاعی و غیرشعاعی تقسیم می‌شوند. در مدل‌های شعاعی، نهاد-ها و ستانده‌ها متناسب با هم تغییر می‌کنند. برای مثال، اگر دو نهاد X_1 و X_2 در نظر گرفته شود، هر دو به یک مقدار Θ کاهش می‌یابند. در مدل‌های غیرشعاعی، نهاد‌ها و ستانده‌ها متناسب با هم تغییر نمی‌کنند.

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

نویسندگان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Johnes et al	۲۰۰۸	بررسی هزینه‌های آموزش عالی ۱۲۱ دانشگاه انگلستان	اثرهای تصادفی و مرز تصادفی	وابستگی و همبستگی اقتصاد مقیاس به روش تخمین وجود اقتصاد مقیاس در اثرهای تصادفی عدم وجود اقتصاد مقیاس در روش مرز تصادفی
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 به‌طور میانگین در ارائه خدمات آموزشی در سطح کارشناسی و کارشناسی ارشد، در حالت بازده فزاینده و دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس هستند.
Agasisti & Dal Bianco	۲۰۰۷	بررسی نوع بازده نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس در ۵۷ دانشگاه دولتی ایتالیا	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم	<u>نهاد:</u> مخارج جاری سالانه دانشگاه، هزینه سرمایه و استهلاک <u>ستانده:</u> دانش‌آموختگان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و مخارج پژوهش‌ها <u>نتایج:</u> 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 ستانده دانشگاه و عدم کارایی مقیاس در این دوره
Olivares & Wetzel	۲۰۱۴	بررسی مقیاس اقتصادی ۱۵۴ مؤسسه آموزش عالی آلمان	تابع هزینه فاصله‌ای و مرز تصادفی بیزین ^۱	<u>نهاد:</u> مخارج سالانه دانشگاه‌ها، مخارج نیروی انسانی <u>ستانده:</u> تعداد دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد و درآمد پژوهش‌ها <u>نتایج:</u> وجود اقتصاد مقیاس در تمامی گروه‌های علمی

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

نویسندگان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
Cohn et al	۱۹۸۹	با در نظر گرفتن مؤسسه - های آموزش عالی به عنوان شرکت‌های چندمحصولی	تابع هزینه انعطاف‌پذیر درجه دوم	<u>نهاد:</u> متوسط هزینه حقوق اعضای هیئت علمی <u>ستانده:</u> دانش‌آموختگان 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 ناشی از مقیاس در مقطع کارشناسی ارشد و فعالیت‌های پژوهشی در دانشگاه‌های دولتی
گرایی‌نژاد	۱۳۹۲	بررسی انواع هزینه در آموزش عالی با استخراج تابع هزینه آموزش عالی در ایران	تابع هزینه کاب - داگلاس ^۱ و ترانسلوگ	<u>نهاد:</u> اعتبارهای هزینه‌ای <u>ستانده:</u> تعداد دانشجویان سال ۱۳۸۸ دانشگاه‌های غیرپزشکی (داده‌های مقطعی) <u>نتایج:</u> وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در دانشگاه‌ها تبعیت شکل تابع هزینه آموزش عالی تر شکل عمومی و مرسوم تابع هزینه^۲ (سازگار با مبانی و انتظارات نظری و نتایج پژوهش تجربی سایر کشورها) تفاوت برآورد هزینه 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

نویسندگان	سال	مورد مطالعه	روش مورد استفاده	یافته‌های کلیدی
دین محمدی و همکاران	۱۳۹۷	برآورد تابع هزینه - صرفه‌های اندازه و ابعاد اقتصادی ۷۵ دانشگاه دولتی ایران وابسته به وزارت علوم	تابع هزینه درجه دوم	نهاد: هزینه کل دانشگاه ستانده: 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 صرفه‌جویی ناشی از ابعاد در دانشگاه‌های ایران (هزینه متوسط دانشگاه‌های غیر جامع، بالاتر از هزینه متوسط دانشگاه‌های جامع)

۳. روش پژوهش

تحلیل هزینه کاربردهای متعددی در تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع و بودجه‌ریزی در دانشگاه دارد. یکی از فنون 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، Q سطح محصول و R بردار قیمت نهادهاست. 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 ستانده 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 می‌یابد، تابع هزینه متوسط در این تابع به صورت نزولی است.

