● وصول مقاله: ۹۲/۹/۲۴
● اصلاح نهایی: ۹۳/۳/۱۸
● پذیرش نهایی: ۹۳/۳/۱۹

تخمین تابع تولید بیمارستان‌های آموزشی – درمانی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد طی دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۰

ویدا کاردان‌مقدم[۱]/ شهروز پارسانیا[۲]/ مهشاد گوهری‌مهر[۳]/ محسن بارونی[٤]/ روح‌اله عسکری[٥]

چکیده

مقدمه: بیمارستان‌ها پرهزینه‌ترین و مهم‌ترین اجزای نظام مراقبت پزشکی می‌باشند و بیش از۷۰درصد بودجه بخش سلامت و سهم بسیار زیادی از اشتغال در بخش سلامت را در هر کشوری به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین استفاده از تحلیل‌های اقتصادی برای تخصیص بهینه و استفاده اثربخش از منابع تولید بیمارستانی اهمیت ویژه‌ای دارد.

روش پژوهش: مطالعه حاضر جهت تخمین تابع تولید بیمارستان‌های آموزشی – درمانی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، با استفاده از داده‌های تابلویی طی دوره‌ای ۱۱ ساله در سطح ۱۳ بیمارستان طراحی شده است. برای تخمین از تابع کاب – داگلاس استفاده گردید که متغیر وابسته، پذیرش بستری به عنوان تولید و متغیرهای توضیحی شامل تعداد پرستاران، تعداد پزشکان و تعداد تخت‌ها می‌باشد.

یافته‌ها: کشش مربوط به نیروی پزشک $E_{Y.P}$=۰/۱۸، نیروی پرستار $E_{Y.N}$=۰/۲، تعداد تخت $E_{Y.B}$=۰/۵ است. تولید نهایی پزشکان برابر با ۴۴، پرستاران برابر با ۱۹ واحد و تولید نهایی مربوط به تخت‌ها برابر با ۲۷ واحد بدست آمد.

نتیجه‌گیری: بیشترین کشش تولید مربوط به عامل تعداد تخت و بعد به ترتیب تعداد پزشک و پرستار می‌باشد. بنابراین مدیران در تصمیمات کوتاه مدت خود مبنی بر پاسخ‌دهی به افزایش تقاضا برای خدمات، کشش عوامل تولید را مد نظر قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: تابع تولید، بیمارستان، داده‌های تابلویی، جانشینی فنی، بازدهی نسبت به مقیاس

۱- مرکز تحقیقات مدیریت ارایه خدمات سلامت،پژوهشکده آینده‌پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۲- کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی،دانشکده اقتصاد و مدیریت،دانشگاه آزاد شیراز، شیراز، ایران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی،دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی،دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۴- استادیار،مرکز تحقیقات مدیریت ارایه خدمات سلامت،پژوهشکده آینده‌پژوهی در سلامت،دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیک: joulahi@sbmu.ac.ir
۵- مربی، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی،دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

مقدمه

با توجه به رشد فزاینده فن‌آوری‌ها، تغییر شیوه‌ی زندگی و متحول شدن انتظارات مردم از نظام سلامت، هزینه‌های نظام سلامت به صورت روزافزون در حال افزایش است و منابع موجود در نظام سلامت پاسخگوی تمام نیازها نمی‌باشد از این رو مدیران و برنامه‌ریزان نظام سلامت در هر کشور باید با تکیه بر روشهای علمی، برای استفاده بهینه از منابع موجود در راستای تامین سلامت مردم جامعه‌ی خود تلاش نمایند.[۱] در بخش بهداشت و درمان، بیمارستان‌ها به عنوان بزرگترین و پرهزینه‌ترین واحد عملیاتی نظام بهداشت و درمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند؛ به طوری که در کشورهای در حال توسعه، بیش از ۷۰ درصد سهم منابع بهداشت و درمان به خدمات بیمارستانی اختصاص دارد.[۲]

این موضوع باعث شده که بعضی از صاحب‌نظران بر این عقیده باشند که می‌توان هزینه‌ای متوسط بیمارستان را با بستن بیمارستان‌های کوچکتر و ادغام خدمات بین بیمارستان‌های باقیمانده کاهش داد،[۳] هم‌چنین بیمارستان‌ها ۵۰ تا ۸۰ درصد منابع بخش بهداشت را به مصرف می‌رسانند و سهم بزرگی از کارکنان تحصیل کرده در اختیار دارند.[۴] در ایران بیش از ۴ درصد تولید ناخالص داخلی به هزینه‌های بخش بهداشت و درمان تعلق دارد و حدود ۴۰ درصد مخارج بهداشتی دولتی مربوط به مراقبت‌های بیمارستانی است.[۵] به همین دلیل استفاده‌ی اقتصادی از منابع تولید در این بخش یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران و مدیران سلامت در تمامی کشورهاست.[۶]

