

تخمین تابع تولید بیمارستانهای ایران^۱

دکتر مجید صباغ کرمانی*

وحید شقاقی شهری**

چکیده

بیمارستانها به مثابه بنگاه‌های اقتصادی به ارائه خدمات بهداشتی، درمانی و آموزشی به مردم می‌پردازند و مردم در هر کشور مستقیم به صورت بیمار یا غیرمستقیم مراجعاتی به این‌گونه واحدها دارند. به موازات توسعه شهرنشینی، هرچند استاندارد زندگی افزایش یافته اما منجر به بیماری‌هایی شده که از شهرنشینی ناشی شده است. در این راستا بیمارستانها باید پاسخگوی تقاضای روزافزون مراجعات منظم و نامنظم (تصادفی) بیماران باشند. از این‌رو، این مقوله در سالهای اخیر در کشور مورد توجه قرار گرفته و تحقیق حاضر کوششی در این راستاست. در این مقاله سعی شده است تا در قالب یک الگوی اقتصادسنجی، با استفاده از داده‌های مقطعی ۲۸۷ بیمارستان نمونه کشور در سال ۱۳۸۰ عوامل مؤثر بر تولید خدمات بیمارستانی در سطح کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱ - این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی تخمین توابع هزینه و تولید بیمارستانهای منتخب کشور وزارت بهداشت و درمان می‌باشد.

* دانشیار اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس.

** دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد و پژوهشگر مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی.

نتایج نشان می‌دهد که تعداد پزشکان، پرستاران و تختخواب از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تابع تولید خدمات بیمارستانی است و تولید نهایی پرستاران از سایر عوامل بیشتر است.

واژگان کلیدی: بیمارستان، تابع تولید، پزشک، پرستار و نیروی انسانی.

مقدمه

اقتصاد بهداشت، حوزه مهم و در حال گسترشی در علم اقتصاد است. بخش بهداشت سهم قابل توجهی از اقتصاد ملی کشورها را تشکیل می‌دهد و به‌طور کلی هزینه مراقبت‌های بهداشتی در کشورهای مختلف جهان طی سالهای اخیر به‌خاطر افزایش تقاضا برای خدمات بهداشتی افزایش یافته است. با محاسبه میزان تأثیرگذاری متغیرهای مختلف بر وضع بهداشت، می‌توان نشان داد که چگونه یک فرد می‌تواند سبک زندگی خود را با اصلاح وضعیت بهداشتی بهبود بخشد. ارایه اطلاعات بهداشتی به فرد موجب بهبود وضعیت بهداشتی می‌شود و در نتیجه تقاضا برای خدمات بهداشتی را کاهش خواهد داد. افزایش سطح سلامت و بهداشت به‌طور عمده از طریق بهبود بهره‌وری و نیز با کاستن از هزینه‌های بیمه خدمات درمانی انجام می‌شود.

در این مقاله، ابتدا مبانی نظری مربوط به توابع تولید بیمارستانها با توجه به مباحث اقتصاد خرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. تولید بیمارستانی با تولید در بخشهای دیگر متفاوت است و به‌صورت فیزیکی قابل ارزیابی نیست؛ بلکه برحسب شاخصهایی از جمله تعداد پذیرشها، تعداد عملهای جراحی و مانند آنها سنجیده می‌شود. به هر حال ماهیت نهاده، محصول و هزینه تفاوت چندانی با سایر بخشهای اقتصادی ندارد و از این‌رو، مطالعه مبانی اقتصادی شکل‌گیری این توابع ضروری می‌نماید.

در ادامه، شواهدی از مطالعات انجام شده در زمینه تخمین توابع تولید بیمارستانها ارایه می‌شود. با نگاهی به مطالعات مذکور می‌توان دریافت که در کشور ما نیز چه در سطح خرد و چه در سطح کلان امکان برآورد توابع مشابه و بنابراین تعیین ساختار تولید (و هزینه) بیمارستانها وجود دارد.

