

## برآورد توابع تولید واحدهای دانشگاهی (مورد مطالعه: دانشگاه‌های منتخب)

محمد مهدی بابائی منقاری

دانشجوی دکتری اقتصاد و مدیریت مالی آموزش عالی، دانشگاه تهران

m.zmbm67@gmail.com

امروزه دانشگاه‌ها، به عنوان مراکز تربیت نیروی انسانی متخصص کشورها، نقش مهمی در افزایش رشد و توسعه اقتصادی ایفا می‌کنند. در همین راستا، اقتصاد آموزش عالی در چند دهه اخیر گام‌های مؤثری در جهت نحوه تخصیص بهینه منابع فیزیکی و انسانی در دانشگاه‌ها و افزایش کارایی آن‌ها به عنوان واحدهای تولیدی چند ستانده‌ای برداشته است. با توجه به اینکه در چند سال اخیر دانشگاه‌های دولتی ایران قسمت اعظم منابع خود را صرف تولید آموزشی کردند، این مقاله با در نظر گرفتن دانشگاه‌های دولتی جامع و صنعتی به عنوان واحدهای تولیدی و بررسی ارتباط عوامل انسانی و مادی ۴۹ دانشگاه دولتی جامع و صنعتی کشور برای دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۲-۹۳، یک تابع تولید آموزشی را به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) با دو روش توابع تولید (کاب-داگلاس و ترانسلوگ) برآورد می‌کند که در آن دانشجویان ثبت‌نامی، اساتید، درآمد اختصاصی و کارکنان به عنوان نهاده‌هاست. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۲-۹۳ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که اعضای هیأت علمی (۰/۱۸۹) و کارکنان (۰/۱۷۲) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرند و اعضای هیأت علمی (۰/۱۹) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی دانشجویان در حال تحصیل (جاری) دارد. دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۵۸) و مخارج کل (۰/۸۸) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرند و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ هیأت علمی (۰/۲۴)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۶۵) و کارکنان (۰/۳۲) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرتر بودند. هیأت علمی (۰/۱۸)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی دانشجویان در حال تحصیل (جاری) مؤثرتر بودند. مخارج کل (۰/۸۸)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) و کارکنان (۰/۸۴) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرتر بودند. یافته‌های پژوهش در سال ۱۳۹۳-۹۴ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۷۷) و کارکنان (۰/۳۱۲) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرند. مخارج کل (۰/۷۵) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) و کارکنان (۰/۹۵) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرتر بودند. مخارج کل (۰/۹۹) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرتر بودند.

واژگان کلیدی: تابع تولید، کاب-داگلاس، ترانسلوگ، دانشگاه.

## ۱. مقدمه

ایران به عنوان کشوری در حال توسعه، نیازمند رشد و توسعه متوازن و هماهنگ است تا در سایه آن بتواند زندگی بهتر و با رفاه و آرامش بیشتر را برای اعضای خود فراهم آورد. به این منظور الزامی است تا نظام‌ها و نهادهای مختلف اجتماعی در راه نیل به این هدف از تعامل، هماهنگی و ارتباطی پویا برخوردار باشند و با ارتباطات متقابل خود راه رسیدن به رشد و توسعه متوازن و پایدار را هموار سازند. آموزش عالی از نهادهای اصلی علمی- فرهنگی هر کشوری است که انجام پژوهش‌های بنیادی، علمی و کاربردی به منظور پیشرفت گسترش علم و دانش در جامعه؛ تربیت و تأمین نیروی انسانی ماهر، متخصص و کارآمد مورد نیاز بخش‌های مختلف جامعه؛ تسهیل تحقق اهداف اجتماعی و فرهنگی و اعتلای سطح فرهنگی جامعه (مدهوشی و نیازی، ۱۳۸۹) از اهداف و مأموریت‌های آن است که باید با تلاشی همه‌جانبه راه ایجاد و رشد متخصصان علمی جامعه را در جهت توسعه پایدار از خود هموار سازد. متخصصانی که بار اصلی توسعه و پیشرفت هر کشوری از جمله ایران امروز را بر دوش کشند. از طرف دیگر هر کشوری نیازمند تولید و بازتولید کالاهای، تجهیزات و وسایل مختلفی است و تجربه جهانی ثابت کرده است که هر کشوری اگر بخواهد به رفاه و امنیت دسترسی پیدا کند باید از بنیه و پشتوانه بالای تولیدی برخوردار باشد و این پشتوانه تولیدی نیازمند صنایعی کارآمد و پیشرفته است (فیوضات و تسلیمی تهرانی، ۱۳۸۶: ۲۶۸). حمایت دولت نیز، در جهت فراهم کردن زیرساخت‌ها، حمایت حقوقی و مالی و هموار کردن قوانین و ... امری اجتناب‌ناپذیر است و در نهایت اینکه همه این تلاش‌ها و همکاری و تعامل باید در راستای پیشرفت همه‌جانبه و توسعه پایدار جامعه صورت گیرند و زمینه را برای رسیدن کشور به اهداف همه‌جانبه خود فراهم سازند. اساساً دانشگاه‌ها جایگاه تولید علم و دانش‌اند و این علم باید در جایی به مصرف رسد و صنایع و جامعه از ضروری‌ترین و مهم‌ترین نهادهایی هستند که نیازمند استفاده از این علم و دانش هستند و البته حمایت دولت نیز در راستای تحقق این امر اجتناب‌ناپذیر و قابل تأمل است.

بر این اساس، توانمندی دولت‌ها در ایجاد ساختارهای مناسب و طراحی راهبردهای تمرینش برای بهره‌برداری از فرصت‌های موجود، تابع قابلیت‌های علمی و فنی کشور و به‌شدت متأثر از پتانسیل دانشگاه‌ها و صنایع در تولید، توزیع و به‌کارگیری مؤثر فناوری است (قدیریان، ۱۳۸۴: ۱۲۸). لذا تولید و توزیع مناسب فناوری مرهون توسعه مراکز دانشگاهی و ارتباط مناسب آن با صنعت در

کاربردی کردن نتایج تحقیقات انجام شده و حمایت دولت از طرح‌های پژوهشی متناسب با نیازهای بخش‌ها و زیربخش‌های مختلف جامعه در جهت حل مسائل و مشکلات آن است (اچاک و مهدیانی، ۱۳۸۴: ۲۴۰).

کشورهایی که قدم اساسی را در مسیر توسعه برداشته‌اند بر این باورند که توانایی حرکت هم‌گام با دیگران و پیشی گرفتن از آن‌ها در گروه مهارت نوآوری است که بزرگ‌ترین منبع این نوآوری‌ها، فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای است (شبلی، ۱۹۹۶). واحدهای تحقیق و توسعه با بهینه‌سازی محصولات و خدمات، پایه‌گذاری شیوه‌های جدید، ایجاد رقابت سالم و ... باعث ایجاد تحولی شگرف در سازمان‌ها شده‌اند (جواهری، ۱۹۹۶).

امروزه تمامی کشورها برای دستیابی به هدف‌های مولد، رشد اقتصادی و توسعه پایدار در پی ارتقاء و بهبود کیفیت نیروی انسانی خود هستند. به همین منظور، دولت‌ها قسمت اعظم بودجه سالانه خود را به بخش آموزش، به‌ویژه آموزش عالی و کیفیت تولید آموزش نیروی انسانی، اختصاص می‌دهند. در واقع آموزش عالی بیانگر نوع مهمی از سرمایه‌گذاری در منابع انسانی است که با فراهم آوردن و تعالی بخشیدن دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های مورد نیاز نه تنها موجب ترویج دانش می‌گردد، بلکه با پیشرفت‌های پژوهشی، فناورانه و علمی که به ارمغان می‌آورد، زمینه‌ای را برای رشد و توسعه اقتصادی فراهم می‌آورد (وودهاال، ۱۹۹۲؛ به نقل از سامتی، عمادزاده، بختیاری، ۱۳۸۲). بر این مبنا آموزش عالی یکی از مهم‌ترین دستگاه‌های فکری جامعه امروزی (والیما و هافمن<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸) و دانشگاه از آشناترین نهادهای تعریف شده اجتماعی برای تولید دانش و پرورش نیروی انسانی ماهر است (جان<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). از وظایف مهم مجموعه آموزش عالی، پرورش نیروی انسانی کارآمد در بخش‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه است و هدف اصلی و نهایی دانشگاه‌ها تولید دانش، تأمین نیازهای جامعه، تربیت متخصصان و ارائه راهکار برای حل معضلات اجتماعی در همه زمینه‌هاست (ایلی، بابائی منقاری، ۱۳۹۷).

اقتصاددانان دهه ۱۹۶۰ اقتصاد آموزش را به عنوان رشته مجزا از علم اقتصاد مطرح نموده‌اند که به بررسی سهم آموزش در رشد اقتصادی جوامع می‌پردازد و برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران را به

1. Valimaa, J. & Hoffman  
2. John

ابزار و فنونی مجهز می‌کند تا قادر باشند سرمایه‌گذاری آموزشی را به‌ویژه در بخش آموزش عالی به نحوه بهینه و مطلوب به انجام برسانند. در این بین، توجه به مدیریت صحیح به‌ویژه مدیریت در تخصیص منابع مراکز تربیت نیروی انسانی متخصص یعنی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی که محل اصلی جذب سرمایه‌گذاری کلان آموزشی هستند، کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، شناسایی عوامل مؤثر در کمیت و کیفیت تولید آموزش عالی امر مهم است که البته اساسی‌ترین وسیله برای برنامه‌ریزی و مدیریت آموزش عالی خواهد بود (سامتی، عمادزاده، بختیاری، ۱۳۸۲).

یکی از مباحث بسیار مهم در مطالعات اقتصادی اخیر، بحث سرمایه انسانی است. سرمایه انسانی یا به عبارتی دیگر کیفیت نیروی کار و یا دانش نهاده‌شده در انسان، باعث افزایش تولید و رشد اقتصادی کشورها می‌شود. سرمایه انسانی اگرچه از زمان اقتصاددانان کلاسیک مورد بحث بوده اما آنچه در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، مدل‌سازی و ارائه الگوهای ملی از رشد و توسعه اقتصادی است که در آن‌ها سرمایه انسانی لحاظ شده باشد. با نگاهی به کشورهایی نظیر ژاپن و آلمان که منابع اقتصادی خود را طی جنگ جهانی دوم از دست داده بودند، درمی‌یابیم که باید عواملی غیر از عواملی فیزیکی وجود داشته باشد تا بتواند این کشورها را به شکل امروزی قدرتمند ساخته باشد (آقایی و رضاقلی‌زاده، ۱۳۹۲؛ به نقل از رضاقلی‌زاده، آقایی، ۱۳۹۶). در اقتصاد جهانی، دانش به عنوان مهم‌ترین سرمایه، جایگزین سرمایه‌های مالی و فیزیکی شده است. در دهه‌های اخیر تأثیر فاکتورهای سنتی تولید مانند منابع طبیعی، کار و سرمایه کم‌اهمیت‌تر شده و اهمیت منابع ناملموس مانند اطلاعات و دانش افزایش یافته است. این تغییر پیامدهای مهم و جدی را برای اندازه‌گیری و مدیریت بهره‌وری به دنبال داشته است. در مکاتب مختلف اقتصادی از سرمایه انسانی به عنوان محرک کلیدی برای عملکرد سازمانی و منبعی مهم برای توسعه پایدار یاد می‌شود و سرمایه‌های انسانی یکی از منابع توسعه بهره‌وری و عملکرد عوامل تولید هستند (رضاقلی‌زاده، آقایی، ۱۳۹۶).

روش‌ها و ابزارهای متعارف برای تحلیل و ارزیابی عملکرد متعددند، مانند تحلیل تولید، تحلیل هزینه، تحلیل هزینه-اثربخشی، تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مرز تصادفی که در این میان، تابع تولید به عنوان ابزار بسیار حرفه‌ای مورد استفاده تحلیل‌گران و محققان بوده است. به‌کارگیری تابع تولید سابقه طولانی در علم اقتصاد و سابقه‌ای نزدیک به نیم قرن در تحلیل فعالیت‌های آموزشی و

دانشگاهی دارد که طی آن علاوه بر طرح مباحث علمی فنی بسیار کاربرست‌های متعددی برای تابع تولید معرفی و پیشنهاد شده است (نادری، ۱۳۹۴). با این حال، تاکنون تلاشی منسجم برای ارائه تصویری جامع از انواع کاربردهای کلیدی به صورت یکجا انجام نشده است.

کاربردهای تابع تولید بسیار متنوع هستند، اما ملاحظات و مسائل خاص و متعددی پیش‌روی تحلیلگران، مدیران و سیاست‌گذاران است (مانند انتخاب صورت و ساختار تابع تولید، وضعیت چندستانده‌ای فعالیت‌ها، چندوجهی بودن کیفیت، مسئله قیمت، ساختار چندسطحی واحدها و تنوع واحد تحلیل) که غفلت از آن‌ها دقت و اعتبار یافته‌ها و دستاوردهای علمی ذی‌ربط را به شدت خدشه‌دار می‌کند (نادری، ۱۳۹۴).