بیمارستان‌ها به طور محض سطح تولید خود را کنترل نمی‌کنند، اما نسبت به تقاضای مراقبت‌های پزشکی در حوزه مربوط به خودشان واکنش نشان می‌دهند، بسیاری از آنها با هدف حداکثر کردن سود به ارائه خدمات نمی‌پردازند، و ارائه خدمات در این بیمارستان‌ها بر اساس تقاضای خدمات پزشکی می‌باشد. اما ممکن است بعضی از آنها با هدف سودآوری فعالیت کنند، لذا هرکدام از بیمارستان‌های فوق الذکر ممکن است با توجه به اهدافی که دارند، سطوح متفاوتی را برای تولید انتخاب کنند.[۷] تعیین مقدار تولید نیازمند آگاهی از رابطه بین عوامل تولید (تخت، پرستار، پزشک، سایر کارکنان و ....) با تولید بیمارستان (تعداد بستری شدگان) است با توجه به موارد مذکور، بیمارستان‌ها باید در جهت استفاده کاراتر و اثربخش‌تر از منابع خود (انسانی و فیزیکی و...)حرکت کنند.[۸]

از طرفی مدیریت ضعیف بیمارستان باعث اتلاف منابعی مانند پول، نیروی انسانی، ساختمان و تجهیزات می‌گردد. چنین اتلافی به این معناست که ایجاد سطح مشخص محصول یا ستانده با منابع کم‌تر قابل وصول می‌باشد. با جلوگیری از اتلاف این منابع می‌توان منابع در دسترس را در جهت ارایه‌ی خدمات بیشتر یا توسعه‌ی دسترسی و بهبود کیفیت خدمات بیمارستان به کار گرفت.[۹]

یکی از راه‌های رسیدن به این اهداف، ارزیابی عملکرد بیمارستان‌ها با استفاده از ابزارهای اقتصادی از جمله تابع تولید است .آنالیز توابع تولید از دهه ۱۳۹۷ برای مطالعه و بررسی کارایی توسط اقتصاددانان استفاده شده است و یکی از مهم‌ترین روشهای استفاده شده بوسیله اقتصاددانان سلامت است. تعیین این سطوح نیازمند این است که مدیران و کارشناسان بیمارستان‌ها از رابطه بین مقدار عوامل تولید و مقدار تولید آگاهی کامل داشته باشند. انگیزه اصلی از بکارگیری شیوه‌های علمی و کاربردی در ارزیابی عملکرد و فعالیت‌های بیمارستان، استفاده بهینه از امکانات فیزیکی، تکنولوژیکی و نیروی انسانی موجود است. یکی از راه‌های عملی در این خصوص استفاده از ابزارها و تحلیل‌های اقتصادی از جمله ابزار تخمین تابع تولید می‌باشد. در واقع تابع تولید بیمارستان، یک رابطه فنی بین ستاده‌ها و نهاده‌ها است، یعنی با تکنولوژی مفروض، از ترکیب نهاده‌های مختلف،حداکثر ستاده به دست می‌آید. [۱۰]

تابع تولید یکی از مهم‌ترین ابزارهای اقتصادی در تعیین نقش عوامل تولید در ارائه خدمات بیمارستانی است. جنسن در مطالعه خود با استفاده از یک مجموعه توابع تولید انعطاف‌پذیر به بررسی اهمیت نقش پزشکان در

تولید خدمات بیمارستانی پرداخت و نشان داد عامل پزشک یکی از اجزای اصلی تابع تولید خدمات بیمارستانی است وحذف اثر آن باعث ایجاد خطای تصریح در مدل تابع تولید خدمات بیمارستانی می‌شود.[۱۱]

می‌یر و همکاران نیز در مطالعه‌ی از تابع تولید بیمارستان‌ها برای بررسی تأثیر فن‌آوری اطلاعات بیمارستان بر برون‌دادهای بیمارستان استفاده نمودند. از نظر آنها تابع تولید بیمارستان «به عنوان یک ابزار کمک به تصمیم‌گیری می‌تواند به منطقی نمودن توزیع تأمین مالی بیمارستان کمک نماید».[۱۲]

مطالعه‌های هادیان و حق‌پرست در تخمین تابع تولید بیمارستان‌های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی ایران و دانشگاه علوم پزشکی ارومیه نیز علاوه بر پزشک، مؤید اهمیت عوامل تولید پرستار، تخت بیمارستانی و سایر کارکنان بود نتایج این مطالعه‌ها نشان داد حذف هریک از عوامل تولید فوق از تابع تولید بیمارستان، می‌تواند به ایجاد خطای تصریح مدل منجر شود.[۱۳]