۱. مبانی نظری

۱-۱. تابع تولید^۱ کوتاه مدت بیمارستانها

تمام بنگاه‌های پزشکی از جمله بیمارستانها، درمانگاه‌ها، مراکز پرستاری و شرکتهای دارویی از تولید و فروش محصولات مختلف پزشکی کسب درآمد می‌کنند. فعالیتهای تولید و خرده‌فروشی بدون توجه به شکل و نحوه مالکیت (انتفاعی یا غیر انتفاعی) صورت می‌گیرد. از آنجا که این فعالیتهای در چارچوب منابع کمیاب انجام می‌شوند؛ نظریه اقتصاد خرد اطلاعات باارزشی درباره فرآیندهای عملیاتی و برنامه‌ریزی بنگاه‌های پزشکی فراهم می‌آورد. برای ساده کردن تابع تولید کوتاه‌مدت پنج فرض ذیل را در نظر می‌گیریم:

اول: یک بیمارستان، محصول واحد و همگن (q) تولید می‌کند؛ **دوم:** در ابتدا دو نهاد^۲ پزشکی همگن ساعات پرستاری (n) و موجودی سرمایه مرکب (k) وجود دارد. این سرمایه مرکب می‌تواند، ترکیبی از تمام انواع سرمایه‌ها شامل هرگونه تجهیزات پزشکی و فضای فیزیکی بیمارستان باشد؛ **سوم:** با توجه به ثبات دست‌کم یک نهاد تولید در کوتاه‌مدت فرض می‌کنیم که مقدار سرمایه ثابت باشد، این فرض، منطقی به نظر می‌رسد؛ زیرا تغییر سرمایه معمولاً مشکل‌تر از تغییر تعداد ساعات پرستاری است. **چهارم:** بنگاه‌های پزشکی انگیزه تولید کارا را دارند و **پنجم:** بنگاه‌های پزشکی اطلاعات کاملی درباره تقاضای محصولاتشان در اختیار دارند.

یک تابع تولید نشان می‌دهد که برای تولید یک محصول چگونه نهاده‌های مختلف با هم ترکیب شوند. از نظر ریاضی تابع تولید کوتاه‌مدت خدمات بیمارستانی به صورت $q = f(n, k^*)$ نمایش داده می‌شود. این تابع تولید نشان می‌دهد که سطح خدمات بیمارستانی، تابعی از نهاده متغیر ساعات پرستاری و نهاده ثابت سرمایه است فرض می‌شود که هر ترکیبی از نظر فنی کاراست، چون منجر به حداکثر ستاده می‌شود. برای تعیین رابطه دقیق بین بکارگیری نهاده متغیر و سطح تولید کل به کار می‌رود. یکی از این اصول، قانون بهره‌وری نهایی نزولی (قانون بازدهی نهایی نزولی)

است. برای مثال، با افزایش اولیه تعداد ساعات پرستاری، در ابتدا موجودی سرمایه قابل ملاحظه‌ای وجود دارد که خدمات بیمارستانی را تولید می‌نماید. و فور سرمایه باعث می‌شود مقادیر زیاد خدمات بیمارستانی از بکارگیری پرستاران اضافی تولید شود، اما پس از نقطه‌ای مشخص، سرمایه ثابت نسبت به نهاده متغیر محدود می‌شود و در اندازه مشخصی از بیمارستان، پرستاران بیشتری جمع می‌شوند و به خاطر ازدحام، مقدار خدمات بیمارستانی شروع به کاهش می‌کند و منجر به افزایش کاهنده در تولید می‌شود.

به‌طور کلی هرگونه قید فیزیکی در تولید از جمله اندازه ثابت بیمارستان یا میزان محدود تجهیزات پزشکی می‌تواند منجر به بهره‌وری کاهنده در نقطه مشخص شود. از این رو اگر قانون بازدهی نزولی نبود، تقاضا برای خدمات بیمارستانی می‌توانست تماماً توسط یک بیمارستان بزرگ تأمین شود.

۱-۲. تولید متوسط^۱ و تولید نهایی^۲ بیمارستانها

برای بیان ویژگی‌های اساسی فرآیند تولید می‌توان به جای تولید کل، از تولید متوسط و تولید نهایی استفاده کرد. به‌طور کلی، تولید نهایی، تغییر در تولید کل به ازای یک واحد تغییر در نهاده متغیر است. اگر تعداد ساعات پرستاری را مبنای تولید کل در نظر بگیریم. بنابراین تولید نهایی ساعات پرستاری (MP_n) به‌صورت زیر نتیجه