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

$$C = a_0 + a_1s + a_2s^2$$

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

$$C = a_0 + a_1s + a_2s^2 + a_3s^3$$

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 کم‌دقتی‌ها و خطا‌هایی 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 راه‌حل 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-مقطع تحصیلی)، تعیین میزان هزینه سرانه دانشجویی به تفکیک رشته-مقطع 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-فنی، از داده‌های موجود در قانون بودجه سال ۱۳۹۸ استفاده شده است. که معمولاً به روش سنتی و قیمت تمام‌شده 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 پنج‌گانه آموزشی) و واحدهای مختلف آموزشی، یا به عبارتی تفاوت در هزینه‌بری 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 (۱) میزان تأثیرگذاری هزینه سرانه دانشجویی به تفکیک رشته-مقطع تحصیلی بر اساس هزینه سرانه در قانون بودجه آمده است.

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

رشته‌های تحصیلی/واحدهای آموزشی	هزینه سرانه	هزینه سرانه تربیت دانشجو در مقاطع تحصیلی (مبلغ به میلیون ریال)		
		کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری
علوم انسانی	۱۹۸.۴۱۲	۱۱۰.۳۸۷	۱۷۰.۰۴۸	۳۱۴۸.۰۱
علوم پایه	۲۳۸.۲۹۲	۱۳۹.۳۸۱	۲۲۸.۴۴۶	۳۴۷.۰۵۱
فنی و مهندسی	۲۵۳.۷۹۰	۱۴۵.۹۴۶	۲۴۶.۱۹۴	۳۶۹.۲۳۱
هنر و معماری	۲۸۶.۲۲۷	۱۶۶.۲۹۶	۲۶۰.۲۸۸	۴۳۲.۰۹۹
کشاورزی و دامپزشکی	۲۶۲.۵۶۴	۱۵۶.۸۵۰	۲۵۸.۶۲۱	۳۷۲.۲۲۲
هزینه سرانه دوره کارشناسی	۲۴۷.۸۵۷	۱۴۳.۷۷۲	۲۳۲.۷۱۹	۳۶۷.۰۸۰
ضریب تعدیل		۱	۱.۶۰	۲.۵۵

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

۱۳۹۷/۱۲/۲۱- شماره ۱۱۴۵۰۰

به دلیل متفاوت بودن هزینه‌های آموزشی در مقاطع مختلف و حذف این عامل در محاسبه هزینه سرانه دانشجوی، از دانشجوی معیار شده برای محاسبه اعتبارات سرانه دانشجو استفاده شده است. ضریب تعدیل 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) رباط جزئی (۱۳۸۷) از این روش استفاده کردند. دین محمدی (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 دین محمدی (۱۳۹۴) استفاده شده است. فرمول محاسبه و تأثیر آن در بودجه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳: دانشجوی معیار در مقاطع تحصیلی

$F_1 \rightarrow$ تعداد دانشجویان کارشناسی دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی	$F_1 = F_1 * 1 \rightarrow$ تعداد دانشجویان معیار شده مقطع کارشناسی
$F_2 \rightarrow$ تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی	$F_2 = F_2 * 1.5 \rightarrow$ تعداد دانشجویان معیار شده مقطع ارشد دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی
$F_3 \rightarrow$ تعداد دانشجویان دکتری دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی	$F_3 = F_3 * 2.63 \rightarrow$ تعداد دانشجویان معیار شده مقطع دکتری دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی
$N = F_1 + F_2 + F_3$ جمع کل دانشجویان معیار شده دانشکده‌ها/ واحدهای آموزشی	
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 مورد نظر و $M.A$ تعداد دانشجویان در مقطع کارشناسی ارشد در گروه تحصیلی مورد نظر، $a3$ هزینه سرانه در گروه تحصیلی در مقطع دکتری و $Ph.D$ تعداد دانشجویان مقطع دکتری در گروه تحصیلی مورد نظر است. و در نهایت، تابع هزینه کل دانشگاه به روش زیر تعیین شده است.