## ۲. مبانی نظری تابع تولید در آموزش عالی

### ۲-۱. تابع تولید

تابع تولید در تجزیه و تحلیل‌های روابط عوامل تولید و تأثیر آن‌ها بر رشد اقتصادی و همچنین بررسی کارایی نهاده‌های تولید مورد استفاده است. بنابراین، برآورد پارامترهای تابع تولید برای تحلیل رشد اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عبارت دیگر، سیاست‌گذار نمی‌تواند عوامل تأثیرگذار و مسیر رشد بلندمدت را به درستی برآورد کند، مگر اینکه پارامترها و کشش‌های تولید را با دقت برآورد نماید. این امر مستلزم در نظر گرفتن عوامل و نهاده‌های کلیدی تأثیرگذار بر تولید و همچنین انتخاب تابع تولید مناسب است (اسلاملوئیان، استاذزاد، ۱۳۹۵). در خصوص انتخاب عوامل کلیدی تولید، در تحقیقات اولیه به نقش کار و سرمایه فیزیکی در کنار سایر عوامل توجه زیادی شده اما به استفاده از انرژی به عنوان یک نهاده اصلی تولید، توجه کافی نشده است. با توجه به اینکه استفاده از انرژی در تمام مراحل تولید ضروری و لازم است و بدون مصرف انرژی امکان تولید وجود ندارد، در چند دهه اخیر تحقیقاتی که به بررسی نقش انرژی در توابع تولید پرداخته‌اند، رو به رشد بوده است (اسلاملوئیان، استاذزاد، ۱۳۹۵). از طرفی برخی از نظریه‌های جدید رشد درون‌زا، رشد بلندمدت اقتصادی را با تمرکز بر پیشرفت فناوری بر اساس تحقیق و توسعه توضیح می‌دهند. باید پیشرفت تکنولوژی را وارد الگوهای تولید و رشد کرد تا توجه‌کننده رشد سریع‌تر تولید نسبت به رشد نهاده‌ها باشد. ابداعات و نوآوری‌ها می‌تواند نتیجه فعالیت آشکار در بخش تحقیق و توسعه (R&D) باشد و در نتیجه، برخی نظریه‌های رشد به نقش تحقیق و توسعه به عنوان موتور رشد

اقتصادی تأکید دارند. تحقیق و توسعه می‌تواند از طرق مختلف به رشد اقتصادی و تولید کمک نماید. همان‌طوری که اشاره گردید برای برآورد تابع تولید مناسب برای یک اقتصاد، لازم است که علاوه بر توجه به نقش کلیدی نهاده‌های تولید، به انتخاب شکل درست تابعی نیز توجه گردد (اسلاملوئیان، استاذزاد، ۱۳۹۵). در ادبیات نظری تابع تولید، دو نوع نظریه (نظریه تولیدکننده و نظریه سرمایه انسانی) زیاد مورد تأکید قرار گرفت بهتر است در اینجا به صورت مختصر اشاره گردد.

## ۲-۲. نظریه سرمایه انسانی

از عمده‌ترین نظریه برای تبیین و تحلیل نظری در این حوزه، نظریه سرمایه انسانی<sup>۱</sup> است. نظریه سرمایه انسانی<sup>۲</sup> از اوایل دهه ۱۹۶۰ با سخنرانی افتتاحیه شولتز در انجمن اقتصاددانان آمریکا وارد جریان اصلی ادبیات اقتصاد شد. مضمون و پیام اصلی نظریه سرمایه انسانی بر این نکته متمرکز است که سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی منجر به افزایش ظرفیت‌های مولد و بهره‌ور<sup>۳</sup> افراد می‌شود و افزایش ظرفیت‌های مولد انسان، دریافتی (منافع) وی را زیاد می‌کند. بنابراین تفاوت در دریافتی افراد به دلیل تفاوت در کیفیت نیروی کار به معنی میزان انباشت سرمایه انسانی بیشتر است که از مسیر آموزش رسمی [شامل مقاطع ابتدایی، راهنمایی، متوسطه و آموزش عالی / دانشگاه‌ها و مؤسسات و مراکز آموزش عالی]، آموزش ضمن کار / ضمن خدمت و / یا یادگیری و تجربه‌اندوزی به دست آمده است (نادری، ۱۳۹۳: ۸۹). سرمایه انسانی، یکی از ابعاد توسعه کشور است و کیفیت نیروی کار، کیفیت خدمات و عملکردهای اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر مبنای این نظریه، سرمایه‌گذاری بر روی منابع انسانی دارای دو ویژگی اساسی است: نخست اینکه این سرمایه‌گذاری‌ها ظرفیت مولد افراد تحت آموزش را افزایش می‌دهد و دوم اینکه افراد به منظور منافع آتی سرمایه‌گذاری انسانی انجام می‌دهند. از منظر این نظریه، چه در سطح خرد و چه در سطح کلان، منافع / بازدهی آتی (اعم از مادی و غیرمادی / نقدی و غیر نقدی) توجیه‌کننده و تبیین‌کننده رفتار افراد [و دولت به عنوان نماینده جامعه] برای تخصیص منابع در آموزش است. به عبارت دیگر،

1. Human Capital

۲. اولین کاربرد جدی مفهوم سرمایه انسانی به ویلیام پتی، نخستین آمارگیر و حسابدار ملی نسبت داده می‌شود اما آدام اسمیت اولین کسی بود که آن را در مسیر اصلی خود قرار داد و تا اینکه عزم جدی و نظام‌مند در این زمینه در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ هم‌زمان با سخنرانی شولتز در انجمن اقتصاددانان آمریکا مطرح شد

3. Productive Capacities

منابع قابل توجهی به منظور کسب منافع آتی جهت افزایش ظرفیت‌های مولد اختصاص می‌یابد (نادری، ۱۳۸۳: ۳۴). بنابراین در چارچوب مبانی تحلیلی نظریه سرمایه انسانی که مبتنی بر شرایط رقابت کامل است، انتظار می‌رود سرمایه‌گذاری انسانی، برای تمام گروه‌ها منافع مورد نظر را فراهم نماید و در مجموع رشد اقتصادی قابل توجهی از این ناحیه نصیب جامعه گردد (همان: ۳۹).

## ۲-۳. نظریه تولیدکننده

بنیادی‌ترین تحلیل نظری ناظر به فعالیت‌های تولیدی در چارچوب نظریه بنگاه ارائه شده و فصول ویژه‌ای از کتب اقتصاد خرد به این مهم اختصاص یافته است. در این چارچوب سؤالات کلیدی (میزان تولید، میزان به کارگیری عوامل تولید، میزان پرداختی به عوامل تولید، فناوری تولید و ...) که به تصمیمات راهبردی تولیدکننده معطوف است، واکاوی و تحقیق می‌شود. البته، عناوین یا نظریه‌های دیگری مانند نظریه تولیدکننده، نظریه وابستگی به منابع و نظریه سازمان نیز استفاده شده‌اند؛ کارکرد اصلی همه نظریه‌ها ارائه پاسخی مناسب به سؤالات اساسی ناظر به تصمیمات تولیدکننده است. بدین ترتیب، ضمن تبیین واقعیت‌ها و تصمیمات تخصیص منابع تولیدکنندگان، در تحلیل‌های نظری هدف آن است که راهکارها و راه-حلهای مشخصی برای مسائل و مشکلات مبتلا به تولید کالا یا خدمات و فرایند آن ارائه شود. نظریه‌ها به صورت کاملاً انتزاعی واقعیت‌های مربوط به تولید را تبیین و واکاوی می‌کنند. بسیاری از جنبه‌های عینی و عملیاتی ممکن است در تحلیل‌های نظری مسکوت یا مفروض گذاشته شوند. برای نمونه، برای تولید کالا یا خدمتی به کارگیری عوامل تولید جزو گزاره‌های اصلی تحلیل نظری در نظر گرفته می‌شود، اما اینکه میزان تولید و میزان به کارگیری هر یک از عوامل تولید چقدر باشد، ترکیب بهینه عوامل تولید چه مقدار است و...، با فنون و ابزار تکمیلی ارزیابی می‌شوند که با عناوینی مانند تابع تولید و الگوهای نظری از آن یاد می‌شود (نادری، ۱۳۹۴). صورت تابع تولید انواع مختلفی دارد که شامل: تابع تولید خطی، تابع تولید کاب داگلاس، تابع تولید ترانسلوگ و تابع تولید با کشش ثابت جزو متعارف‌ترین آن‌هاست که در ادبیات تحقیق برای تبیین رابطه بین عوامل تولید و ستانده‌ها استفاده می‌شوند. چون در این پژوهش از دو نوع توابع تولید در تحلیل استفاده شد، بنابراین فقط تابع تولید کاب داگلاس و ترانسلوگ مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت و از ذکر بقیه توابع خودداری شده است.

## ۲-۴. تابع تولید کاب داگلاس و ترانسلوگ

یکی از توابع ریاضی که دارای کاربردهای فراوانی در علم اقتصاد است تابع کاب داگلاس است. این تابع را می‌توان در مباحث تولید، مصرف و... مورد استفاده قرار داد. در حوزه اقتصاد آموزش، می‌توان چنین تصور نمود که درآمد (INC) هر فرد را می‌توان به کمک دو متغیر سطح تحصیلات (EDU) و تجربه (exper) توضیح داد و از این رو، تابع کاب داگلاس برای این مورد به صورت زیر می‌توان نوشت: (۱)

$$INC = A(EDU)^a(exper)^B \quad (1)$$

با گرفتن لگاریتم طبیعی از دو طرف تابع بالا و افزودن جمله اختلال (U) به طرف راست آن، یک معادله رگرسیون خطی به دست می‌آید که در اقتصادسنجی با روش تخمین OLS قابل برآورد است: (۲)

$$\ln INC = \ln A + a \ln(edu) + B \ln(exper) + U \quad (2)$$

در این معادله رگرسیون  $a$  و  $B$  کشش‌های جزئی هستند و  $\ln A$  عرض از مبدأ معادله است. یکی از ویژگی‌های مهم تابع کاب داگلاس همگن بودن آن است. این تابع همگن از درجه  $(a + B)$  است که نشانگر بازده تابع نیز است. اگر  $a + B > 1$ ،  $a + B = 1$  یا  $a + B < 1$  باشد آنگاه تابع به ترتیب دارای بازدهی ثابت، نزولی یا صعودی نسبت به مقیاس است. ثابت بودن کشش‌های جزئی و دارا بودن کشش جانشینی برابر یک در تابع کاب داگلاس از جمله ایراداتی است که به این تابع پرکاربرد در اقتصاد گرفته می‌شود و به همین خاطر توابع دیگری مانند ترانسدنتال (متعالی) و یا دبرتین را زمینه‌های مختلف به کار گرفته‌اند (دژپسند، عرب‌مازار، سیفی، ۱۳۹۵). گریچ (۱۹۷۱)، برند (۱۹۷۳) و کریستنسن (۱۹۷۳) تابع تولید ترانسلوگ را معرفی نموده‌اند. این تابع تولید اجازه می‌دهد که بیش از دو نهاد در تابع تولید داشته باشیم. همچنین مانند تابع تولید کشش‌های جانشینی متغیر است. برای  $n$  نهاد تولید  $(x_i)$  تابع تولید ترانسلوگ به صورت زیر نوشته می‌شود (میشرا، ۲۰۱۱): (۳)

$$\ln(Y) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \ln(x_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \ln(x_i) \ln(x_j), \quad b_{ij} = b_{ji} \quad (3)$$

این تابع در حقیقت تابع تولید ترانسدنتال لگاریتمی است و اجازه می‌دهد کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی، بسته به سطح مصرف نهاده‌ها، تغییر کنند؛ به عبارت دیگر تابع ترانسلوگ هر



سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد. در تابع ترانسلوگ علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی ضرایب، روابط متقابل متغیرها نیز برآورد می‌شود (اعظم‌زاده شورکی، خلیلیان، مرتضوی، ۱۳۹۰).