رضاپور و آصف‌زاده نیز در مطالعه خود بر روی تابع تولید بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی قزوین بیان می‌دارند که تابع تولید به عنوان یک ابزار اقتصادی می‌تواند به درک بهتر روابط بین عوامل تولید با تولید خدمات بیمارستانی کمک کند.[۳]

یافته‌های مطالعه پاکدامن و همکارانش بر روی تابع تولید بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی مشهد نشان از اهمیت بالای پزشکان در افزایش تولید (تعداد پذیرش های بستری) داشت. از آن‌جا که تابع تولید بیمارستان‌های ایران اغلب از بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس برخوردارند با سرمایه‌گذاری در نهاده‌های تولید می‌توان افزایش فزاینده تولید را پیش‌بینی نمود.[۱۱]

کرمی متین و همکاران در مطالعه تخمین تابع تولید بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه به این نکته اشاره کرده‌اند که عامل تولید تخت بیشتر از سایر عوامل تولید در تولید بیمارستان تأثیرگذار است. هم‌چنین تولید نهایی سایر کارکنان در مقایسه با سایر مطالعات کم‌تر بود که ضرورت توجه به سیاست‌های انگیزشی و سالم در راستای افزایش کارایی سایر کارکنان و استفاده موثرتر از منابع بیمارستان را توجیه می‌کند.[۱۴]

با در نظر گرفتن شرایط خاص کشور و معضلات اقتصادی و مشکلات موجود در حوزه‌های مدیریتی انجام چنین پژوهش‌هایی به منظور افزایش یا کاهش حجم تولید خدمات بیمارستانی یا سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی منابع با توجه به آگاهی از تابع تولید و تاثیرات هر یک از عوامل تولید بر سطح ارایه‌ی خدمت ضروری می‌رسد.

لذا هدف از این مطالعه تخمین تابع تولید برای بیمارستان‌های آموزشی – درمانی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد بود، تا اینکه ابزاری را برای اتخاذ تصمیمات اصولی و علمی در خصوص استفاده و ترکیب منابع در بیمارستان‌های مورد پژوهش فراهم آورد.

روش پژوهش

تابع تولید نشان دهنده حداکثر مقدار ستاده به ازای هر سطح از عوامل تولید (در سطح تکنولوژی موجود) می‌باشد. در بحث تولید بیمارستان‌ها، متغیرهای متعددی وجود دارد، عمده‌ترین متغیرهای اصلی که به عنوان معیار سنجش تولید در نظر گرفته می‌شود، تعداد پذیرش‌های بستری بیمارستان و دیگری پذیرش‌های سرپایی بیمارستان می‌باشد. بیمارستان مطابق امکانات تولید خود که شامل کارکنان، تجهیزات و وسایل سرمایه‌ای و سایر منابع آن است، اقدام به پذیرش بیماران می‌کند. با استناد به مطالعات انجام شده در این زمینه توسط پالی و همکاران، برای تابع تولید مفروض در این مطالعه، تعداد بستری شدگان به عنوان متغیر وابسته، یعنی به عنوان محصول تولیدی بیمارستان‌ها در نظر گرفته شد.[۱۵,۱۶,۱۷] هرچند که فرم چند محصولی نیز برای بیمارستان‌ها قابل برآورد است، ولی به لحاظ عدم دسترسی به آمارهای مربوط به پذیرش‌های سرپایی، از فرم تک محصولی استفاده شد. این پژوهش تابع دو طرف لگاریتمی کاب – داگلاس را برای تخمین مورد استفاده قرار داده است، هرچند بهتر بود از تابع

انعطاف‌پذیر ترانسلوگ استفاده می‌شد، ولی به دلیل هم خطی متعدد بین سطوح و مجذورات نهاده‌های مختلف از این تابع استفاده نشد. هم‌چنین سایر مطالعات انجام گرفته در رابطه با تابع تولید نشان داده است که عملکرد تابع کاب – داگلاس اختلاف چندانی با تابع ترانسلوگ ندارد.

نهاده‌ها در این تابع شامل تعداد پزشکان، تعداد پرستاران و تعداد تخت‌های فعال بود. داده‌های پژوهش از طریق فرم‌های طراحی شده جهت جمع‌آوری داده‌های واحدهای بیمارستانی ۱۳ بیمارستان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یزد برای یک دوره ۱۱ ساله از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ جمع‌آوری گردید. با توجه به مزایای روش داده‌های تابلویی نسبت به روش‌های سری زمانی و مطالعات مقطعی، در این تحقیق با ادغام سری‌های زمانی و مقطعی (داده های تابلویی) از تابع تولید کاب – داگلاس که بعد از لگاریتم‌گیری به شکل زیر تبدیل می‌شود، استفاده شد.

$$Lny_{it} = \alpha_{it}^{*} + \beta_1 As_{it} + \beta_2 LnP_{it} + \beta_3 LnN_{it} + \beta_4 LnB_{it} + \beta_5 LnPP_{it} + U_{it}$$