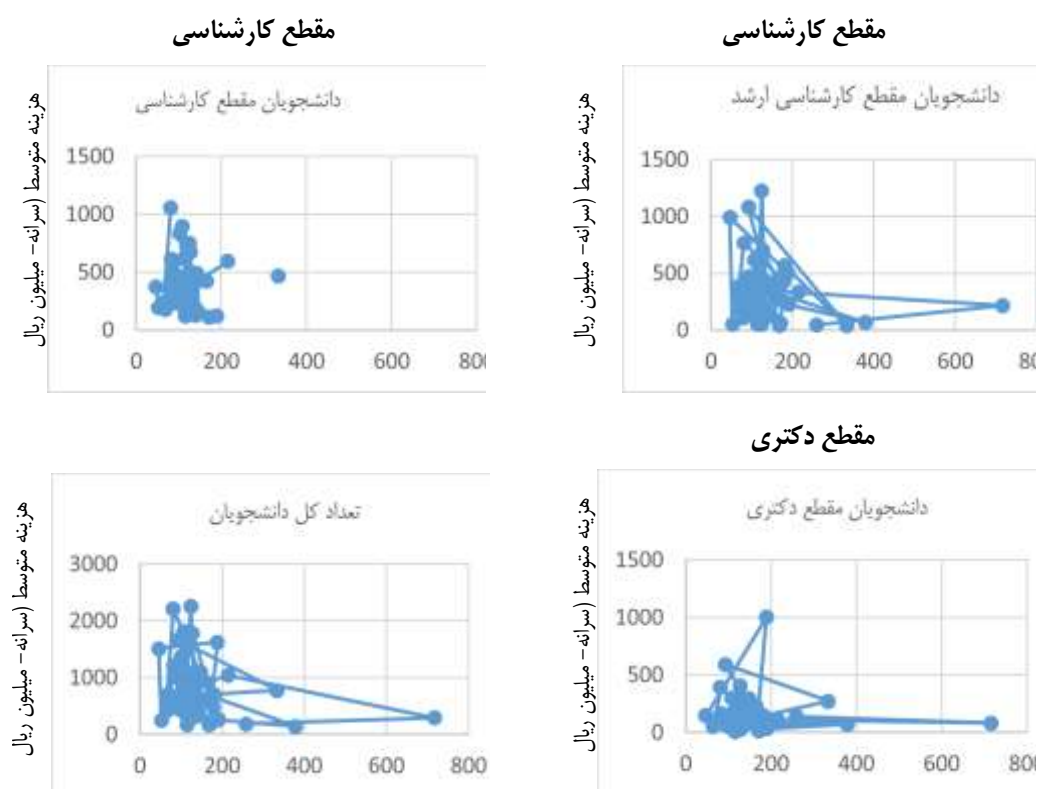
$Y_U = Y_H + Y_S + Y_E + Y_{AV} + Y_{FA}$	بودجه کل دانشگاه
---	------------------