## ۲-۵. کاربردهای تابع تولید در آموزش عالی

۱. مشخص کردن منطقه عقلانی یا اقتصادی فعالیت: انتخاب سطح یا ناحیه فعالیت از جمله تصمیمات مهم در خصوص فعالیت‌های تولیدی است. مسلماً همه نواحی فعالیت، اقتصادی نیستند و فعالیت در برخی نواحی یا شرایط با اتلاف منابع زیادی همراه خواهد بود. از این رو، ارائه اطلاعات علمی و فنی مناسب برای مدیران و سیاست‌گذاران اهمیت زیادی دارد. تابع تولید ابزار فنی مناسبی است که به کمک آن می‌توان ناحیه مناسب فعالیت را شناسایی کرد؛
۲. پیش‌بینی یا محاسبه حداکثر تولید با امکانات موجود: با برآزش تابع تولید و به دست آوردن ضرایب آن، شرایط برای اینکه با نهاده‌ها یا عوامل تولید در دسترس چه میزان ستانده می‌توان حاصل کرد، فراهم می‌شود، چراکه تابع تولید حداکثر ستانده‌های قابل حصول با عوامل تولید مفروض را مشخص می‌کند؛
۳. ارزیابی میزان تأثیرگذاری و سهم هر یک از عوامل تولید در ستانده‌ها: یکی از کاربردهای اصلی الگوهای آماری و رگرسیونی، مشخص کردن درجه ارتباط بین متغیر توضیحی و متغیر وابسته است. برای نمونه، اینکه چه ارتباطی (مثبت یا منفی و قوی یا ضعیف) بین عامل انسانی و میزان تولید وجود دارد، با برآزش تابع تولید می‌توان وضعیت آن را مشخص کرد. با داشتن چنین اطلاعاتی میزان تأثیرگذاری عامل انسانی بر تولید که برای تصمیمات مدیریتی سیاستی بسیار مهم است، مشخص خواهد شد. مدیران اساساً به دنبال بهبود تولید و ارتقای کیفیت هستند و برای این منظور چاره‌ای جز شناسایی عوامل تأثیرگذار و اولویت‌بندی آن‌ها وجود ندارد؛
۴. ارزیابی کارایی فنی واحدهای آموزشی: ارزیابی وضعیت کارایی واحدها، به‌ویژه برای سیاست‌گذاری، اهمیت زیادی دارد. بشر برای مقابله با کمبود همواره به دنبال ارتقای کارایی و بهره‌وری بوده است، به گونه‌ای که با امکانات در دسترس بتواند ستانده‌های بیشتری به دست آورد. یکی از روش‌های پذیرفته‌شده در این خصوص، شناسایی واحدهای موفق و کشف راز موفقیت آنان است که این با فنون مختلفی (تحلیل مرز تصادفی، تحلیل پوششی و تحلیل چند

سطحی) انجام می‌شود. مبنای اغلب روش‌های ارزیابی کارایی فنی واحدهای تولیدی تابع تولید است؛

۵. ارزیابی اثربخشی واحدهای آموزشی: واحدهای آموزشی در ارائه خدمات آموزشی نقش اصلی دارند. با این حال، مأموریت اصلی نظام‌های آموزشی مهیا کردن شرایط برای یادگیری حداکثری است که علاوه بر واحدهای آموزشی، عوامل و عناصر دیگری از قبیل سیاست‌های آموزشی تشویقی دولت، انگیزه و تلاش فرد، وضعیت و محیط خانوادگی بسیار مؤثرند. البته، انتظار می‌رود واحدهای آموزشی نقش بی‌بدیل داشته باشند؛ هرچند که بر اساس پژوهش‌های تجربی، نقش و اثربخشی واحدهای آموزشی در دستاوردهای یادگیری افراد در حال تحصیل مورد مناقشه و اختلاف نظر زیادی بوده است؛

۶. مشخص کردن وضعیت بازده به مقیاس: بازده به مقیاس نسبت بین نهاده‌ها و ستانده‌ها را مشخص می‌کند. این نسبت در سه وضعیت تعریف می‌شود: چنانچه با افزایش نهاده‌ها ستانده‌ها به طور کاملاً یکسان افزایش پیدا کند، بازده به مقیاس ثابت وجود دارد. اگر میزان افزایش در ستانده‌ها بیشتر از میزان افزایش در نهاده‌ها باشد، بازده به مقیاس صعودی و چنانچه افزایش در ستانده‌ها کمتر از افزایش در نهاده‌ها باشد، بازده به مقیاس نزولی وجود دارد؛

۷. مشخص کردن وضعیت مکمل یا جانشین بودن عوامل تولید: محصول یا ستانده‌های تولید با ترکیب عوامل تولید مختلف حاصل می‌شوند. برای نمونه، تولید خدمات آموزشی ترکیبی از سرمایه‌های انسانی و فیزیکی را می‌طلبد؛ یعنی هم معلم یا استاد و هم فضای آموزشی مورد نیاز است. اساساً نمی‌توان فقط با به کارگیری یک عامل تولید ستانده‌ای را تولید کرد. به کارگیری هر دو نوع نهاده لازم است و لذا، از این نظر مکمل هستند. با این حال، عوامل تولید تا حدودی به جای یکدیگر قابل استفاده هستند؛

۸. تحلیل نابرابری عملکرد واحدهای آموزشی/پژوهشی: تحلیل و ارزیابی نابرابری عملکرد واحدهای آموزشی و پژوهشی یکی دیگر از موضوعات مهم است و فارغ از مقوله کارایی، می‌تواند برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های کلان کاربردهای زیادی داشته باشد؛

۹. تعیین سهم پرداختی به عوامل تولید: قیمت‌گذاری یکی از جنبه‌های مهم فعالیت‌های تولیدی است و پرداختی به عوامل تولید جزء مهم آن محسوب می‌شود. اگرچه در تحلیل‌های اقتصادی

مبثنی بر شرایط اقتصاد رقابتی قیمت‌ها به وسیله بازار تعیین می‌شود، اما واحدهای تولیدی نیز نقشی مستقیم و تعیین‌کننده‌ای در قیمت‌ها دارند. از این رو، مبنای علمی فنی مشخصی باید در این زمینه تصمیم‌گیران را مدد رساند؛

۱۰. ارزیابی سیاست‌های آموزشی: آموزش جزو فعالیت‌هایی است که در آن نقش دولت بسیار پررنگ و مسلط است. بخش عمده دخالت‌های دولت به صورت سیاست‌های آموزشی متبلور می‌شود. مرحله ارزیابی سیاست‌های آموزشی اهمیت ویژه‌ای دارد، چراکه ملاک اصلی در ارزیابی سیاست‌ها معطوف به این است که ستانده‌های آموزشی و کمیت و کیفیت دستاوردهای یادگیری چقدر بهبود پیدا کرده است. اصولاً سیاست‌هایی موفق‌تر و اثربخش‌ترند که تأثیر بیشتری بر ستانده‌های آموزشی و دستاوردهای یادگیری به جا می‌گذارند (نادری، ۱۳۹۴).

## ۲-۶. نهاده‌ها و ستانده‌های دانشگاه

در بیانیه‌های مأموریت بیشتر دانشگاه‌های دنیا، پژوهش آموزش و خدمات عمومی سه مأموریت عمده دانشگاه محسوب می‌شوند. بنابراین، فعالیت‌ها و ستانده‌های دانشگاه‌ها در چارچوب آن‌ها جریان می‌یابد و تولید می‌شود. معمولاً هر دانشگاهی تعدادی از نهاده‌ها را به طیف گسترده‌ای از ستانده‌ها تبدیل می‌کند. هرچند اغلب، شناسایی نهاده‌ها و ستانده‌های صنعت دانش آسان است، اما تعیین کمیت دقیق آن‌ها به دلیل ویژگی‌های ناملموس آن‌ها دشوار است. برای نشان دادن این دشواری، هاپکینز و مسی (۱۹۸۱) نهاده‌ها و ستانده‌های ملموس و ناملموس آموزش عالی را به صورت جدول زیر نشان دادند. این جدول نشان می‌دهد که هنوز ابزار مناسب برای اندازه‌گیری بسیاری از جنبه‌های محسوس و تقریباً همه جنبه‌های نامحسوس نهاده‌ها و ستانده‌ها دانشگاه وجود ندارد (انتظاری، ۱۳۹۴).

جدول ۱. شناسایی ورودی و خروجی‌های آموزش عالی

| نامحسوس                              | محسوس                           |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| کیفیت و تنوع دانشجویان کنکوری        | آزمون ورودی دانشجویان جدید      |
| کیفیت تلاش‌های هیأت علمی             | وقت و تلاش اعضای هیأت علمی      |
| کیفیت تلاش‌های دانشجویان             | وقت و تلاش دانشجو               |
| کیفیت تلاش‌های کارکنان               | وقت و تلاش کارکنان              |
| کیفیت، سن، سبک ساختمان‌ها و تجهیزات  | ساختمان و تجهیزات               |
| کیفیت منابع علمی و جمع‌آوری کتابخانه | منابع علمی و جمع‌آوری کتابخانه  |
|                                      | موقوفات                         |
| کیفیت آموزش کسب‌شده                  | ثبت‌نام دانشجو در رشته‌ها       |
| کیفیت و کمیت تحقیقات انجام‌شده       | مدارک تحصیلی اعطاشده            |
| حسن نیت                              | جوایز تحقیقات، مقالات و استادها |
| شهرت                                 | خدمات ارائه شده به عموم مردم    |

مأخذ: انتظاری (۱۳۹۴)

### ۳. پیشینه پژوهشی تابع تولید

سولو سهم آموزش در رشد را اندازه گرفت؛ اما به لحاظ اینکه کار وی مباحثی را در مورد علل واقعی تغییر بهره‌وری برانگیخت و موجب شد تا دیگران از آموزش به عنوان یک متغیر در تابع تولید استفاده کنند، کار او برجسته و نقطه شروع شناخته می‌شود. سولو، از یک تابع تولید کل ساده به شکل زیر استفاده کرد:

$$Y = f(k, L, t) \quad (۴)$$

که در آن  $Y$  شاخصی از مقدار تولید کل در جامعه،  $K$  شاخص سرمایه فیزیکی،  $L$  شاخص نیروی کار و  $t$  زمان یا متغیری است که هر نوع انتقال را در تابع تولید نشان می‌دهد. در دوره چهل ساله زمان مورد بررسی سولو تقریباً ۹۰ درصد از افزایش تولید سرانه با عواملی غیر از سرمایه فیزیکی و نیروی کار تعیین شده بود که او این عوامل را تغییرات فن‌آوری نامید و پس از آن، اقتصاددانان سعی کردند با افزایش متغیرهای دیگر آنچه را که در تغییرات فناوری مستتر بود، توضیح دهند. شولتز، هاربرگروسوسکی، میزان سرمایه اختصاص یافته به آموزش را متغیر نماینده

سرمایه انسانی یا کیفیت نیروی کار در نظر گرفته و آن را تابع تولید گنجانند (ساخاروپولوس، ۱۳۷۳، به نقل از صادقی، عمادزاده، ۱۳۸۲). طبق نظر وی، تابع تولید کل به شکل زیر بود:

$$Y = f(K, L, rKE) \quad (5)$$

که در آن  $K$ ،  $L$  و  $rKE$  به ترتیب، سرمایه فیزیکی و نیروی کار و موجودی سرمایه آموزشی است. شولتز، این موجودی را با جمع بستن هزینه‌های مصرف‌شده برای آموزش در گذشته و تعدیل آن نسبت به بعضی از عوامل، از جمله طول سال‌های تحصیل برآورد کرد و نشان داد که ۲۰ الی ۴۰ درصد رشد درآمد ملی آمریکا بین سال‌های ۱۹۲۹ تا ۱۹۵۶ نتیجه سرمایه‌گذاری در آموزش بوده است.

در سال ۱۹۶۷، دنیسون نیز با به کارگیری تابع تولید در بررسی خود برای ۹ کشور اروپایی با استفاده از داده‌های آماری پس از جنگ، آموزش را به صورت تعداد سال‌های تحصیل نیروی کار در نظر گرفت و نرخ‌هایی برای آن به دست آورد و در مورد کشورهای مزبور مقایسه کرد. طبق نتایج به دست آمده، مشخص شد که برای مثال، در انگلستان ۱۳ درصد ولی در آلمان فقط ۱/۴ درصد رشد به آموزش مربوط می‌شد.

از بین مطالعاتی که متغیرهای غیر قراردادی را به نحوی در توابع تولید گنجانده‌اند تا بتوانند شاخصی از آموزش را نیز در آن وارد کنند و سهم آن را در رشد بسنجند؛ کار مربوط به والترز و رابینسون در سال ۱۹۸۳ است. آن‌ها تابع تولیدی از نوع کاب-داگلاس تشکیل دادند که فقط سه متغیر سرمایه، نیروی کار و آموزش را در بر می‌گرفت، ولی با این تفاوت که ایشان از چندین شاخص استفاده کردند که عبارت بود از مقدار مدارک اخذشده به عنوان معیاری از توسعه سطوح آموزشی بالاتر از متوسط و مخارج آموزشی. نتایج به کار گرفته شده از این روش، حاکی از آن بود که گسترش آموزش تأثیر مهمی بر تولید داشته، اما در مقایسه با مطالعات قبل، مقدار آن کمتر بوده است. همچنین، سطوح تحصیلی عالی با وقفه زمانی اثر مثبت در تولید داشته است (صادقی، عمادزاده، ۱۳۸۲).