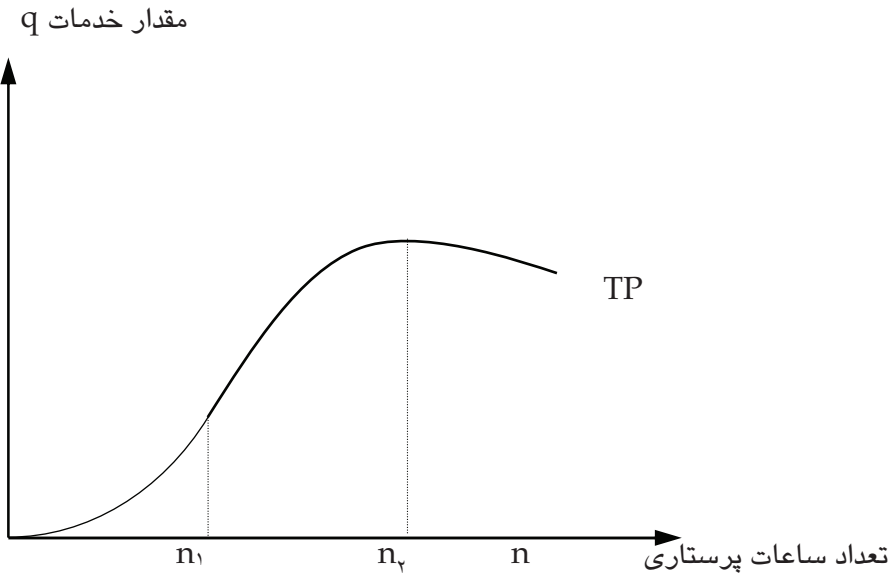
$$MP_n = \frac{\Delta q}{\Delta n} \quad \text{خواهد شد:}$$

تابع تولید کل و نهایی در نمودارهای ذیل نشان داده شده‌اند. از نظر ریاضی وقتی تولید متوسط ماکزیمم است؛ تولید نهایی و متوسط برابرند. و هنگامی که AP_n در حال افزایش است تولید نهایی ساعات پرستاری (MP_n) بالای تولید متوسط ساعات پرستاری AP_n قرار می‌گیرد.

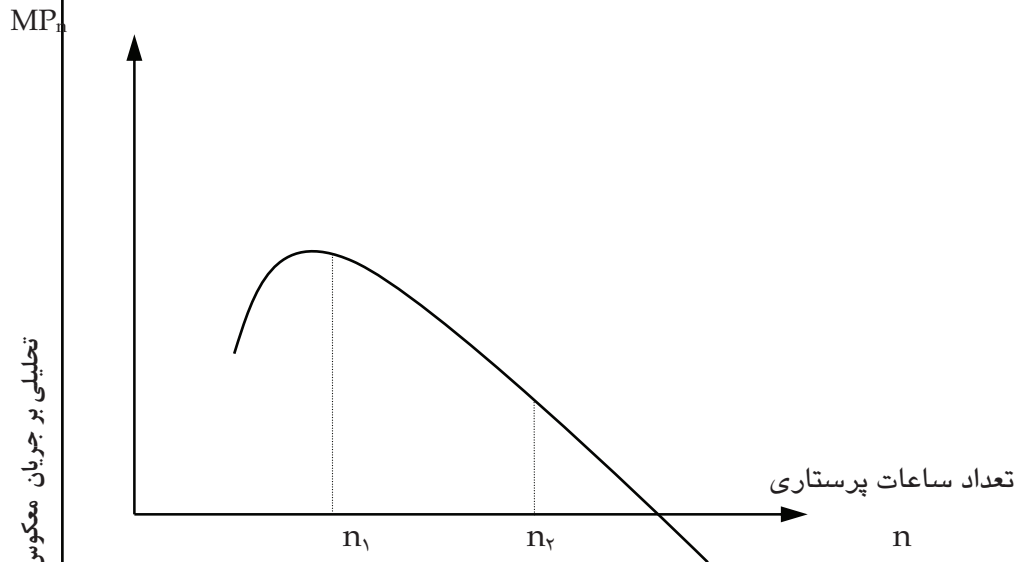
۱ - Average product.

۲ - Marginal product.