که در آن i نشان‌دهنده مشاهدات مقطعی برای بیمارستان، t نشانگر دوره زمانی ، α یک مقدار اسکالر ، β ها ضرایب متغیرهای مستقل و As نشان دهنده متوسط مدت اقامت، P تعداد پزشکان، N تعداد پرستاران، B تعداد تختها و U جزء اخلال مدل است که دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$U_{it} = \mu_i + V_{it}$$

که در آن μ_i ویژگی خاص واحدهای انفرادی (بیمارستان) است که در طول زمان ثابت است و V_i برای تمامی i ها و t ها مستقل از X_{it} است.

پارامترهای μ ، β ، α در مدل فوق از طریق روش OLS(Ordinary least squares)، LSDV(Least Squares dummy variables)، GLS(Generalized least squares) برآورد می‌شوند. در داده‌های تابلویی می‌توان تاثیر زمان یا داده‌های مقطعی را بر پارامتر ثابت (عرض از مبدا) یا شیب رگرسیون، اندازه‌گیری کرد. بدین خاطر حالات مختلفی برای معادله رگرسیونی به روش داده‌های تابلویی اتفاق می‌افتد که عبارتند از :

۱- حالتی که تمامی ضرایب ثابت هستند و جمله اختلال قادر است، کلیه تفاوت‌های میان واحدهای مقطعی (بیمارستان‌ها) را در طول زمان توضیح دهد. در ادبیات اقتصادسنجی به این روش داده‌های تلفیقی گفته می‌شود، در این حالت مدل زیر تخمین زده می‌شود:

برای تعیین روش تخمین (داده های تابلویی یا تلفیقی) باید ملاحظه کرد که آیا ناهمگنی (تفاوت) بین واحدهای انفرادی وجود دارد یا خیر؟ بدین منظور آزمون معنی‌داری اثرات انفرادی انجام می‌پذیرد، در صورت وجود ناهمگنی بین واحدهای انفرادی از روش داده‌های تابلویی و در غیر اینصورت از روش داده‌های تلفیقی استفاده می‌شود، چرا که در حالت دوم فقط داده‌ها روی هم انباشته شده‌اند و تفاوت میان آنها نادیده انگاشته شده است. به μ_i ها که بیانگر اثرات انفرادی یا ناهمگنی‌ها هستند متغیرهای موهومی گویند. برای آزمون معنی‌داری اثرات انفرادی از آزمون F LEAMER استفاده شده و فرض‌های زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_n = 0$$

H_1 : آماره حداقل یکی از μ_i ها مخالف صفر است

$$LnY_{it} = \alpha^{*} + \sum \beta_k LnX_{kit} + \mu_i + V_{it}$$

این آزمون عبارت است از:

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{\left(R_{ur}^{2} - R_{p}^{2}\right)/(N-1)}{\left(1-R_{ur}^{2}\right)/(NT-N-K)}$$

که در آن K تعداد متغیرهای توضیحی مدل، N تعداد واحدهای انفرادی، T تعداد دوره‌های زمانی و NT تعداد کل مشاهدات، R^2_{ur} ضریب تعیین چندگانه مربوط به رگرسیون غیر مقید، R^2_p ضریب تعیین چندگانه مربوط به رگرسیون مقید (داده‌های تلفیقی) است.

اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $(N-1, NT-N-K)$ در ناحیه بحرانی F بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود و ناهمگنی یا اثرات انفرادی قابل مشاهده است. در نتیجه در این حالت مدل داده‌های تابلویی کاربرد دارد. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجات آزادی یاد شده کمتر باشد، نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد، بنابراین در این حالت ناهمگنی یا اثرات انفرادی وجود ندارد و برای تخمین مدل از روش دادهای تلفیقی استفاده می‌شود.[۱۸]

۲- اگر مشخص شود که روش تخمین باید براساس داده‌های تابلویی باشد در این حالت بسته به اینکه ضرایب غیرتصادفی (ثابت) یا تصادفی باشند مدل‌های اثرات ثابت یا تصادفی شکل می‌گیرد. برای اینکه مدل اثرات ثابت یا تصادفی مورد استفاده قرار گیرد از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. آماره هاسمن دارای توزیع کای دو با درجه آزادی تعداد متغیرهای توضیحی (K) است. فروض این آزمون به صورت زیر مطرح می‌گردند:

$$H_0 : E(u_i, X_{it}) = 0$$
$$H_1 : E(u_i, X_{it}) \neq 0$$

آماره هاسمن عبارت است از:

$$H = \hat{q}'\ V\hat{a}r(\hat{q}')^{-1}\hat{q}$$
$$\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}$$
$$V\hat{a}r(\hat{q}) = Var(\hat{\beta}_{FE}) - V\hat{a}r(\hat{\beta}_{RE})$$