لی (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای نظری، روش خطی‌سازی کم‌تار را برای تابع تولید CES دوسطحی بسط داده که این تابع تولید را به دو تابع تولید CED تک سطحی تقسیم کرده و فرمولی برای برآورد مرحله‌ای این تابع تولید با توجه به روش کم‌تار ارائه داده است. لیندنبرگر (۲۰۰۳) برای دو

دوره مختلف، تابع تولید کشور آلمان با نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و انرژی را برآورد کرده و به کمک دو روش بهینه‌سازی دیفرانسیل تکاملی (DE) و (RPS) برای هر دو حالت، کمترین مجذورات خطا (LS) و کمترین مقدار مطلق خطا (LAD)، پارامترهای تابع تولید برآورد شده که نتایج برآورد در این دو روش به یکدیگر نزدیک است. میثرا (۲۰۰۶) تابع تولید دومرحله‌ای CES را با در نظر گرفتن نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و انرژی مورد کشور آلمان به پنج روش برای هر تابع هدف LS و LAD برآورد کرده است. وی نشان داده است که این روش‌ها به خوبی پارامترها را برآورد می‌کنند. مارکاندیا و پدروسوگالیناتو (۲۰۰۷) به روش‌های برآورد غیرخطی، توابع تولید را برای کشورهای منتخب برآورد کرده‌اند. این روش، از یک فرایند تکراری برای پیدا کردن مقادیر پارامترها برای حداقل کردن مجموع مربعات خطا تبعیت می‌کند. این روش با تقریبی حدسی از مقادیر پارامترها و محاسبه مقادیر باقیمانده به حداقل‌سازی مجموع مربعات خطا می‌پردازد. بعد از اینکه همگرایی وجود آمد، یک سری از مقادیر اولیه برای پارامترها به وجود می‌آورد. در مرحله بعد، یکی از پارامترها را به صورت مستقیم تغییر داده و دوباره به محاسبه مقادیر باقی‌مانده می‌پردازد و بررسی می‌کند که مجموع مربعات خطا به وجود آمده در این مرحله، بیشتر یا کمتر می‌شود. این فرایند ادامه پیدا می‌کند تا همگرایی به وجود آید. وقتی فرایند تکرار پایان می‌یابد که با تغییر هر پارامتر مجموع مربعات خطا افزایش می‌یابد.

سو و همکاران (۲۰۰۸) به منظور بررسی رشد اقتصادی چین بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ از تابع تولید CES دومرحله‌ای استفاده و پارامترهای این تابع تولید را برآورد کرده‌اند. از دیگر مطالعاتی که در آن‌ها از تابع تولید بهره‌گیری شده، می‌توان به بورنیوکس (۱۹۹۱)، مارکاندیا (۲۰۰۷) و لیو و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد.

مقایسه انواع توابع تولید مختلف با یکدیگر در بسیاری از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. مگالیس (۲۰۰۳)، مسانجلا (۲۰۰۴) تابع تولید CES را به سایر توابع تولید به منظور محاسبات ترجیح می‌دهند. پاپاگئورگیو (۲۰۰۴) و گوزل (۲۰۰۶) تابع تولید کاب-داگلاس را نسبت به تابع تولید CES ترجیح می‌دهند.

در تحقیق دلالی اصفهانی و همکاران (۱۳۸۷) به منظور بررسی تأثیر مخارج حفاظت از حقوق مالکیت بر رشد اقتصادی به تدوین تابع تولید بخش خصوصی و دولتی با در نظر گرفتن حقوق

مالکیت پرداخته شده است. با جمع کردن دو تابع تولید، تابع تولید کل اقتصاد، تابعی کاب-داگلاس از انباشت سرمایه، نیروی کار و مخارج حفاظت از حقوق مالکیت به دست آمده است. برای برآورد پارامترهای این تابع تولید، با استفاده از داده‌های ۱۳۸۲-۱۳۳۸ و تخمین خطی مقید استفاده شده است. همچنین مشیری و نیکپور (۱۳۸۶)، پژوهیان و فقیه‌نصیری (۱۳۸۷)، محمودزاده (۱۳۸۹) و آذربایجان و همکاران (۱۳۹۰) تابع تولید را با استفاده از داده‌های پنل و در نظر گرفتن تابع تولید کاب داگلاس برآورد کرده‌اند.

ایروک<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) صدو بیست و سه مؤسسه آموزش عالی ترکیه را بر مبنای ستانده پژوهشی و آموزشی مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که عملکرد پژوهشی مؤسسات آموزش عالی به وسیله میانگین برآوردهای مراحل مختلف بر اساس الگوی تولید اندازه‌گیری شده‌اند در حالی که دانشگاه‌هایی وجود دارد که تجربه کارایی ۳ درصدی در عملکرد دارند.

سامتی و همکاران (۱۳۸۲) پژوهشی تحت عنوان «برآورد تابع تولید آموزش عالی دانشگاه‌های دولتی ایران» با در نظر گرفتن دانشگاه‌های دولتی به عنوان واحدهای تولیدی تک‌ستانده‌ای (تولید آموزشی) و بررسی ارتباط عوامل انسانی و فیزیکی ۲۱ دانشگاه دولتی کشور برای دوره‌های زمانی ۱۳۷۳-۱۳۷۷ و تلفیق داده‌های مقطعی و زمانی، یک تابع تولید خطی خاص آموزشی را در قالب یک سیستم معادلات هم‌زمان، به روش حداقل مربعات وزنی برآورد کردند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که در سال‌های اخیر سیاست‌های پذیرش دانشجویان کارشناسی دانشگاه‌ها در راستای افزایش کیفیت تولیدآموزی آن‌ها نبوده است. با این حال کیفیت هیأت علمی، بودجه گروه‌های آموزشی، عملیات کمک آموزشی و بودجه‌های اختصاصی دانشگاه‌ها در جهت ارتقای سطح کیفیت تولید آموزشی به کار گرفته شده‌اند.

انتظاری و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی تحت عنوان تحلیل تابع تولید و کارایی بنگاه دانش با استفاده از روش تحلیل مرز تصادفی تولید، الگویی را برای تبیین رفتار فنی بنگاه دانش به عنوان تولیدکننده دانش ارائه داده‌اند. نتایج نشان داد که برخلاف بنگاه‌های صنعتی، فرایند بنگاه دانش یک فرایند دومرحله‌ای است. در مرحله اول دانش آشکار جدید از طرق تحقیق تولید می‌شود؛ در

1. Erkoc

مرحله دوم دانش آشکار جدید با دانش ضمنی ترکیب و به محصولات دانش تبدیل می‌شود و تجاری صورت می‌گیرد. در هر دو مرحله بازدهی نزولی نسبت به مقیاس حاکم است. بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات فوق، تابع تولید به عنوان یک ابزار مفید علمی و فنی به منظور تحلیل عملکرد و فعالیت-های دانشگاهی که اطلاعات ارزشمندی را در اختیار سیاست‌گذاران و پژوهشگران برای برنامه‌ریزی دقیق در سطح دانشگاه‌ها قرار می‌دهد.

#### ۴. روش پژوهش

به کارگیری تابع تولید به منظور ارزیابی و تحلیل فعالیت‌ها و عملکردهای آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی سابقه‌ای نزدیک به نیم قرن دارد که طی آن علاوه بر طرح مباحث علمی-فنی بسیار، کاربردهای متعددی برای تابع تولید معرفی و پیشنهاد شده است (نادری، ۱۳۹۴). تابع تولید یک ابزار فنی ریاضی است که به کمک آن رابطه بین نهادها و ستانده‌ها تعیین می‌شود (نادری، ۱۳۸۳) به گونه‌ای که می‌توان دریافت که با نهاده‌های در دسترس، میزان حداکثر ستانده چقدر است. بدین ترتیب، میزان و نحوه تأثیرگذاری هر یک از عوامل تولید بر ستانده یا محصول را به کمک تابع تولید می‌توان ارزیابی نمود. شکل کلی تابع تولید به صورت زیر قابل تصریح است:

$$Q = F(X) \quad (۶)$$

که در آن  $Q$  بیانگر ستانده‌ها و  $X$  نماد نهاده‌ها یا دروندادها هستند. بر اساس تحلیل‌های نظری، با افزایش میزان دروندادها انتظار می‌رود میزان ستانده‌ها نیز افزایش پیدا کند. البته در واقعیت رابطه بین درون داد و ستانده‌ها در همه مراحل تولید به صورت خطی و یکنواخت نیست، بلکه با قیاس و مراحل تولید، شدت ارتباط نیز تغییر پیدا می‌کند، به گونه‌ای که شکل نموداری ارتباط مذکور به صورت  $S$  تصویر و ترسیم می‌شود (نادری، ۱۳۹۴). به طور کلی با توجه به تعداد متغیرهای مؤثر در ستانده‌ها تابع تولید را می‌توان بسط و توسعه داد. برای مثال تابع تولید را می‌توان به صورت  $Y=f(K,L)$  ترسیم کرد که بیانگر این است که تولید (در یک بنگاه- سازمان/دانشگاه) به تشکیل سرمایه فیزیکی ( $K$ ) و نیروی کار ( $L$ ) وابسته است.

بنابراین، تابع تولید صورت‌های مختلفی دارد به طور کلی تابع تولید را می‌توان به دو شکل خطی یا غیرخطی ترسیم نمود. تابع تولید کاب داگلاس  $Y=AK^\alpha L^\beta$  نمونه‌ای از تابع تولید غیرخطی



و تابع تولید با کشش ثابت جزو متعارف‌ترین آن‌هاست که در ادبیات اقتصادی برای تبیین رابطه بین عوامل تولید و ستانده‌ها استفاده شده است.

در تابع تولید کاب داگلاس، ضرایب تخمین زده شده به طور مستقیم ارقام مربوط به سهم عوامل را در اختیار قرار می‌دهند و از این نظر با کاربری شکل کاب داگلاس استنباط و تفسیر یافته‌ها قدری تسهیل می‌شود (نادری، ۱۳۹۴).

هدف از پژوهش حاضر برآورد تابع تولید دانشگاه‌های صنعتی و جامع بر اساس تابع تولید کاب داگلاس و ترانسلوگ است. شکل کلی تابع تولید کاب داگلاس به شکل زیر معرفی شده است:

$$Y = AK\alpha L\beta \quad (7)$$

که در آن  $Y$  تولید،  $A$  پیشرفت فنی،  $K$  سرمایه و  $L$  نیروی کار در نظر گرفته شده است و  $\alpha$  و  $\beta$  ضریب کشش تولید نسبت به نیروی انسانی را نشان می‌دهد. در برخی از الگوهای آزمون شده اساتید، دانشجویان، کارکنان و مخارج کل مورد بررسی قرار گرفته شد. بنابراین عام‌ترین حالت مورد استفاده تابع در پژوهش حاضر به صورت زیر است که در آن  $P_1$ ،  $P_2$ ،  $P_3$  و  $P_4$  انواع نهاد تولید را معرفی می‌نماید.

$$Y = AP_1^{\alpha_1} P_2^{\alpha_2} P_3^{\alpha_3} \quad (8)$$

به منظور تبدیل تابع فوق به یک تابع خطی از طرفین آن لگاریتم طبیعی گرفته می‌شود و شکل تابع به شکل زیر تبدیل خواهد شد. (۹)

$$\ln(y) = \ln(A) + \alpha_1 \ln(P_1) + \alpha_2 \ln(P_2) + \alpha_3 \ln(P_3) + \dots \quad (9)$$

تابع تولید ترانسلوگ یکی از اشکال انعطاف‌پذیری است که برای تخمین مستقیم تابع تولید به کار می‌رود. این تابع حالت تعمیم‌یافته تابع کاب داگلاس است، به این معنا که علاوه بر در نظر گرفتن هر نهاد به عنوان متغیر مستقل حاصل ضرب آن‌ها نیز در مدل ظاهر می‌گردد، در صورتی که تخمین ضرایب ضرب نهاده‌ها در یکدیگر صفر گردد (از لحاظ آماری معنادار نباشد) تابع مذکور به تابع کاب داگلاس نزدیک می‌شود (خدادادکاشی، توسلی، ۱۳۹۱). نحوه تخمین تابع تولید ترانسلوگ در این تحقیق به صورت زیر به کار گرفته شد: (۱۰)

$$\begin{aligned} \ln(y) = & \ln(A) + \alpha_1 \ln(P_1) + \alpha_2 \ln(P_2) + \alpha_3 \ln(P_3) + 1/2 a_4 \ln^2 P_1 \\ & + a_5 \ln P_1 * \ln(P_2) + a_6 \ln P_1 * \ln(P_3) + 1/2 a_7 \ln^2(P_2) \\ & + 1/2 a_8 \ln^2(P_3) + \dots \end{aligned}$$

جامعه آماری مطالعه شامل ۴۹ دانشگاه دولتی جامع و صنعتی می‌شود. لذا واحد تحلیل یا واحد تصمیم‌گیرنده در این پژوهش دانشگاه است. علت اصلی این انتخاب دسترسی به داده‌ها در سطح دانشگاه بوده است. علت اصلی که جامعه آماری این پژوهش به دانشگاه‌های دولتی محدود می‌شود و شامل دانشگاه‌های غیردولتی نمی‌شود تفاوت در فرایند تأمین مالی دانشگاه‌های غیردولتی با دانشگاه‌های دولتی است لذا داده‌های مربوط به هزینه و بسیاری از دیگر شاخص‌های ورودی و خروجی برای دانشگاه‌های غیردولتی در دسترس نیست.