۴. یافته‌ها

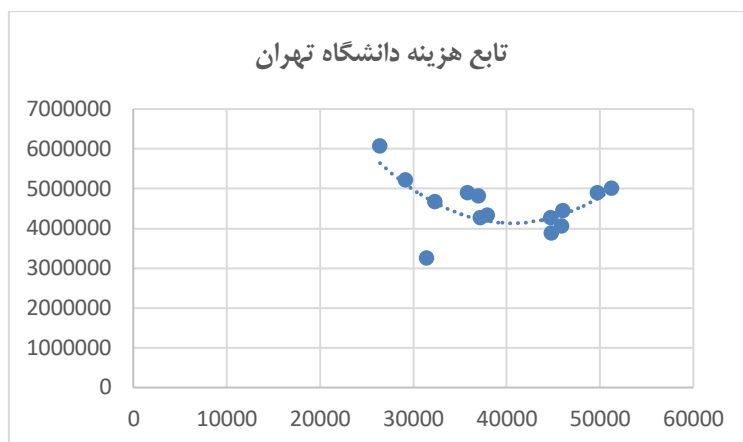
در این قسمت، تحلیل^۶های تجربی ارائه و نتایج آن مورد بررسی و ارزیابی قرار می^۷گیرد. ابتدا نمودار^۸های پراکنش تعداد دانشجویان و هزینه متوسط ترسیم و تحلیل می^۹شوند. سپس توابع هزینه متوسط که با استفاده از داده^{۱۰}های آماری دانشگاه تهران برآورد شده^{۱۱}اند در قالب تحلیل^{۱۲}های آماری استنباطی ارائه شده^{۱۳}اند.

وضعیت هزینه متوسط (مخارج سرانه) در برابر اندازه دانشگاه تهران (مجموع واحدهای آموزشی) (تعداد دانشجویان) در نمودار (۳) ارائه شده است. همان گونه که وضعیت نمودار پراکنش نشان می^{۱۴}دهد، 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 می^{۱۵}شود که در واقع، منطقه فعالیت جاری دانشگاه در مقایسه با شکل کلی و نظری تابع هزینه متوسط (یعنی U شکل) را تعیین می^{۱۶}کند؛ از این منظر می^{۱۷}توان ادعا کرد دانشگاه تهران در نیمه سمت چپ نقطه حداقل تابع هزینه متوسط، فعالیت می^{۱۸}کند؛ یعنی در منطقه^{۱۹}ای که با صرفه^{۲۰}های اقتصادی ناشی از مقیاس مواجه است. از این رو، دانشگاه تهران می^{۲۱}تواند با گسترش حجم فعالیت^{۲۲}های خود، هزینه متوسط تربیت دانشجویان را کاهش دهند. همچنین شواهد تجربی ارائه شده، نشان می^{۲۳}دهند که میزان هزینه متوسط در دانشگاه (میان واحدهای آموزشی) بسیار متفاوت و ناهمسان است، بدون شک، بخشی از این ناهمسانی^{۲۴}ها یا نابرابری^{۲۵}ها بر اساس تعداد دانشجویان و تفاوت در میزان هزینه^{۲۶}بری رشته^{۲۷}های مختلف تحصیلی قابل^{۲۸}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 به‌طور روشن و کامل ارائه نمی‌دهد. از این همین رو، باید تابع هزینه متوسط به‌طور تجربی و با به‌کارگیری فنون آماری، برازش شود و مورد ارزیابی قرار گیرد؛ نتایج این ارزیابی‌ها به‌صورت 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 برازش الگوی تابع هزینه متوسط از الگوهای مختلفی مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفتند. به‌طور کلی ۳ الگو مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از اجرای الگوی در ذیل ارائه شده است.

الگوی ۱- معادله سهمی درجه ۲ - $C = a_0 + a_1s + a_2s^2$

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 ۷: تابع هزینه متوسط_ الگوی ۱ - خلاصه الگو و جدول ضرایب

الگو	R	R ²	تعدیل شده R ²	انحراف استاندارد
۱	۰.۹۰۸	۰.۸۲۴	۰.۷۹۲	۱۸۳۱۸۰۵۶.۵۲

جدول ضرایب						
متغیر / الگو	Coefficients			ANOVA		
	B	Beta	t	Sig	Error Std.	F
عرض از مبدأ a	۷۶۰۴۲۶۲۷۸۴۸		۵.۲۷۹	۰.۰۰۰	۱۴۴۰۵۵۳۳.۰۶	
تعداد کل دانشجویان	-۲۹۴۳۸.۱۶۶	-۵.۷۶۸	-۳.۸۹۷	۰.۰۰۲	۷۵۵۳۸۵۰	۲۵۶۹۳
مجنور تعداد کل دانشجویان	۰.۳۲۴	۴.۹۸۵	۳.۳۶۸	۰.۰۰۶	۰.۰۹۶	۰.۰۰۰