که در آن $\hat{\beta}_{FE}$ معرف تخمین زننده‌های روش اثرات ثابت و $\hat{\beta}_{RE}$ نشان‌دهنده تخمین زننده‌های روش اثرات تصادفی هستند. اگر فرض صفر رد شود در حقیقت برابر بودن برآوردهای دو روش رد شده است بنابراین از مدل اثرات ثابت استفاده می‌شود. و اگر فرض صفر پذیرفته شود، مدل اثرات تصادفی مناسب‌تر است. برای آن که موضوع فوق به شیوه‌ای دیگر مطرح شود، می‌توان گفت که اگر U_i (اثرات انفرادی) و X_{it} همبستگی داشته باشند، از روش اثرات ثابت استفاده می‌شود و در غیر این صورت، روش اثرات تصادفی مناسب‌تر است. برای بررسی امکان ترکیب کردن داده‌های مقطعی و سری‌های زمانی از آزمون F Leamer همان مدل تلفیق شده (Pooled) تحت فرضیه یکسان بودن عرض از مبداهای انفرادی (a_1=a) در طول زمان و برای هر یک از بیمارستان‌ها است. از طرف دیگر مدل غیر مقید این آزمون همان مدل رفتاری است که در آن اجازه داده می‌شود تا عرض از مبداها برای هر یک از بیمارستان‌ها (به عنوان واحدهای انفرادی) مشخص و متمایز باشد.[۱۹]

برای به دست آوردن آماره F Leamer، لازم است که از مقدار R^2 و یا پسماندهای مربوط به مدل محدود شده و مدل نامحدود آگاهی داشته باشیم، لذا ابتدا مدل محدود شده و سپس مدل نامحدود (جدول ۱) برآورد گردید. نتایج این آماره نشان می‌دهد که با احتمال ۹۹ درصد به بالا نمی‌توان فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن اثرات انفرادی را رد کرد. بنابراین اختلاف و ناهمگنی هر یک از واحدها معنی‌دار نمی‌باشد. لذا روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین مورد استفاده قرار می‌گیرد، و تمام واحدهای انفرادی ضریب ثابت برای عرض از مبدا اتخاذ می‌کنند و روش پولینگ به عنوان روش مناسب‌تر و کاراتر انتخاب شد. با توجه به اینکه در این مطالعه از دو نوع بیمارستان (آموزشی و غیر آموزشی) استفاده شد و با فرض اینکه متغیر آموزش تاثیر منفی بر میزان تولید بیمارستان دارد، انتظار می‌رفت بین بیمارستان‌ها (واحدهای انفرادی) اختلاف وجود داشته باشد اما براساس آزمون F Leame اختلاف بین واحدها معنی‌دار نبود، در توجیه این حالت می‌توان گفت که به دلیل اینکه اکثر بیمارستان‌های آموزشی از تجهیزات پیشرفته و نیروهای با تجربه برای ارائه خدمات استفاده می‌کنند، لذا وجود تجهیزات

پیشرفته و نیروهای باتجربه در بیمارستان‌های آموزشی، اثر منفی آموزش بر تولید را جبران می‌کند. با توجه به نتایج حاصل از آزمون F Leame، مدل نهایی برای تابع مورد نظر به صورت زیر تصریح گردید:

$$Lny_{it} = \alpha^{*} + \beta_1 A + \beta_2 LnP + \beta_3 LnN + \beta_4 LnB + \beta_5 LnPP + U_{it}$$

یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش به چند بخش تقسیم می‌شود در این مطالعه کشش محصول نیز محاسبه گردید. از نظر ریاضی کشش محصول y برای عامل تولید X را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$E_1=\frac{\%\Delta y}{\%\Delta x}=\frac{ln\partial y}{ln\partial x}=\frac{\partial y}{\partial x}.\frac{X}{y}=\frac{MP}{AP}$$

لذا کشش عوامل تولید در تابع کاب- داگلاس دوطرف لگاریتمی همان ضرایب تابع هستند، جدول ۱ کشش هر یک از عوامل تولید را نشان می‌دهد.

برای تعیین تولید نهایی هریک از عوامل تولید، با توجه به تعریف کشش، اگر کشش هریک از عوامل تولید را در تولید متوسط آن عامل تولید ضرب کنیم جواب حاصل برابر با تولید نهایی آن عامل تولید است. لذا در مرحله اول، تولید متوسط هر عامل تولید، با تقسیم کردن میانگین تعداد پذیرش‌های بستری (محصول) بر میانگین هر کدام از عوامل تولید به دست آمد، سپس، تولید نهایی هر یک از عوامل تولید محاسبه گردید. تولید نهایی هر یک از عوامل تولید در (جدول ۲) آورده شده است.