نمودار ۱. تابع تولید کل



نمودار ۲. تابع تولید نهایی



تحلیلی بر جریان معکوس ... /

۱-۳. کشش جانشینی^۱ نهاده‌ها

تا به حال فرض این بود که یک نهاده، متغیر است. اما در دنیای واقعی، بنگاه‌های پزشکی در کوتاه‌مدت با بیش از یک نهاده متغیر تولید می‌کنند. بنابراین ممکن است بین دو نهاده متغیر امکان جانشینی باشد. برای مثال، پرستاران دارای پروانه می‌توانند جایگزین پرستاران ثبت شده و دستیاران پزشکی جایگزین پزشکان شوند. درجه جانشینی واقعی بین هر دو نهاده بستگی به ملاحظات فنی و قانونی دارد. مثلاً طبق قانون، دستیاران پزشکی از تجویز دارو به جای پزشک منع شده‌اند. افزون بر این، پرستاران دارای پروانه، نسبت به پرستاران ثبت شده از اطلاعات کافی برخوردار نیستند. به‌طور کلی کشش جانشینی بین دو نهاده، مساوی درصد تغییرات در نسبت نهاده‌ها تقسیم بر درصد تغییرات در نسبت بهره‌وری (تولید نهایی) با فرض ثبات تولید است یعنی:

$$\sigma = \frac{\frac{\Delta(I_1 / I_2)}{I_1 / I_2}}{\frac{\Delta(MP_2 / MP_1)}{MP_2 / MP_1}}$$

که I_1 و I_2 نهاده اول و دوم در تولید و نسبت تولیدات نهایی (MP_2 / MP_1) به نرخ نهایی جانشینی فنی اشاره می‌کنند. این نرخ نشان می‌دهد که دو نهاده چگونه جانشین هم می‌شوند. مقدار σ نشانگر درجه جانشینی نهاده‌هاست که بین صفر و $+\infty$ قرار دارد. اگر σ مساوی صفر باشد دو نهاده مکمل همدیگر تلقی می‌شوند و اگر مساوی $+\infty$ باشد، دو نهاده کاملاً جانشین یکدیگرند. همچنین مقدار σ نشان می‌دهد که درصد تغییر در نسبت داده‌ها تا چه حد از یک درصد تغییر در نرخ نهایی جانشینی فنی ناشی می‌شود.

۱-۴. انواع توابع تولید

در مباحث نظری، توابع تولید به اشکال مختلفی بیان شده‌اند. در این بخش مروری بر انواع توابع تولید می‌شود.

۱ - Substitution elasticity.

۱-۴-۱. تابع تولید خطی

ساده‌ترین شکل توابع تولید است که برحسب n نهاده متغیر به صورت ریاضی زیر

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i \quad \text{نوشته می‌شود:}$$

در این تابع، پیش‌فرض اساسی تحلیل توابع از قبیل منفی بودن مشتق مرتبه دوم تولید نسبت به هر یک از نهاده‌ها و نیز کاهشده بودن بازدهی نسبت به مقیاس نقض شده و به همین دلیل پژوهشگران کمتر از آن استفاده می‌کنند. در تابع اخیر، تولید

$$\text{متوسط و نهایی نهاده } i \text{ ام به ترتیب به صورت } AP_i = \frac{y}{x_i} \text{ و } MP_i = \frac{dy}{dx_i} = a_i$$

تعریف می‌شود.

۱-۴-۲. تابع تولید لئونتیف

این تابع برحسب n نهاده به صورت زیر نوشته می‌شود که α_i ها پارامترهای ثابت هستند. این تابع سطح محصول را با کوچک‌ترین مقدار ممکن $\alpha_i x_i$ برابر می‌سازد.

$$y = \min[\alpha_1 x_1, \dots, \alpha_n x_n]$$

۱-۴-۳. تابع تولید کاب - داگلاس^۱

این تابع برای اولین بار در سال ۱۹۲۸ توسط دو نفر به نامهای Cobb و Douglas برای تخمین بهره‌وری تطبیقی سرمایه و کار در آمریکا معرفی شد. شکل تابع

$$Y = Ax_1^\alpha x_2^{1-\alpha} \quad \text{پیشنهادی به این صورت بود:}$$

که در آن Y میزان تولید، x_1 نهاده نیروی کار و x_2 نهاده سرمایه است. همگنی از درجه یک نسبت به نهاده‌ها (مبین بازدهی ثابت نسبت به مقیاس) و بازدهی نهایی نزولی برای سرمایه و کار از ویژگی‌های این تابع است. پارامتر A بیان‌کننده تکنولوژی بوده و تابع فوق با تبدیل لگاریتمی و با کمک روش حداقل مربعات معمولی^۲ قابل برآورد است. برای غلبه بر فرض بازدهی ثابت، تابع تولیدی از نوع کاب - داگلاس

۱ - Cobb-Douglas.