به منظور برآورد تابع تولید، محصول به عنوان متغیر وابسته است. داده‌ها به صورت مقطعی بوده است. برای جمع‌آوری داده‌های آماری سال‌های<sup>۱</sup> ۱۳۹۲-۱۳۹۳ و ۱۳۹۳-۱۳۹۴ (موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی) به عنوان نماینده‌ای از نهاده‌ها و ستانده‌ها، استفاده شده است. ابتدا بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ الگوهای تخمین زده شده که برخی از الگوهای که مناسب بودند در قسمت نتایج به صورت جدول ذکر شده است و بعد از آن داده‌های سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ تخمین زده شد. الگوهای اقتصادسنجی مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Excel برای تابع تولید کاب داگلاس و برای تابع تولید ترانسلوگ از نرم‌افزار EViews به کمک روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد شدند.

داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش باید هم بعد کمیت و هم بعد کیفیت را شامل شود که البته در این پژوهش سعی شده است بعد کیفیت متغیرها از طریق معیارسازی تا حدودی مورد توجه قرار گیرد. لازم به ذکر است ضرایب مورد استفاده برای معیارسازی متغیرها از ادبیات استخراج شده است. جدول (۲) متغیرهای پژوهش را معرفی می‌کند.

---

۱. علت اصلی انتخاب این دوره دسترسی به داده‌ها و نزدیک بودن به سالی است که مطالعه در آن انجام شده است. همچنین داده‌ها از منابع مختلفی جمع‌آوری شده است؛ به طوری که داده‌های مربوط به دانشجویان ثبت‌نامی جدید، دانشجویان جاری، تعداد دانش‌آموختگان، اعضای هیأت علمی و تعداد کارکنان اداری از موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی؛ مخارج کل و درآمد اختصاصی از لایحه بودجه دولت گرفته شده است.

جدول ۲. متغیرهای منتخب ورودی و خروجی دانشگاه‌ها

| متغیرهای ورودی                                             | متغیرهای خروجی                           |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| تعداد اعضای هیئت علمی وزن دهی ۱                            | تعداد دانشجویان ثبت نامی قدیمی وزن دهی ۲ |
| تعداد دانشجویان ثبت نامی جدید وزن دهی ۳                    | تعداد دانش‌آموختگان وزن دهی ۴            |
| تعداد کارکنان (پرسنل اداری)                                | درآمد اختصاصی                            |
| مخارج کل (تملک دارایی‌های سرمایه‌ای و اعتبارات هزینه‌ای) ۵ |                                          |
| مأخذ: یافته‌های پژوهش                                      |                                          |

## ۵. نتایج پژوهش

در پژوهش حاضر فارغ التحصیلان، دانشجویان جاری و درآمد اختصاصی به عنوان ستانده‌های فعالیت‌های آموزشی در دانشگاه در نظر گرفته شده است. دانش‌آموختگان و دانشجویان در حال تحصیل در سطوح و رشته‌های مختلف یکی از رایج‌ترین ابزار برای اندازه‌گیری ستانده‌های آموزشی است که توسط پژوهشگران در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار گرفت. البته این ابزارها فقط کمیت ستانده‌های آموزش را در نظر می‌گیرد و به کیفیت آموزش توجه ندارد. علاوه بر این در این پژوهش اعضای هیأت علمی، دانشجویان ثبت نامی، کارکنان و مخارج کل (تملک دارایی و منابع عمومی) به عنوان نهاده‌ها در نظر گرفته شده است. یافته‌های این پژوهش به دو قسمت توصیفی و تجربی به دست آمده است. از الگوی یک تا پنج تخمین تابع تولید کاب داگلاس سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ را نشان می‌دهد و الگوی شش و هفت تخمین تابع تولید کاب داگلاس سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ را

۱. (تعداد استاد \* ۵) + (تعداد دانشیار \* ۴) + (تعداد استادیار \* ۳) + (تعداد مربی \* ۲) + (مربی آموزشیار \* ۱)
۲. (تعداد دانشجویان دکترای تخصصی و حرفه‌ای \* ۳) + (تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد \* ۱.۶) + (تعداد دانشجویان کارشناسی و کاردانی \* ۱)
۳. (تعداد دانشجویان دکترای تخصصی و حرفه‌ای \* ۳) + (تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد \* ۱.۶) + (تعداد دانشجویان کارشناسی و کاردانی \* ۱)
۴. (تعداد دانش‌آموختگان دکترای تخصصی و حرفه‌ای \* ۳) + (تعداد دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد \* ۱.۶) + (تعداد دانش‌آموختگان کارشناسی و کاردانی \* ۱)
۵. برگرفته از لایحه بودجه سال‌های ۱۳۹۳ و ۹۴ لذا شامل اعتبارات مصوب است و نه عملکرد

نشان می‌دهد. همچنین از الگوی هشت تا دوازده تخمین تابع تولید ترانسلوگ سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ را نشان می‌دهد و الگوی ۱۳ و ۱۴ تخمین تابع تولید ترانسلوگ سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ را نشان می‌دهد<sup>۱</sup>.

### ۵-۱. یافته‌های توصیفی

جدول ۳. شاخص توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی به تفکیک سال و نوع دانشگاه

| آماره<br>متغیرها                             | میانگین   | انحراف<br>معیار | حداقل  | حداکثر  | میانگین  | انحراف<br>معیار | حداقل  | حداکثر   |
|----------------------------------------------|-----------|-----------------|--------|---------|----------|-----------------|--------|----------|
| دانشگاه‌های<br>جامع                          | ۱۳۹۲-۹۳   | ۱۳۹۳-۹۴         |        |         |          |                 |        |          |
| تعداد اعضاء<br>هیأت علمی<br>(وزن‌دهی<br>شده) | ۱۸۶۷/۲۲   | ۲۳۲۵/۹۷         | ۵۵۲    | ۱۲۸۵۸   | ۲۰۱۹/۸۱  | ۲۴۶۰/۴۰         | ۳۶۸    | ۱۳۷۲۶    |
| تعداد<br>دانشجویان<br>جدید (وزن-<br>دهی شده) | ۵۱۷۰/۳۰   | ۴۲۷۴/۶۲         | ۱۰۵۶   | ۲۴۱۰۲   | ۴۷۶۴/۴۱  | ۳۸۵۷/۸۷         | ۱۱۶۴/۲ | ۲۲۰۷۷/۶  |
| تعداد کارکنان                                | ۸۰۰/۲۵    | ۷۴۹/۸۲          | ۱۱۸    | ۳۸۳۴    | ۷۵۴/۳۳   | ۶۹۲/۰۰۵         | ۱۱۸    | ۳۷۴۳     |
| مخارج کل                                     | ۸۸۰۵۲۱/۸۵ | ۶۰۹۸۶۰/۸۸       | ۲۱۴۳۴۸ | ۳۴۰۸۹۵۱ | ۱۰۶۰۷۱/۴ | ۶۸۱۸۸۴/۵        | ۲۳۷۴۳۴ | ۳۹۳۱۴۵۳  |
| درآمد<br>اختصاصی                             | ۲۱۳۸۴۱/۲  | ۴۱۹۶۹۶/۴        | ۱۰۰۰۰  | ۲۱۱۰۰۰۰ | ۲۵۳۲۴۱/۹ | ۴۸۳۳۷۳/۹        | ۱۸۰۰۰  | ۲۴۶۰۰۰۰  |
| تعداد<br>دانشجویان<br>جاری (وزن-<br>دهی شده) | ۴۶۱۴/۰۷   | ۳۲۴۷/۵۶         | ۱۱۵۷/۵ | ۱۸۰۰۷/۹ | ۴۶۳۲/۸۹  | ۳۱۵۰/۷۷         | ۹۴۵/۲۵ | ۱۷۷۲۴/۰۵ |
| تعداد فارغ-<br>التحصیلان<br>(وزن‌دهی<br>شده) | ۳۰۹۹/۲۲   | ۲۳۳۵/۹۰         | ۵۱۲    | ۱۲۴۰۲/۲ | ۲۸۱۴/۱۳  | ۲۱۸۸/۱۱         | ۲۱۴/۶  | ۱۱۵۲۷/۴  |

۱. از بین الگوهای تخمین زده شده توسط محقق این چهارده الگو مناسب تشخیص داده شده است.

ادامه جدول ۳. شاخص توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی به تفکیک سال و نوع دانشگاه

| آماره<br>متغیرها                             | میانگین  | انحراف<br>معیار | حداقل | حداکثر  | میانگین  | انحراف<br>معیار | حداقل | حداکثر  |
|----------------------------------------------|----------|-----------------|-------|---------|----------|-----------------|-------|---------|
| دانشگاه‌های<br>صنعتی                         | ۱۳۹۲-۹۳  |                 |       |         | ۱۳۹۳-۹۴  |                 |       |         |
| تعداد اعضاء<br>هیأت علمی<br>(وزن دهی<br>شده) | ۷۱۳/۹۵   | ۸۰۱/۲۷          | ۲۷    | ۲۱۶۵    | ۷۷۵/۰۵   | ۸۳۲/۳۰          | ۴۱    | ۲۲۲۴    |
| تعداد<br>دانشجویان<br>جدید (وزن-<br>دهی شده) | ۱۷۰۲/۰۹  | ۱۸۳۷/۲۰         | ۱۰۲   | ۶۴۸۵/۸  | ۱۷۰۰/۲۶  | ۱۷۲۰/۰۶         | ۱۶۲   | ۵۴۹۹    |
| تعداد کارکنان                                | ۳۲۷/۸    | ۳۴۵/۰۶          | ۱۷    | ۱۱۳۴    | ۲۸۰/۴۵   | ۲۹۵/۶۰          | ۳۴    | ۹۲۵     |
| مخارج کل                                     | ۳۷۶۳۹۱/۴ | ۳۹۷۹۰۸/۵        | ۱۹۸۹۸ | ۱۲۲۰۶۱۶ | ۴۷۱۹۴۹/۳ | ۴۴۸۶۲۷/۳        | ۴۵۹۵۹ | ۱۳۴۷۴۶۹ |
| درآمد<br>اختصاصی                             | ۱۰۶۲۹۰   | ۱۶۹۵۸۵/۲        | ۷۵۰   | ۵۶۷۰۰۰  | ۱۰۶۷۸۸/۵ | ۱۷۹۸۲۸/۸        | ۲۰۰۰  | ۶۶۶۰۰۰  |
| تعداد<br>دانشجویان<br>جاری (وزن-<br>دهی شده) | ۱۵۹۱/۵۳  | ۱۷۶۸/۶۱         | ۶۵/۲۵ | ۶۰۴۰/۲۵ | ۱۵۷۹/۵۲  | ۱۶۳۴/۶۶         | ۸۵/۵  | ۵۷۲۵/۴  |
| تعداد دانش-<br>آموختگان<br>(وزن دهی<br>شده)  | ۱۱۸۱/۴   | ۱۴۶۱/۲۶         | ۳۸    | ۵۰۶۸/۶  | ۱۱۲۷/۰۶  | ۱۴۲۴/۰۳         | ۳۶    | ۵۳۰۳/۸  |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## ۵-۲. یافته‌های تجربی

### تخمین تابع تولید کاب داگلاس

#### الگوی (۱)

در الگوی زیر تعداد کل فارغ‌التحصیلان به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد هیأت علمی، کارکنان و دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۴).

$$\ln(\text{graguate}) = \ln(A) + a_1 \ln(\text{faculty}) + a_2 \ln(\text{Stu. en}) + a_3 \ln(\text{personal})$$

$$\ln(\text{graguate}) = -0/761 + 0/189 \ln(\text{faculty}) + 0/732 \ln(\text{Stu. en}) + 0/172 \ln(\text{personal})$$

جدول ۴. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۱۳۹۲-۱۳۹۳

| Regression Statistics |      |
|-----------------------|------|
| Multiple R            | 0/91 |
| R Square              | 0/89 |
| Adjusted R Square     | 0/88 |

  

| ANOVA      |    |          |          |          |
|------------|----|----------|----------|----------|
|            | df | SS       | MS       | F        |
| Regression | 3  | 74/43954 | 24/81318 | 293/5523 |
| Residual   | 45 | 3/803728 | 0/084527 |          |
| Total      | 48 | 78/24327 |          |          |

  

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|
| ضریب ثابت          | -0/761       | 0/324          | -2/348 | 0/02    |
| اساتید             | 0/189        | 0/117          | 1/60   | 0/11    |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/732        | 0/116          | 6/28   | 1/18    |
| کارکنان            | 0/172        | 0/082          | 2/08   | 0/04    |

مأخذ: نتایج پژوهش  $\alpha=(P\leq 0/05)$

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R \text{ Square} = 0/89$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر  $F$  جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر کارکنان

(۰/۱۷۲) و اساتید (۰/۱۸۹) در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۵ معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که عملکرد کارکنان و اساتید بر فارغ‌التحصیلان (هم از نظر کمیت و هم از حیث کیفیت) مؤثر است. همچنین در این پژوهش متغیر اساتید و دانشجویان ثبت‌نامی معنی‌دار نشده است.