بازدهی نسبت به مقیاس: مجموع کشش‌های عوامل تولید (ضریب تابع) نشان‌دهنده بازدهی نسبت به مقیاس می‌باشد. اگر ضریب تابع بزرگتر از یک باشد ، نشان‌دهنده بازدهی نسبت به مقیاس صعودی و اگر برابر یک باشد نشان‌دهنده بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و اگر ضریب تابع کوچکتر از یک باشد نشان دهنده بازدهی نزولی نسبت به مقیاس است .

با جمع زدن کشش‌ها ضریب تابع بزرگتر از یک بدست می‌آید که نشان دهنده بازدهی نسبت به مقیاس نزولی است .

$$\varepsilon=E_{Y,P}+E_{Y,N}+E_{Y,B}=0.18+0.5-0.21=0.47$$

برای آزمون بازدهی نسبت به مقیاس، از آزمون F حداقل مربعات مقید استفاده شد که فرض صفر آن عبارت است از اعمال محدودیتی مبنی بر اینکه مجموع ضرایب برابر با واحد است. یعنی بازدهی نسبت به مقیاس ثابت وجود دارد. فرض مقابل نیز عدم برابری مجموع ضرایب با واحد است. با فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت برای تابع مفروض می‌توان محدودیت زیر را اعمال کرد:

$$\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 = 1$$

آماره F برای آزمون مذکور به صورت زیر محاسبه می شود:

$$F(m, n-k)=\frac{\left(R_{UR}{}^2 - R_R{}^2\right)/M}{\left(1-R^2{}_{UR}\right)/(N-K)}$$

M تعداد محدودیت‌های خطی،K تعداد پارامترها در رگرسیون غیر مقید، N تعداد مشاهدات و علائم URو R به ترتیب نشان دهنده غیرمقید و مقید است.

با توجه به نتایج حاصل از دو رگرسیون مقید و غیر مقید، مقدار آماره F برای این آزمون عبارت است از:

$$F(1,90)=\frac{(.9474-.5840)/1}{(1-.9474)/(96-6)}=621$$

با توجه به اینکه مقدار F بحرانی ۱٪ برای درجه آزادی ۱و ۹۰ برابر با ۶/۹۳ است و مقدار آن کوچکتر از آماره F است، بنابراین دلیلی برای قبول فرضیه برابری مجموع کششها (ضرایب) با واحد را نداریم، و فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت رد می‌شود.

با محاسبات ساده ریاضی می‌توان نشان داد که نرخ نهایی جانشینی فنی بین عوامل تولید برابر است با نسبت تولید نهایی آن عوامل تولید نسبت به یکدیگر. بنابراین برای عوامل تولید مطرح شده در این مطالعه (جدول)۳ به دست می‌آید.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه اخیر نشان می‌دهد که عوامل تولید پزشک و تخت مثبت و برای پرستار منفی می‌باشد. بنابراین تغییرات مقدار تولید و مقدار نهاده‌ها در عوامل پزشک و تخت هم‌جهت هستند. در تفسیر نتایج فوق می‌توان گفت که یک درصد تغییر در تعداد پزشکان موجب تغییر به اندازه ۰/۱۸ درصد در مقدار تولید؛ یک درصد تغییر در تعداد تخت موجب ۰/۵۰ درصد تغییر در مقدار تولید بیمارستان‌ها؛ در حالی که یک درصد تغییر در تعداد پرستاران موجب ۰/۲۱ درصد تغییر در مقدار تولید در خلاف جهت خواهد شد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر تولید نهایی هر یک از عوامل تولید مثبت است. تولید نهایی پزشکان برابر با ۴۴ می‌باشد و نشانگر این مطلب است که آخرین واحد پزشک استخدام شده تولیدی برابر با ۴۴ واحد به تولید کل اضافه می‌کند.

پژوهش وحید شقاقی و صباغ،۱۳۸۳ نشان داد هزینه نسبی بیمارستان‌های منتخب در طی دوره مورد بررسی به قیمت‌های نسبی کار، سرمایه و تولید واکنش مثبت نشان می‌دهد.[۲۰]

در پژوهش مارک پائولی (۱۹۷۵) تولید نهایی یک پزشک اضافی در مراکز درمانی مورد مطالعه سالیانه ۳۵ پذیرش بستری بوده است.[۱۰] نتایج پژوهش حق پرست کشش تولید نسبت به نهاده‌های پزشک، کادر پرستاری، تخت فعال و سایر کارکنان به ترتیب ۰/۵۲ ،۰/۳۳، ۰/۲۲، ۰/۰۷- بود، هم‌چنین عامل تکنولوژی تأثیر چندانی در تولید (تعداد پذیرش های بستری) بیمارستان‌های مورد پژوهش نداشته است.[۳] هم‌چنین در پژوهش موریس و جنسن (۱۹۹۶) تولید نهایی یک پزشک اضافی در مراکز مورد مطالعه سالیانه ۶/۰۵ پذیرش بستری بود.[۱۱] در پژوهش کرمی متین و همکاران بیشترین مقدار تولید متوسط مربوط به پزشک و کمترین مقدار مربوط به سایر کارکنان بوده که به ترتیب برابر ۵۵۵ و ۴۴ بوده است.[۱۴]