۲ - OLS.

معرفی شد که به شکل کلی $Y = Ax_1^{\beta_1} x_2^{1-\beta_1}$ بود. که جمع β_1 و β_2 عددی مخالف یک است و ضرایب β_1 و β_2 کششهای جزئی تولید نسبت به نهاده‌ها را نشان می‌دهند. در تابع تولید فوق، منحنیهای تولید نهایی و متوسط همدیگر را قطع نمی‌کنند و برای تولید باید از تمام نهاده‌ها استفاده کرد. درضمن حد مشخصی از نهاده‌ها که تولید را حداکثر کند، وجود ندارد.

هر تابع تولید از نوع کاب - داگلاس دارای کشش جانشینی برابر یک می‌باشد و این بدین معناست که یک درصد تغییر در نسبت نهاده‌ها منجر به یک درصد تغییر در نرخ نهایی جانشینی فنی می‌شود. کشش جانشینی تابع کاب - داگلاس به صورت زیر

$$\sigma = \frac{\% \Delta(x_2 / x_1)}{\% \Delta(f_1 / f_2)} = 1 \quad \text{محاسبه می‌شود:}$$

دوگانگی و تابع کاب - داگلاس: تابع از نوع کاب - داگلاس همگن است و متناظر با آن یک تابع هزینه وجود دارد. اگر تابع بر حسب قیمت نهاده‌ها (r_2, r_1) به صورت $C = r_1 X_1 + r_2 X_2$ نوشته شود، معادله مسیر توسعه بنگاه تولیدی از برابری تولید نهایی با نسبت قیمت‌ها به دست می‌آید که منجر به معادله $\beta_2 r_1 X_1 = \beta_1 r_2 X_2$ می‌شود.

که با حل معادله نسبت به X_1 رابطه $X_1 = \frac{\beta_1 r_2}{\beta_2 r_1} X_2$ حاصل می‌شود. و اگر در

تابع هزینه نهاده‌ها قرار داده شود، منجر به رابطه زیر می‌شود که داریم:

$$C = \left(\left[\frac{\beta_1}{\beta_2} + 1 \right] r_2 \right) X_2 \Rightarrow X_2 = \frac{C \beta_2}{(\beta_1 + \beta_2) r_2}, \quad X_1 = \frac{C \beta_1}{(\beta_1 + \beta_2) r_1}$$

و با جایگزینی دو رابطه اخیر در تابع تولید، نتیجه زیر به دست می‌آید:

$$Y = A \left[\frac{C \beta_1}{(\beta_1 + \beta_2) r_1} \right]^{\beta_1} \left[\frac{C \beta_2}{(\beta_1 + \beta_2) r_2} \right]^{\beta_2} \Rightarrow C = Y^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} \cdot Z$$

که

$$Z = A^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2}} \cdot \beta_1^{-\frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}} \cdot \beta_2^{-\frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2}} (\beta_1 + \beta_2) r_1^{\frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}} \cdot r_2^{\frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2}}$$

مقدار Z ثابت است چون تابع قیمت نهاده‌ها (r_2, r_1) و پارامترها (β_2, β_1, A) ثابت

هستند. در رابطه فوق، $\gamma = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2} = \frac{1}{E} = \frac{MC}{AC}$ است که E پارامتر بازدهی به مقیاس یا ضریب تابع را نشان می‌دهد.

۱-۴-۴. تابع تولید CES^۱

این تابع دارای دو ویژگی بارز می‌باشد: نخست: کشش جانشینی دو نهاد عددی بین صفر و بی‌نهایت است؛ دوم: برای هر گروه از پارامترها، کشش جانشینی در هر نقطه روی منحنی تولید همسان‌علی‌رغم نسبت استفاده نهاد در آن نقطه یکسان است. این

$$Y = A[\lambda X_1^{-\rho} + (1-\lambda)X_2^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \quad \text{تابع به این صورت می‌باشد:}$$

در این تابع، A پارامتر کارایی و λ پارامتر توزیعی است که سهم‌های نسبی نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد و ρ پارامتر جانشینی نهاده‌ها است. براساس تابع

$$\text{فوق، ضریب کشش جانشینی به صورت } \delta = \frac{1}{1+\rho} \text{ استخراج می‌شود.}$$

در تابع فوق بسته به مقادیر δ می‌توان در مورد درجه جانشینی نهاده‌ها بحث کرد. برای مثال در صورتی که $\delta = 1$ ، تابع CES به تابع کاب - داگلاس تبدیل می‌شود.