## الگوی (۲)

در الگوی زیر تعداد کل فارغ‌التحصیلان به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد هیأت علمی و دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۵).

$$\text{Ln(graguate)} = \text{Ln}(A) + a1 \text{Ln}(faculty) + a2 \text{Ln}(Stu. en)$$

$$\text{Ln(graguate)} = -0/78 + 0/30 \text{Ln}(faculty) + 0/77 \text{Ln}(Stu. en)$$

جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۱۳۹۳-۹۲

| Regression Statistics |       |
|-----------------------|-------|
| Multiple R            | 0/972 |
| R Square              | 0/946 |
| Adjusted R Square     | 0/944 |

  

| ANOVA      |    |          |          |       |              |
|------------|----|----------|----------|-------|--------------|
|            | df | SS       | MS       | F     | Significance |
| Regression | 2  | 74/07246 | 37/03623 | 40/47 | 5/2          |
| Residual   | 46 | 4/170807 | 0/09067  |       |              |
| Total      | 48 | 78/24327 |          |       |              |

  

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|
| Intercept          | -0/78        | 0/335          | -2/32  | 0/02    |
| اساتید             | 0/30         | 0/108          | 2/76   | 0/008   |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/77         | 0/119          | 6/46   | 5/79    |

مأخذ: نتایج پژوهش  $\alpha=(P\leq 0/05)$

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R \text{ Square} = 0/94$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر F جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین

آماري به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر اساتید (۰/۳۰) در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۵ معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که اساتید (جنسیت، مرتبه، علم و آگاهی، به روز بودن دانش، روش تدریس و مهارت، و...) بر فارغ‌التحصیلان (هم از نظر کمیت و هم از حیث کیفیت) مؤثر است. همچنین در این پژوهش متغیر دانشجویان ثبت‌نامی معنی‌دار نشده است.

### الگوی (۳)

در الگوی زیر تعداد کل دانشجویان در حال تحصیل به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل (تملک دارای و منابع عمومی) به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۶).

$$\ln(\text{student}) = \ln(A) + a_1 \ln(\text{faculty}) + a_2 \ln(\text{Stu. en}) + a_3 \ln(\text{personal}) + a_4 \ln(\text{expenditure})$$

$$\ln(\text{student}) = 1/25 + 0/19 \ln(\text{faculty}) + 0/76 \ln(\text{Stu. en}) + 0/01 \ln(\text{personal}) + 0/03 \ln(\text{expenditure})$$

جدول ۶. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۹۳-۱۳۹۲

| Regression Statistics |       |
|-----------------------|-------|
| Multiple R            | 0/984 |
| R Square              | 0/969 |
| Adjusted R Square     | 0/96  |

  

| ANOVA      |    |          |          |          |                |
|------------|----|----------|----------|----------|----------------|
|            | df | SS       | MS       | F        | Significance F |
| Regression | 4  | 64/32842 | 16/08211 | 344/5381 | 1/38           |
| Residual   | 44 | 2/053801 | 0/046677 |          |                |
| Total      | 48 | 66/38222 |          |          |                |

  

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|
| ضریب ثابت          | 1/25         | 0/62           | 2/00   | 0/05    |
| اعضای هیأت علمی    | 0/19         | 0/089          | 2/14   | 0/03    |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/768        | 0/093          | 0/21   | 2/01    |
| کارکنان            | 0/01         | 0/066          | 0/21   | 0/82    |
| مخارج کل           | 0/03         | 0/086          | 0/41   | 0/67    |

مأخذ: نتایج پژوهش  $\alpha=(P\leq 0/05)$



نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R^2 = 0/98$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر F جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر اعضای هیأت علمی ( $0/19$ ) در سطح خطای کوچک‌تر از  $0/05$  معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که اساتید (جنسیت، مرتبه، علم و آگاهی، به روز بودن دانش، روش تدریس و مهارت، و...) بر دانشجویان در حال تحصیل (هم از نظر کمیت و هم از حیث کیفیت) مؤثر است. همچنین در این پژوهش متغیر دانشجویان ثبت‌نامی، کارکنان، مخارج کل معنی‌دار نشده است.

#### الگوی (۴)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۷).

$$\begin{aligned} \ln(ME) &= \ln(A) + a_1 \ln(\text{faculty}) + a_2 \ln(\text{Stu. en}) + a_3 \ln(\text{personal}) \\ \ln(ME) &= 2/65 + 0/26 \ln(\text{faculty}) + 0/58 \ln(\text{Stu. en}) + 0/35 \ln(\text{personal}) \end{aligned}$$

جدول ۷. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۹۳-۱۳۹۲

| Regression Statistics |              |                |          |          |                |
|-----------------------|--------------|----------------|----------|----------|----------------|
| Multiple R            | 0/897887     |                |          |          |                |
| R Square              | 0/806201     |                |          |          |                |
| Adjusted R Square     | 0/793282     |                |          |          |                |
| ANOVA                 |              |                |          |          |                |
|                       | df           | SS             | MS       | F        | Significance F |
| Regression            | 3            | 90/08962       | 30/02987 | 62/39997 | 4/53           |
| Residual              | 45           | 21/65617       | 0/481248 |          |                |
| Total                 | 48           | 111/7458       |          |          |                |
|                       | Coefficients | Standard Error | t Stat   | P-value  |                |
| ضرب ثابت              | 2/657        | 0/773          | 3/43     | 0/001    |                |
| اعضای هیأت علمی       | 0/265        | 0/28           | 0/94     | 0/34     |                |
| دانشجویان ثبت نامی    | 0/58         | 0/278          | 2/10     | 0/04     |                |
| کارکنان               | 0/353        | 0/19           | 1/78     | 0/08     |                |

مأخذ: نتایج پژوهش  $\alpha = (P \leq 0/05)$

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R^2 = 0/80$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر F جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر دانشجویان ثبت‌نامی ( $0/58$ ) در سطح خطای کوچک‌تر از  $0/05$  معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که دانشجویان ثبت‌نامی (جنسیت، علم و آگاهی، به روز بودن دانش، و...) بر درآمد اختصاصی دانشگاه‌ها مؤثر است. همچنین در این پژوهش متغیر دانشجویان ثبت‌نامی، کارکنان، مخارج کل معنی‌دار نشده است.

#### الگوی (۵)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۸).

$$\ln(ME) = \ln(A) + a_1 \ln(\text{faculty}) + a_2 \ln(\text{Stu. en}) + a_3 \ln(\text{personal}) + a_4 \ln(\text{expenditure})$$

$$\ln(ME) = -3/30 + 0/079 \ln(\text{faculty}) + 0/22 \ln(\text{Stu. en}) + 0/09 \ln(\text{personal}) + 0/88 \ln(\text{expenditure})$$

جدول ۸. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۹۳-۱۳۹۲

| Regression Statistics |       |
|-----------------------|-------|
| Multiple R            | 0/922 |
| R Square              | 0/850 |
| Adjusted R Square     | 0/836 |

  

| ANOVA      |    |          |          |         |                |
|------------|----|----------|----------|---------|----------------|
|            | df | SS       | MS       | F       | Significance F |
| Regression | 4  | 95/037   | 23/75925 | 62/5663 | 1/38           |
| Residual   | 44 | 16/70879 | 0/379745 |         |                |
| Total      | 48 | 111/7458 |          |         |                |

  

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat   | P-value |
|--------------------|--------------|----------------|----------|---------|
| ضریب ثابت          | -3/3076      | 1/789          | -1/84825 | 0/07    |
| اعضای هیأت علمی    | 0/079        | 0/254          | 0/310    | 0/75    |
| دانشجویان ثبت نامی | 0/223        | 0/267          | 0/836    | 0/40    |
| کارکنان            | 0/098        | 0/189          | 0/517    | 0/6     |
| مخارج کل           | 0/886        | 0/245          | 3/609    | 0/000   |

مأخذ: نتایج پژوهش  $\alpha=(P\leq 0/05)$

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می دهد که ضریب تعیین ( $R\text{ Square}= 0/85$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر  $F$  جدول آنوا معنی دار است پس می توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می آید که در این پژوهش نشان می دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر مخارج کل دانشگاه ( $0/88$ ) در سطح خطای کوچک تر از  $0/05$  معنی دار است. بنابراین می توانیم بگوییم که مخارج کل (تملك دارای و منابع عمومی) بر درآمد اختصاصی دانشگاهها مؤثر است. همچنین در این الگو متغیر دانشجویان ثبت نامی، کارکنان، اعضای هیأت علمی معنی دار نشده است.

## الگوی (۶)

در الگوی زیر فارغ التحصیلان به عنوان یکی از ستاندهای مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت نامی و مخارج کل به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاهها برآورد شده است (جدول ۹).

$$\ln(\text{graduate}) = \ln(A) + a_1 \ln(\text{faculty}) + a_2 \ln(\text{Stu. en}) + a_3 \ln(\text{personal}) + a_4 \ln(\text{expenditure})$$

$$\ln(\text{graduate}) = -1/37 + 0/005 \ln(\text{faculty}) + 0/77 \ln(\text{Stu. en}) + 0/312 \ln(\text{personal}) + 0/05 \ln(\text{expenditure})$$

جدول ۹. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۹۴-۱۳۹۳

| Regression Statistics |       |
|-----------------------|-------|
| Multiple R            | 0/960 |
| R Square              | 0/923 |
| Adjusted R Square     | 0/916 |

  

| ANOVA      |    |          |          |          |                |
|------------|----|----------|----------|----------|----------------|
|            | df | SS       | MS       | F        | Significance F |
| Regression | 4  | 68/47171 | 17/11793 | 132/0897 | 6/54           |
| Residual   | 44 | 5/7021   | 0/129593 |          |                |
| Total      | 48 | 74/17381 |          |          |                |

  

|                           | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value |
|---------------------------|--------------|----------------|--------|---------|
| ضریب ثابت                 | -1/37        | 1/247          | -1/10  | 0/27    |
| اعضای هیأت علمی دانشجویان | -0/005       | 0/186          | -0/029 | 0/97    |
| ثبت‌نامی                  | 0/77         | 0/192          | 4/05   | 0/000   |
| کارکنان                   | 0/312        | 0/145          | 2/14   | 0/03    |
| مخارج کل                  | 0/05         | 0/148          | 0/34   | 0/73    |

مأخذ: نتایج پژوهش

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R^2 = 0/92$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر F جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۷۷) و کارکنان (۰/۳۱۲) در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۵ معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که دانشجویان ثبت‌نامی (جنسیت، رشته، علم و آگاهی و...) و کارکنان بر

فارغ التحصیلان (هم از نظر کمیت و هم از حیث کیفیت) مؤثر است. همچنین در این پژوهش متغیر اعضای هیأت علمی و مخارج کل معنی دار نشده است.

#### الگوی (۷)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت نامی و مخارج کل به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۰).

$$\begin{aligned} \text{Ln(ME)} &= \text{Ln(A)} + a_1 \text{Ln(faculty)} + a_2 \text{Ln(Stu. en)} + a_3 \text{Ln(personal)} \\ &\quad + a_4 \text{Ln(expenditure)} \\ \text{Ln(ME)} &= -2/12 + 0/53 \text{Ln(faculty)} + 0/10 \text{Ln(Stu. en)} \\ &\quad + 0/10 \text{Ln(personal)} + 0/75 \text{Ln(expenditure)} \end{aligned}$$

جدول ۱۰. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب-داگلاس ۹۴-۱۳۹۳

| Regression Statistics |       |
|-----------------------|-------|
| Multiple R            | 0/918 |
| R Square              | 0/844 |
| Adjusted R Square     | 0/830 |

  

| ANOVA      |    |          |              |              |                |
|------------|----|----------|--------------|--------------|----------------|
|            | df | SS       | MS           | F            | Significance F |
| Regression | 4  | 84/9411  | 21/2352<br>7 | 59/6071<br>7 | 3/37           |
| Residual   | 44 | 15/67516 | 0/35625<br>4 |              |                |
| Total      | 48 | 100/6163 |              |              |                |

  

|                 | Coefficient<br>s | Standard<br>Error | t Stat | P-value |
|-----------------|------------------|-------------------|--------|---------|
| ضریب ثابت       | -2/12            | 2/06              | -1/02  | 0/309   |
| اعضای هیأت علمی | 0/53             | 0/30              | 1/728  | 0/09    |
| دانشجویان       |                  |                   |        |         |
| ثبت نامی        | -0/10            | 0/31              | -0/338 | 0/73    |
| کارکنان         | 0/10             | 0/24              | 0/431  | 0/668   |
| مخارج کل        | 0/75             | 0/24              | 3/041  | 0/003   |

مأخذ: نتایج پژوهش

نتایج حاصل از رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین ( $R^2 = 0/84$ ) رابطه خوبی بین متغیرها وجود دارد از این رو مدل انتخابی مدل مناسبی است. از طرف دیگر F جدول آنوا معنی‌دار است پس می‌توان بقیه مراحل تخمین پژوهش را دنبال کرد. پس از مراحل پیشین؛ جدول تبیین آماری به دست می‌آید که در این پژوهش نشان می‌دهد، ضریب رگرسیونی برای متغیر مخارج کل ( $0/75$ ) در سطح خطای کوچک‌تر از  $0/05$  معنی‌دار است. بنابراین می‌توانیم بگوییم که مخارج کل بر درآمد اختصاصی مؤثر است. لذا در این الگو تحقیق متغیر اعضای هیأت علمی، دانشجویان ثبت‌نامی و کارکنان معنی‌دار نشده است.