تولید نهایی مربوط به پرستاران برابر با ۱۹ واحد است و نشانگر این است که آخرین واحد پرستار استخدام شده تولیدی برابر با ۱۹ واحد به کل تولید اضافه خواهد کرد و تولید نهایی مربوط به تختها برابر با ۲۷ واحد است و نشانگر این است که آخرین واحد تخت اضافه شده تولیدی برابر با ۲۷ واحد به کل تولید اضافه خواهد کرد. هم‌چنین نتایج نشان داد که بازدهی نسبت به مقیاس در بیمارستان‌های مورد مطالعه نزولی است و بنابراین اگر همه عوامل تولید به یک نسبت افزایش یابند تولید بیشتر از نسبت مورد نظر کاهش خواهد یافت. وجود بازدهی نسبت به مقیاس نزولی باعث می‌شود که بنگاه رقابتی نتواند شکل‌گیرد و بازار رقابت انحصاری شود (زیرا هزینه نهایی همیشه کمتر از هزینه متوسط است پس اگر بازار رقابتی کامل باشد، قیمت کمتر از هزینه متوسط است و بنگاه‌ها ضرر می‌کنند) به این وضعیت انحصار طبیعی گفته می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که $MRTS$ بین پزشک و پرستار ۲/۳ است یعنی برای بدست آوردن یک واحد پزشک، حاضر هستیم که ۲/۳ واحد پرستار از دست بدهیم به طوریکه تولید ثابت می‌ماند، به عبارت دیگر اگر یک واحد پزشک را با ۲/۳ واحد پرستار، جایگزین کنیم تولید هیچ تغییری نخواهد کرد. $MRTS$ بین پزشک و تخت برابر با ۱/۶ است، یعنی اگر یک واحد پزشک را با ۱/۶ واحد تخت، جایگزین کنیم تولید ثابت باقی خواهد ماند. $MRTS$ بین پرستار و تخت برابر با ۰/۷ است لذا اگر یک واحد پرستار را با ۰/۷ واحد تخت جایگزین کنیم تولید ثابت خواهد ماند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که حساسیت (کشش) تولیدی برای تخت نسبت به عوامل تولید دیگر بیشترین مقدار است، لذا مدیران و برنامه‌ریزان بیمارستان‌های مذکور در تصمیم‌گیری‌های خود مبنی بر پاسخ گویی به افزایش تقاضا سریع‌ترین راه برای پاسخگویی به تغییرات تقاضا از طریق تغییر در نسبت عوامل تولید موجود، تغییر در درصد تخت، بعد از آن به ترتیب، پرستار و پزشک را مد نظر قرار دهند. هم‌چنین مدیران باید در تصمیم‌گیری مبنی بر تعدیل در عوامل تولید به اثرات این تعدیلات با توجه به کشش هر یک از عوامل تولید توجه داشته باشند.

تعیین تولید نهایی عوامل تولید نقش و اهمیت فوق‌العاده پزشکان را در تولید بیمارستان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه بازدهی نسبت به مقیاس در بیمارستان‌های مورد مطالعه نزولی است، لذا منحنی هزینه متوسط بلند مدت برای بیمارستان‌های مذکور نزولی است. نزولی بودن منحنی هزینه متوسط بلند مدت باعث می‌شود که بازار رقابتی نتواند شکل گیرد، و یک وضعیت انحصاری که به آن انحصار طبیعی گفته می‌شود شکل بگیرد.

با توجه به اینکه در ارائه خدمات در نظام سلامت مقوله عدالت همواره به موازات مقوله کارآیی مطرح می‌شود، لذا حضور و دخالت دولت برای کنترل انحصارگران لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در غیر اینصورت با توجه به اینکه هزینه‌های متوسط بلند مدت نزولی هستند، تولیدکنندگان بزرگتر قیمت شکنی می‌کنند و تولیدکنندگان خرد را از بازار بیرون می‌کنند و این مسئله با توجه به اینکه اکثر تولیدکنندگان (بیمارستان‌های) کوچک در مناطق کم‌درآمد قرار دارند بیشتر اهمیت می‌یابد. نتیجه اینکه مراقبت‌های بیمارستانی اگر تماماً به بخش خصوصی واگذار شود، مسئله عدالت تحقق نخواهد یافت.