۱-۴-۵. تابع تولید ترانسلوگ^۲

اغلب توابع تولید برخلاف توابع کاب - داگلاس و CES کشش‌های جانشینی ثابت ندارند. درصد تغییر در نسبت نهاده‌ها تقسیم بر درصد تغییر در نرخ نهایی جانشینی عوامل تولید بر روی منحنی تولید همسان ثابت نبوده و از نقطه‌ای به نقطه دیگر در حال تغییر است.

اگر یک تابع تولید بیش از دو نهاد داشته باشد، کشش‌های جزیی جانشینی برای هر دو نهاد را می‌توان محاسبه نمود. در وضعیت دو نهاده‌ای، کشش جانشینی همیشه بزرگ‌تر از صفر خواهد بود، اما در مورد یک تابع تولید با چند نهاد احتمال

۱ - Constant Elasticity Substitution (CES).

۲ - Translog.

دارد که برخی از جفت نهاده‌ها جانشین و برخی دیگر مکمل باشند. برای جفتهای مکمل، کشش جانشینی منفی خواهد بود. تابع ترانسلاگ از جمله توابعی است که روابط متقاطع را ارزیابی می‌کند. این تابع برای دو نهاده به صورت زیر است:

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \frac{1}{2} \beta_3 \ln X_1 \ln X_2 + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln X_1)^2 + \frac{1}{2} \beta_5 (\ln X_2)^2$$

تابع فوق به راحتی قابل تعمیم به حالت‌های بیش از دو نهاده است و در آن هر جفت نهاده ممکن است کشش جانشینی متفاوتی داشته باشد. شکل منحنی تولید همسان آن نیز بستگی به پارامتر β_3 دارد، اگر β_3 صفر باشد، تابع فوق منحنی همسانی شبیه کاب - داگلاس خواهد داشت. در ادبیات نظری، اشکال دیگری از توابع تولید مانند تابع تولید متعالی، اسپیلمن، چندجمله‌ای و... وجود دارند که به دلیل گستردگی مطلب در مقاله ذکر نشده است.

۲. مطالعات تجربی توابع تولید بیمارستانی

در سال ۱۹۸۶، موريسن و جنسن^۱ یکی از جالب‌ترین مطالعات مربوط به ویژگی‌های تولید خدمات بیمارستانی را ارائه کردند. آنها تابع تولید پذیرش را در ۳۵۴۰ بیمارستان غیرآموزشی در سال ۱۹۸۳ به شکل زیر برآورد کردند:

(X، تخت بیمارستانی، سایر خدمه غیر پزشکی، پرستار، پزشک) = f تعداد پذیرش بیمارستانی تعدیل

شده با موارد بیماری^۲

معیار تولید در مطالعه آنها پذیرش بیمارستانی است. با فرض ماهیت ناهمگن خدمات بیمارستانی، این معیار تولید به خاطر اختلاف در موارد بیماری در بین بیمارستانها با ضربدر شاخص مراقبت پزشکی تعدیل شده بود. شاخص فوق میانگین وزنی نسبت‌های مراقبت پزشکی در گروه‌های مختلف تشخیص است و زنها، هزینه‌های متوسط به ازای هر مورد بیماری را در هر گروه تشخیص منعکس می‌کنند. تعداد

۱ - Morrison & Jensen (۱۹۸۶).

۲ - Case-Mix.

پزشکان، پرستاران و دیگر خدمه غیرپزشکی به عنوان نهاده کار و تعداد تختها، نهاده سرمایه و X به معنی سایر عوامل تولید است.