همان طور که در جدول فوق ملاحظه می‌گردد نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نتایج نشان می‌دهد که در سطح معناداری ($P < 0/1$) 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 همان گونه که آماره ضریب تعیین (R^2) نشان می‌دهد حدود ۰.۸۲۴٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی خوبی برخوردار است. یعنی درصد ۰.۸۲۴٪ تغییرات هزینه (مخارج) دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان است.

همان گونه 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 دانشجو است 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.

$$C = a_0 + a_1s + a_2s^2$$

$$E+111.19119 = (22369439358 * 4.985) + (549474 * 5.768) - 7604262784.8$$

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 dc/dx و آن را مساوی صفر قرار می‌دهیم: $0.015x-606.91=0$ در نتیجه $x=606.91/0.015=40460$

الگوی ۲- معادله سهمی درجه ۲ - $C = a_0 + a_1s + a_2s^2$

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 دانشجویی 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

الگو	R	R ²	R ² تعدیل شده	انحراف استاندارد
۲	۰.۷۴۲	۰.۵۵۱	۰.۴۷	۲۹۲۲۱۵۵۴.۸۱

جدول ضرایب						
متغیر/ الگو	ANOVA			Coefficients		
	Sig	F	Std. Error	Sig	t	Beta
عرض از مبدأ a			۱۵۴۷۴۹۴۹.۶۵	۰.۰۰۰	۱۱.۰۰۳	۱۷۰.۲۷۸۴۹۴.۰
تعداد کل دانشجویان معیار شده	۰.۰۱۲	۶.۷۵۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۹	-۱.۲۷۶	-۳.۵۹۱
مجذور تعداد کل دانشجویان معیار شده			۰.۰۰۰	۰.۰۱۷	۰.۹۶۳	۳.۱۶۵

همان‌طور که در جدول (۵) ملاحظه می‌گردد در سطح معناداری ($P < 0/1$) 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 ۰.۵۵۱٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی متوسطی برخوردار است. یعنی ۰.۵۵۱٪ 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 به‌عنوان متغیر وابسته و تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی به‌عنوان متغیر مستقل وارد معادله رگرسیونی شدند. همان‌طور که در جدول (۶) ملاحظه می‌گردد با پذیرفتن ۱۰ درصد خطا، تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی (متغیر مستقل) از لحاظ آماری به‌طور معناداری متغیر وابسته (هزینه سرانه) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج حاصل از رگرسیون چندگانه در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۶: تابع هزینه متوسط_ الگوی ۳- خلاصه الگو و جدول ضرایب

الگو	R	R ²	R ² تعدیل شده	انحراف استاندارد
۳	۰.۸۷۷	۰.۷۶۹	۰.۶۹۹	۲۲۰۰۳۷۵۷.۷۸
جدول ضرایب				
متغیر / الگو	ANOVA			
	Coefficients			
	B	Beta	t	Sig
عرض از مبدأ a	۴۷۹۳۴۱۶۵۳.۱		۴۸۹۱	۰.۰۰۱
دانشجویان مقطع کارشناسی	-۱۴۴۰۵.۴۸۴	-۰.۵۹۹	-۲.۹۴۸	۰.۰۱۵
دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد	-۴۵۵۸.۵۱۵	-۰.۷۴۵	-۲.۶۴۳	۰.۰۲۵
دانشجویان مقطع دکتری	-۶۴۲۴.۸۸۰	۰.۴۳۴	-۱.۸۱۱	۰.۱۰۰

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 ($P < 0/1$) 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. همان گونه در جدول (۶) ملاحظه می‌گردد تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی حدود ۰.۷۶۹٪ تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که از توان پیش‌بینی نسبتاً خوبی برخوردار است. درواقع ۰.۷۶٪ هزینه سرانه دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان به تفکیک مقطع تحصیلی قرار دارد.