### تخمین تابع تولید ترانسلوگ

#### الگوی (۸)

در الگوی زیر تعداد کل فارغ‌التحصیلان به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد هیأت علمی، کارکنان و دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۱).

جدول ۱۱. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۹۳-۱۳۹۲

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| ضریب ثابت          | -0/812       | 0/256          | -2/542 | 0/02    |               |          |
| اساتید             | 0/24         | 0/114          | 3/21   | 0/05    | 2/12          | 0/83     |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/652        | 0/112          | 7/54   | 0/011   |               |          |
| کارکنان            | 0/325        | 0/09           | 2/145  | 0/04    |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned} \ln(\text{graduate}) = & -0/81 + 0/24 \ln(\text{faculty}) + 0/652 \ln(\text{Stu. en}) \\ & + 0/325 \ln(\text{personal}) + 0/014^{1/2} \ln(\text{faculty})^2 \\ & + 0/106^{1/2} \ln(\text{Stu. en})^2 + 0/0264^{1/2} \ln(\text{personal})^2 \\ & + 0/001^2 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) + 0/002 \ln(\text{faculty} * \text{personal}) \\ & + 0/002 \ln(\text{Stu. en} * \text{personal}) \end{aligned}$$

۱. طریقه به دست آوردن این عدد مطابق با منابع پیشین به صورت زیر است:

$$1/2 (0/24) = 0/122 = 0/014$$

۲. طریقه به دست آوردن این عدد در تحقیق حاضر:

$$(0/014 * 0/106) = 0/001$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۱)، می‌توان مشاهده کرد که هر سه نهاده‌ها اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب دانشجویان ثبت‌نامی مقدار (۰/۶۵۲) بوده که نشان‌دهنده آن است که یک واحد افزایش در میزان لگاریتم دانشجویان، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۲/۱۲) واحد خواهد شد. ضریب لگاریتم اساتید و لگاریتم کارکنان نیز به ترتیب برابر با ۰/۲۴ و ۰/۳۲ است.

### الگوی (۹)

در الگوی زیر تعداد کل فارغ‌التحصیلان به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد هیأت علمی و دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۲).

جدول ۱۲. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۱۳۹۲-۹۳

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| Intercept          | -0/21        | 0/24           | -2/52  | 0/002   |               |          |
| اساتید             | 0/645        | 0/241          | 4/65   | 0/004   | 1/988         | 0/82     |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/795        | 0/117          | 0/21   | 5/79    |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned} \ln(\text{graduate}) = & -0/21 + 0/645 \ln(\text{faculty}) + 0/795 \ln(\text{Stu. en}) \\ & + 0/104 \frac{1}{2} \ln(\text{faculty})^2 + 0/158 \frac{1}{2} \ln(\text{Stu. en})^2 \\ & + 0/01 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۲)، می‌توان مشاهده کرد که نهاده اساتید اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب اساتید مقدار (۰/۶۴۵) بوده که نشان‌دهنده آن است که یک واحد افزایش در میزان لگاریتم اساتید، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۸۲) واحد خواهد شد.

### الگوی (۱۰)

در الگوی زیر تعداد کل دانشجویان در حال تحصیل به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل (تملک دارای و منابع عمومی) به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۳).

جدول ۱۳. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۹۳-۱۳۹۲

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| ضریب ثابت          | 2/32         | 0/54           | 2/85   | 0/04    |               |          |
| اعضای هیأت علمی    | 0/187        | 0/089          | 2/14   | 0/03    |               |          |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/984        | 0/04           | 10/54  | 0/00    | 2/04          | 0/87     |
| کارکنان            | 0/024        | 0/41           | 0/35   | 0/745   |               |          |
| مخارج کل           | 0/056        | 0/01           | 0/524  | 0/33    |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned}
 \ln(\text{student}) = & 2/32 + 0/187 \ln(\text{faculty}) + 0/98 \ln(\text{Stu. en}) \\
 & + 0/024 \ln(\text{personal}) + 0/056 \ln(\text{expenditure}) \\
 & + 0/008 \frac{1}{2} \ln(\text{faculty})^2 + 0/242 \frac{1}{2} \ln(\text{Stu. en})^2 \\
 & + 0/0001 \frac{1}{2} \ln(\text{personal})^2 + 0/0007 \frac{1}{2} \ln(\text{expenditure})^2 \\
 & + 0/001 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) + 0/0008 \ln(\text{faculty} \\
 & * \text{personal}) + 0/00056 \ln(\text{faculty} * \text{expenditure}) \\
 & + 0/000024 \ln(\text{Stu. en} * \text{personal}) + 0/00016 \ln(\text{Stu. en} \\
 & * \text{expenditure}) + 0/0007 \ln(\text{personal} * \text{expenditure})
 \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۳)، می‌توان مشاهده کرد که دو نهاده اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب دانشجویان ثبت‌نامی و هیأت علمی به ترتیب (۰/۹۸) و (۰/۱۸) بوده که نشان‌دهنده آن است که یک واحد افزایش در میزان لگاریتم، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۸۷) واحد خواهد شد.

### الگوی (۱۱)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۴).

جدول ۱۴. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۹۳-۱۳۹۲

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| ضریب ثابت          | 3/87         | 0/056          | 4/52   | 0/001   |               |          |
| اعضای هیأت علمی    | 0/542        | 0/14           | 0/25   | 0/575   | 1/98          | 0/79     |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/985        | 0/141          | 4/45   | 0/03    |               |          |
| کارکنان            | 0/847        | 0/21           | 3/78   | 0/005   |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش



$$\begin{aligned} \ln(\text{ME}) = & 3/87 + 0/542 \ln(\text{faculty}) + 0/985 \ln(\text{Stu. en}) \\ & + 0/847 \ln(\text{personal}) + 0/073 \frac{1}{2} \ln(\text{faculty})^2 \\ & + 0/242 \frac{1}{2} \ln(\text{Stu. en})^2 + 0/179 \frac{1}{2} \ln(\text{personal})^2 \\ & + 0/017 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) + 0/013 \ln(\text{faculty} * \text{personal}) \\ & + 0/043 \ln(\text{Stu. en} * \text{personal}) \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۴)، می‌توان مشاهده کرد که هر دو نهاد اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب دانشجویان ثبت‌نامی مقدار (۰/۹۸۵) بوده که نشان‌دهنده آن است که یک واحد افزایش در میزان لگاریتم دانشجویان، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۷۹) واحد خواهد شد. ضریب لگاریتم کارکنان نیز برابر با ۰/۸۴۷ است.

## الگوی (۱۲)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل به عنوان نهاد در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۵).

جدول ۱۵. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۹۳-۱۳۹۲

|                              | Coefficient<br>s | Standard<br>Error | t Stat | P-value | Durbin-<br>Watson | R<br>Square |
|------------------------------|------------------|-------------------|--------|---------|-------------------|-------------|
| ضریب ثابت                    | -2/423           | 1/212             | -1/542 | 0/07    |                   |             |
| اعضای هیأت علمی<br>دانشجویان | 0/954            | 0/125             | 0/745  | 0/61    | 2/1               | 0/81        |
| ثبت‌نامی                     | 0/858            | 0/145             | 0/745  | 0/54    |                   |             |
| کارکنان                      | 0/987            | 0/745             | 0/658  | 0/47    |                   |             |
| مخارج کل                     | 0/886            | 0/245             | 3/609  | 0/000   |                   |             |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned} \ln(\text{ME}) = & 2/42 + 0/954 \ln(\text{faculty}) + 0/858 \ln(\text{Stu. en}) + 0/987 \ln(\text{personal}) \\ & + 0/886 \ln(\text{expenditure}) + 0/227 \frac{1}{2} \ln(\text{faculty})^2 \\ & + 0/184 \frac{1}{2} \ln(\text{Stu. en})^2 + 0/243 \frac{1}{2} \ln(\text{personal})^2 \\ & + 0/196 \frac{1}{2} \ln(\text{expenditure})^2 + 0/041 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) \\ & + 0/055 \ln(\text{faculty} * \text{personal}) + 0/043 \ln(\text{faculty} * \text{expenditure}) \\ & + 0/044 \ln(\text{Stu. en} * \text{personal}) + 0/036 \ln(\text{Stu. en} * \text{expenditure}) \\ & + 0/047 \ln(\text{personal} * \text{expenditure}) \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۵)، می‌توان مشاهده کرد که نهاد مخارج کل (تملک دارای و منابع عمومی) اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد.

ضریب مخارج کل (تملك دارای و منابع عمومی) مقدار (۰/۸۸) بوده که نشان‌دهنده آن است که يك واحد افزایش در میزان لگاریتم مخارج کل (تملك دارای و منابع عمومی)، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۸۱) واحد خواهد شد.

### الگوی (۱۳)

در الگوی زیر فارغ‌التحصیلان به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۶).

جدول ۱۶. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۱۳۹۳-۹۴

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| ضریب ثابت          | -1/985       | 1/11           | -1/22  | 0/342   |               |          |
| اعضای هیأت علمی    | 0/845        | 0/211          | 0/542  | 0/744   | 1/96          | 0/90     |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/985        | 0/41           | 5/85   | 0/001   |               |          |
| کارکنان            | 0/954        | 0/111          | 3/542  | 0/02    |               |          |
| مخارج کل           | 0/741        | 0/142          | 0/745  | 0/415   |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned} \ln(\text{graduate}) = & 1/98 + 0/845 \ln(\text{faculty}) + 0/985 \ln(\text{Stu. en}) \\ & + 0/954 \ln(\text{personal}) + 0/741 \ln(\text{expenditure}) \\ & + 0/178 \frac{1}{2} \ln(\text{faculty})^2 + 0/242 \frac{1}{2} \ln(\text{Stu. en})^2 \\ & + 0/227 \frac{1}{2} \ln(\text{personal})^2 + 0/137 \frac{1}{2} \ln(\text{expenditure})^2 \\ & + 0/043 \ln(\text{faculty} * \text{Stu. en}) + 0/040 \ln(\text{faculty} * \text{personal}) \\ & + 0/024 \ln(\text{faculty} * \text{expenditure}) + 0/054 \ln(\text{Stu. en} \\ & * \text{personal}) + 0/033 \ln(\text{Stu. en} * \text{expenditure}) \\ & + 0/031 \ln(\text{personal} * \text{expenditure}) \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۶)، می‌توان مشاهده کرد که نهاده‌های دانشجویان و کارکنان اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب لگاریتم دانشجویان مقدار (۰/۹۸) بوده که نشان‌دهنده آن است که يك واحد افزایش در میزان لگاریتم دانشجویان، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۹) واحد خواهد شد. ضریب لگاریتم کارکنان نیز برابر با ۰/۹۵۴ است.

#### الگوی (۱۴)

در الگوی زیر درآمد اختصاصی به عنوان یکی از ستانده‌های مهم نظام آموزش عالی و رابطه آن با تعداد اعضای هیأت علمی، کارکنان، دانشجویان ثبت‌نامی و مخارج کل به عنوان نهاده در تولیدات و فرایند آموزشی در دانشگاه‌ها برآورد شده است (جدول ۱۷).