در این مطالعه نرخ نهایی جانشینی فنی ($MRTS$) بین عوامل تولید برآورده گردید، مدیران بیمارستان‌های مورد مطالعه با آگاهی از این نرخ‌ها می‌توانند در شرایط کمبود هر یک از عوامل تولید یا در شرایط وجود بحران‌های مالی به لحاظ دسترسی به عوامل تولید، عوامل گوناگون را جایگزین هم کنند بطوریکه مقدار تولید ثابت بماند.

تقدیر وتشکر :

نویسندگان این مقاله از کلیه پرسنل اداری بیمارستان‌های شهید صدوقی یزد که در جمع‌آوری داده‌ها کمک نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌نماید.

جدول۱ - کشش عوامل تولید

پارامتر	$E_{Y,N}$	$E_{Y,B}$	$E_{Y,P}$
کشش	-۰.۲۱	۰.۵۰	۰.۱۸

جدول ۲ - تولید نهایی هر یک از عوامل تولید

پارامتر	MP_B	MP_N	MP_P
تولید نهایی	۲۷	۱۹	۴۴

جدول ۳ - نرخ نهایی جانشینی فنی بین عوامل تولید

پارامتر	$MRTS_{N,B}$	$MRTS_{P,B}$	$MRTS_{P,N}$
نرخ نهایی جانشینی فنی	۰.۷	۱.۶	۲.۳

Reference:

1- Sadaghiani E. Hospital Organization and Management, Tehran: Jahan Rayaneh; 1998. [Persian]

2- Tabibi SJ, Vatankhah S, Nasiri-Pour AA Vahdat S. Factors affecting the human capital development in hospitals of the Iranian Social Security Organization. JQUMS; 2011: 15 (2): 55-62. [Persian]

3- Haghparast H. Estimate the Production Functions in Hospitals of Iran University of Medical Sciences During, 1992-2002 [Thesis in Persian]. Tehran, Iran: Iran University of Medical Sciences, Faculty of Management and Medical Information Sciences; 2003.

4- Rezapoor A, Asefzadeh S. Estimation of production functions in Hospital of Qazvin University of Medical Sciences (1998-2004) JQUMS; 2006: 10 (3): 86-90. [Persian]

5- Shaghaghi Shahri V, Sabagh Kermani M. Estimate the cost of hospital, The Economic Research; 2003: 9(10): 85- 97.

6- Abolhallaj M. Financial bases of health organizations. 1sted. Tehran: Benfam Publication; 2006. 15 [In Persian]

7- Griften D. How Is the Hospital Organization and How It Works? Arab M, Ravangard R, Vali L, Kavosi Z, Ostovar R, Translator. Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR); 2008: [Book in Persian]

8- Hadian M, Gohari MR, Yosefi M. [The estimation of production functions in Orumieh Medical Sciences University Hospitals [Persian] Journal of Health Administration 2007 autumn: 10(29): 7-14.

9- Pauly MW. Medical staff characteristics and hospital costs, Journal of Human Resources; 1978: 13: 77-114.

10- Karimi S, Nejadlabbaf S, Nasiri T, Shams L. Estimate of Production Function in Selected Public Hospitals of Isfahan University of Medical Sciences. Health In Manage; 2013: 10(4): 557.

11- Jensen GA. Medical staff specialty mix and hospital production, Journal of Health Economics; 1986: 5: 250- 70.

12- Meyer R, Degoulet P. Choosing the Right Amount of Healthcare Information Technologies Investments. International Journal of Medical Information; 2010: 79(4): 225-31.

13- Mahboobi Ardakan P, Meskarpour-Amiri M, Pakdaman M. Estimation of production function in hospitals of Mashhad University of Medical Sciences (1996-2008) The Journal of Qazvin University of Medical Sciences; 2013: 17 (3) 17 (3) :34-41

14- Karami Matin B, Soofi M, Falahi S, Kazemi Karyani A, Rezaei S. The estimation of production functions among public hospitals of Kermanshah University of Medical Sciences (2001-11). Journal of Kermanshah University of Medical Sciences, 2013(Issue 5)

15- Pauly M. the Role of physician in the production of hospital, National Bureau of Economic Research INC, USA; 1975: 32.

16- Jensen GA. the role of physician in hospital production, Review of Economics and Statistics, Report; 1996: 68.

17- Somanathan A HK, Dorabawila T, Perera B. Operating efficiency in public sector health facilities in Sri Lanka, measurement and institutional determinants of performance, Small Applied Research Paper 2000; 12: 50-80.

18- Green H. William. Econometric Analysis, third Edition, USA: New York University 1998.

19- Raeisi GH, Kalbasi H, Raeisi M. Country-specific factors determining IIT Iran. Journal of Economic Research 2003; 38: 59-67.

20- Sabbagh Kermani M, shaghaghi Shahri V. Estimate the production function of hospitals in Iran. Economic threads 2003:1(1).