همچنین ضرایب بتا نشان می‌دهد تعداد دانشجویان مقطع دکتری به‌طور 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 به‌طور 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. نتیجه گیری

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: توابع 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 داده‌های سال‌های 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. ازاین‌رو، پردیس 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 ناهمسان است، بدون شک، بخشی از این ناهمسانی‌ها یا نابرابری‌ها قابل‌توجه است، اما بخشی دیگر به وضعیت کارآمدی واحدهای آموزشی مربوط می‌شود. این رو، 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 جزئی (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 برازش الگوی تابع هزینه متوسط از الگوهای مختلفی مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفتند. به‌طور کلی ۴ الگو مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون نتایج نشان می‌دهد که در سطح معناداری ($P < 0/1$) 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) به‌طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌صورتی 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 می‌کنند که از توان پیش‌بینی خوبی برخوردار است. یعنی درصد ۰.۸۲۴٪ تغییرات هزینه (مخارج) دانشگاه تحت تأثیر تعداد دانشجویان است.

بنابراین شکل کلی تابع به‌صورت 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 دانشجویان 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 اثربخش (ارتقای کیفیت تصمیمات تخصیص منابع) و برنامه‌ریزی‌های دقیق و کارآمد امورات و افزایش

کارایی اقتصادی نظام آموزشی به طور مؤثری کمک نماید. همچنین با توجه به تأثیرپذیری سایر متغیرهای آموزشی، پژوهشی و زیرساختی در تعیین ساختار و تابع هزینه دانشگاه، پیشنهاد می شود پژوهشگران و علاقه مندان این حوزه، در یک جامعه آماری وسیع تر و با متغیرهای بیشتر، به بسط و توسعه این مفهوم در سطح خرد و کلان بپردازند.

منابع

- آهنگیان، محمدرضا، متوسلی، محمود. (۱۳۸۱). اقتصاد آموزش و پرورش. تهران: انتشارات سمت.
- حاجی‌تبار فیروزجائی، محسن، خالوندی، فاطمه، حسینی، نهضت. (۱۳۹۴). تحلیل هزینه‌های آموزشی مناطق آموزش و پرورش شهر تهران. دوفصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی، ۴(۵)، ۱۱۴-۸۹.
- خشوعی، کمال. (۱۳۷۰). تحلیل هزینه‌های آموزش و پرورش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، اصفهان.
- دین‌محمدی، مصطفی، قلی‌زاده، حیدر، دیبا، 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 پرورش. اصفهان: نشر جهاد دانشگاهی اصفهان.
- کیخا؛ احمد. (۱۴۰۱) کندوکاوی در مؤلفه‌های دانشگاه کلاس جهانی برای ارائه یک الگوی جدید. دوفصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۰(۲۰)، ۴۶-۲۴.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۸۳). اقتصاد آموزش. تهران: انتشارات یسپرون.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۸۸). تابع هزینه و کاربردهای آن در آموزش عالی: مورد پژوهی مناطق آموزش و پرورش شهر تهران. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۹۹(۹)، ۳۴-۷.
- نادری، ابوالقاسم. (۱۳۹۷). مباحث پیشرفته در اقتصاد آموزش؛ کارایی و اثربخشی درونی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- نیکجو، شیما، رضاپور، عزیز، بلوچ‌نژاد مجرد، توراندخت، راشکی کمک، اسما، 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 صدرا، ۹(۲)، ۱۰۹-۱۱۸.

- وودهال، مورین. (۱۳۶۵). اقتصاد آموزش و پرورش. 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.
- Dunder, 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 .