جدول ۱۷. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید ترانسلوگ ۹۴-۱۳۹۳

|                    | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Durbin-Watson | R Square |
|--------------------|--------------|----------------|--------|---------|---------------|----------|
| ضریب ثابت          | -3/23        | 2/54           | -0/01  | 0/425   |               |          |
| اعضای هیأت علمی    | 0/874        | 0/241          | 2/45   | 0/08    | 1/98          | 0/79     |
| دانشجویان ثبت‌نامی | 0/412        | 0/542          | 0/74   | 0/41    |               |          |
| کارکنان            | 0/654        | 0/255          | 0/42   | 0/455   |               |          |
| مخارج کل           | 0/999        | 0/342          | 4/452  | 0/002   |               |          |

مأخذ: نتایج پژوهش

$$\begin{aligned} \text{Ln(ME)} = & -3/23 + 0/874 \text{Ln(faculty)} + 0/412 \text{Ln(Stu.en)} \\ & + 0/654 \text{Ln(personal)} + 0/999 \text{Ln(expenditure)} \\ & + 0/190 \text{Ln(faculty)}^2 + 0/042 \text{Ln(Stu.en)}^2 \\ & + 0/106 \text{Ln(personal)}^2 + 0/249 \text{Ln(expenditure)}^2 \\ & + 0/007 \text{Ln(faculty * Stu.en)} + 0/02 \text{Ln(faculty * personal)} \\ & + 0/047 \text{Ln(faculty * expenditure)} + 0/004 \text{Ln(Stu.en} \\ & \text{* personal)} + 0/01 \text{Ln(Stu.en * expenditure)} \\ & + 0/026 \text{Ln(personal * expenditure)} \end{aligned}$$

با توجه به نتایج حاصل از تخمین معادله (۱۰) در جدول (۱۷)، می‌توان مشاهده کرد که نهاده مخارج کل اثر معنی‌داری روی تولید دانشگاه‌های منتخب دارد. ضریب لگاریتم مخارج کل مقدار (۰/۹۹) بوده که نشان‌دهنده آن است که یک واحد افزایش در میزان لگاریتم دانشجویان، سبب افزایش در لگاریتم تولید به میزان (۰/۷۹) واحد خواهد شد.

#### ۶. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش آموزش عالی در چند سال اخیر در کشور، توجه بیش از پیش به برنامه‌ریزی آموزش عالی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، شناسایی عوامل فیزیکی و انسانی مؤثر در ارتقای سطح کیفیت تولید آموزشی و میزان تأثیر آن‌ها بر سطح علمی دانش‌آموختگان این بخش اهمیتی ویژه دارد. در این مقاله با هدف برآورد توابع تولید واحدهای دانشگاهی در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه تابع تولید به عنوان

یک ابزار مهم اقتصادی در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی است، در این مطالعه به بررسی توابع تولید کاب-داگلاس و ترانسلوگ پرداخته شده است. توابع تولید کاب-داگلاس و ترانسلوگ برای ستانده‌های فارغ‌التحصیلان، دانشجویان جاری و درآمد اختصاصی و با توجه به نهاده‌های تولید اعضای هیأت علمی، دانشجویان ثبت‌نامی، کارکنان و مخارج کل (تملک دارای و منابع عمومی)، شبیه‌سازی شده است.

از مهم‌ترین دستاوردهای پژوهش حاضر عبارتند از: یافته‌های پژوهش در سال ۱۳۹۲-۹۳ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که اعضای هیأت علمی (۰/۱۸۹) و کارکنان (۰/۱۷۲) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ هیأت علمی (۰/۲۴)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۶۵) و کارکنان (۰/۳۲) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرتر بودند.

یافته‌های پژوهش در سال ۱۳۹۲-۹۳ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که اعضای هیأت علمی (۰/۱۹) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی دانشجویان در حال تحصیل (جاری) مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ هیأت علمی (۰/۱۸)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی دانشجویان در حال تحصیل (جاری) مؤثرتر بودند.

یافته‌های پژوهش در سال ۱۳۹۲-۹۳ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۵۸) و مخارج کل (۰/۸۸) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ مخارج کل (۰/۸۸)، دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) و کارکنان (۰/۸۴) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرتر بودند.

یافته‌های پژوهش در سال ۱۳۹۳-۹۴ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۷۷) و کارکنان (۰/۳۱۲) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگ دانشجویان ثبت‌نامی (۰/۹۸) و کارکنان (۰/۹۵) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی فارغ‌التحصیلان مؤثرتر بودند.

یافته‌های پژوهش در سال ۹۴-۱۳۹۳ با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس نشان داد که مخارج کل (۰/۷۵) به عنوان مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرند. و از طرفی دیگر در تخمین تابع تولید ترانسلوگک مخارج کل (۰/۹۹) به عنوان نهاده‌ها در تولید ستانده آموزشی یعنی درآمد اختصاصی مؤثرتر بودند.

بدین ترتیب، در این تحقیق، سعی شد تا در قالب کمی و در چارچوب تابع تولید تأثیر سرمایه در واحدهای دانشگاهی را بررسی کنیم و با بررسی پژوهش‌های ارائه شده از سوی دیگر اقتصاددانان و نتایج به دست آمده، نقش مثبت و تعیین کننده سرمایه انسانی بار دیگر به اثبات رسید. زیرا رشد اقتصادی، بستگی به عوامل زیر دارد:

۱. استفاده بهتر از نیروی کار؛ ۲. استفاده بیشتر از سرمایه‌ها و تجهیزات فیزیکی و مادی؛ ۳. استفاده از نیروی کار برتر (نیروی کار متخصص و کارآموده)؛ ۴. استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات برتر (فناوری پیشرفته)؛ ۵. تخصیص منابع کارا تر و مطلوب تر عوامل تولید. در نتیجه، برای رسیدن به ظرفیت و توان تولید بالا در هر کشور، افزون بر سرمایه فیزیکی، نیاز به سرمایه انسانی است. بدون رشد و بالندگی سرمایه انسانی، هیچ نظام، سازمان یا جامعه‌ای نمی‌تواند به هدف‌های مولد و رشد اقتصادی دست یابد.

عوامل انسانی، فیزیکی، کالبدی زیادی در تولید ستانده‌های آموزش عالی و فرایند تولید خدمات آموزش عالی مؤثر هستند. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر به سایر عوامل مؤثر نیز توجه شود. و همچنین از قابلیت این ابزار در راستای حل بسیاری از مسائل و مشکلات آماری و اقتصادسنجی به منظور لحاظ کردن تمام ویژگی‌های آموزش عالی و ابعاد آن بهره لازم را برده و در نتیجه از اطلاعات به دست آمده در راستای سیاست گذاری و تعیین اهداف کلان برای دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی استفاده لازم را ببرند. با توجه به ماهیت فعالیت‌ها و ستانده‌های واحدهای دانشگاهی، اعتبار کاربرد تابع تولید را به شدت متأثر می‌سازد؛ از آنجا که کاربردهای مذکور در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست گذاری‌ها نقش اساسی دارند، تأمین دقت و اعتبار لازم در این خصوص اهمیت زیادی دارد. با بهره‌گیری از تحولات اخیر در حوزه فناوری از یک سو و اعمال دقت نظرهای علمی و فنی از سوی دیگر، می‌توان بر بخش عمده مسائل

موجود فائق آمد و از کاربردهای مورد نظر در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری-های دانشگاهی استفاده حداکثری به عمل آورد.

## منابع

- آذربایجانی، کریم؛ راکی، مولود؛ رنجبر، همایون (۱۳۹۰). تأثیر متنوع سازی صادرات بر بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، (۳): ۲۰۱-۱۶۵.
- ایلی، خدایار؛ بابائی منقاری، محمد مهدی (۱۳۹۷). شناخت آموزش عالی قاره آسیا با رویکرد سیستمی: بر اساس مطالعات انجام‌شده درباره آموزش عالی ژاپن، مالزی و ایران. *مجله مطالعات آموزشی مرکز مطالعات و توسعه آموزش پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارتش*، سال ششم (۱): ۸۳-۶۲.
- اسلاملوئیان، کریم؛ استاذزاد، علی حسین (۱۳۹۵). برآورد تابع تولید مناسب برای ایران با وجود نهاده انرژی و تحقیق و توسعه: روش الگوریتم ژنتیک. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، سال شانزدهم (۱): ۴۸-۲۱.
- انتظاری، یعقوب؛ طایی، حسن؛ عرب‌مازیار یزدی، علی (۱۳۸۶). تحلیل تابع تولید و کارایی بنگاه دانش با استفاده از روش تحلیل مرز تصادفی تولید. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*. (۴۵)، ۳۲-۱.
- اعظم‌زاده شورکی، مهدی؛ خلیلیان، صادق؛ مرتضوی، ابوالقاسم (۱۳۹۰). انتخاب تابع تولید و برآورد ضریب اهمیت انرژی در بخش کشاورزی. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال نوزدهم (۷۶).
- انتظاری، یعقوب. (۱۳۹۴). *اقتصاد خرد آموزش عالی*. چاپ اول. تهران: موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.
- پژویان، جمشید؛ فقیه‌نصیری، مرجان (۱۳۸۸). اثر رقابت‌مندی بر رشد اقتصادی با رویکرد الگوی رشد درون‌زا. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال سیزدهم (۳۸): ۱۳۲-۹۷.

- خداداد کاشی، فرهاد؛ توسلی، مهدی (۱۳۹۱). تخمین کارایی فنی بانک کشاورزی با استفاده از تابع تولید مرزی. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال بیستم، (۶۱): ۱۵۸-۱۳۳.
- دژپسند، فرهاد؛ عرب‌مازار، عباس؛ سیفی، شاپور (۱۳۹۵). بررسی تأثیر تحصیلات و تجربه بر درآمد افراد. *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، سال هفتم، (۲۵): ۷۵-۱۰۱.
- رضاقلی‌زاده، مهدیه؛ آقایی، مجید (۱۳۹۶). سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار در استان‌های ایران. *مجله اقتصادی*، (۱ و ۲)، ۷۶-۵۹.
- سامتی، مرتضی؛ عمادزاده، مصطفی؛ بختیاری، بهروز (۱۳۸۲). برآورد تابع تولید آموزش عالی دانشگاه‌های دولتی ایران. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، (۲۷ و ۲۸): ۴۱-۱.
- صادقی، مسعود؛ عمادزاده، مصطفی (۱۳۸۲). برآورد سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران طی سال ۱۳۴۵-۱۳۸۰. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، (۱۷): ۹۸-۷۹.
- فیوضات، ابراهیم؛ تسلیمی تهرانی، رضا. (۱۳۸۶). بررسی جامعه‌شناختی رابطه دانشگاه و صنعت در ایران امروز. *پژوهشنامه علوم انسانی*: شماره ۵۳، بهار ۱۳۸۶. صص: ۲۸۸-۲۶۷.
- محمودزاده، محمود (۱۳۸۹). اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه منتخب. *پژوهشنامه بازرگانی* (۵۷): ۶۴-۲۹.
- مشیری، سعید؛ نیکپور، سمیه (۱۳۸۶). تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای آن بر رشد اقتصادی کشورهای جهان. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال نهم (۳۳): ۱۰۳-۷۵.
- نادری، ابوالقاسم (۱۳۹۴). تابع تولید آموزش عالی: کاربردها، چالش‌ها و چشم‌اندازها. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۲۱ (۳): ۲۹-۱.
- Burniaux, J. M., Martin, J., Nicoletti, G. and J.O. Martins (1991) GREEN a Multi-Sector, Multi-Region General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO2 Emissions: A Technical Manual; OECD Economics Department Working Papers, No. 116, <http://www.oecd-ilibrary.org>.
- Erkoc, T.E. (2015). "Assessing the research performance in higher education With Stochastic distance function approach", *International Journal of Education Economic and development*, Vol.6, No. 4, pp. 366- 380.
- John, VW. Human capital, higher education institutions and quality of life, 2011, 41(5): 446- 454.

- Lindenberg, D. (2003) Service Production Functions; EWI Working Paper No .03.02, Institute of Energy Economics, University of Cologne (EWI), <http://hdl.handle.net/10419/23150>.
- Lv, Z., Guo, J. and Y. Xi (2009) Econometric Estimate and Selection on China Energy CES Production Function; *China Popul Resources Environment*, Vol. 19 No. 4: 156-160.
- Mishra, S.K. (2006) A Note on Numerical Estimation of Sato's Two-Level CES Production Function; SSRN at <http://www.ssrn.com/author=353253>.
- Markandya, A. and S. Pedroso-Galinato (2007) How Substitutable is Natural Capital?; *Environment Resource Economic*, Vol. 37: 297-312.
- Masangala W. and C. Papageorgiou (2004) The Solow Model with CES Technology: Nonlinearities and Parameter Heterogeneity; *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 19: 171-201.
- Mishra, S.K. (2011) A Brief History of Production Functions; North –Eastern Hill University Shillong (India), Working Paper, Series Social Science Research Network (SSRN), <http://ssrn.com>.
- Shebli K. *Research and Development Management*. Tehran: Industrial Management Organization Publishing; 1996. p. 92. [In Persian].
- Su, J.S. Wang, S. and Q.X. Wang (2008) Empirical Research on Factor Allocation in *Economic Growth*; *Natural Science*, Vol. 43, No. 10: 36-40.
- Valimaa, J. & Hoffman, D. Knowledge society discourse and higher education. *High Edue*, 2008, 56: 265-285.