برای تخمین معادله فوق با شیوه رگرسیونی، محققان یک تابع تولید ترنسلاگ تصریح کردند. این تابع به خاطر انعطاف‌پذیری و تحمیل محدودیتهای بسیار کم روی تخمین پارامترها نسبت به توابع دیگر تولید برتری دارد. با تخمین تجربی محققان توانستند برآوردهایی از محصول نهایی هر نهاده به دست آورند. جدول ۱، تولید نهایی برآورد شده چهار نهاده پزشکی را نشان می‌دهد. طبق انتظار، محصولات نهایی همگی مثبت بودند. آنها به این واقعیت توجه داشتند که محصول نهایی هر نهاده با استعمال بیشتر به خاطر قانون بازدهی نزولی کاهش می‌یابد. محصول نهایی برآورد شده برای یک پزشک به این معناست که یک پزشک اضافی می‌تواند ۶/۰۵ پذیرش سالانه اضافی بر حسب موارد بیماری ایجاد کند. پرستاران بیشترین بازدهی را داشتند به طوری که هر پرستار اضافی می‌توانست ۲۰/۳ پذیرش اضافی را سرویس دهد. محصول نهایی سایر خدمه پزشکی و تختهای بیمارستانی ۶/۹۷ و ۳/۰۴ پذیرش بوده است.

جدول ۱. محصول نهایی سالانه پذیرش

MP	نهاده
۶/۰۵	پزشک
۲۰/۳	پرستار
۶/۹۷	سایر خدمه پزشکی
۳/۰۴	تخت

Source: Jensen, G.A. & M.A.Morrison (۱۹۸۶)

همچنین محققان امکان جایگزینی نهاده‌ها را هم مطالعه کردند. جدول شماره ۲ کشش جانشینی محاسبه شده را نشان می‌دهد. کشش جانشینی مثبت به این معناست

که نهاده‌ها نسبت به هم جانشین هستند. کشش نسبتاً زیاد ۰/۵۴۷ بین پزشکان و پرستاران نشان می‌دهد که یک بیمارستان متوسط می‌تواند بین دو نهاده جایگزینی انجام دهد. به عبارت دیگر ۱۰ درصد افزایش در بهره‌وری نهایی یک پزشک با ثبات سایر شرایط ۵/۴۷ درصد افزایش در نسبت پرستار به پزشک را در بردارد. کششهای جانشینی در واقع نشان می‌دهند که مدیران بیمارستانها می‌توانند از افزایش قیمت یک نهاده با جایگزینی نهاده دیگر جلوگیری کنند.

جدول ۲. کششهای جانشینی بین نهاده‌ها (σ)

σ	جفت نهاده	σ	جفت نهاده	σ	جفت نهاده
۰/۱۲۴	پرستار و تخت	۰/۱۷۵	پزشک و تخت	۵۴۷	پزشک و پرستار
				۰/	

در مطالعه‌ای دیگر، ویتالیانو^۱ (۱۹۸۷) برای تخمین توابع هزینه و تولید بیمارستانی به موضوع دوگانگی توابع هزینه و تولید اشاره می‌کند. وی بیان می‌کند که نظریه دوگانگی مستلزم این نکته است که شرایط معینی از منظم بودن در تابع هزینه وجود داشته باشد (مانند غیرمنفی بودن هزینه، غیرنزولی بودن نسبت به قیمت‌ها و تولیدات، مقعر و پیوسته بودن نسبت به قیمت، و...) که براساس این ویژگی‌ها، دوگان تابع تولید وجود دارد.

ساختار تکنولوژی تولید با استفاده از تابع تولید یا تابع هزینه می‌تواند مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، ولی انتخاب هرکدام بستگی به کفایت داده‌های آماری خواهد داشت. تخمین تابع تولید، تحت فرض حداکثر کردن سود و سطوح تولید درون‌زا مناسب است؛ درحالی که تخمین تابع هزینه، با فروض تولید برون‌زا و قیمت نهاده‌ها ترجیح داده می‌شود.

همچنین اگر بیمارستان را به عنوان یک بنگاه تولیدی رقابتی فرض نماییم که سعی در حداکثر نمودن سود خود دارد؛ بنابراین هم تولید و هم قیمت نهاده‌ها برای آن بیمارستان برون‌زاست و بهتر است که تابع هزینه برای این واحدها برآورد شود. وی به منظور تخمین تابع تولید با ملاحظات آماری، تخمین مستقیم تابع هزینه را ارجح دانسته و ابتدا تابع هزینه بیمارستانی را به شکل تابع هزینه ترانسلاگ و برحسب قیمت نهاده‌ها و تولید برآورد کرده و سپس تابع تولید بیمارستان را با توجه به نظریه دوگانگی و به صورت غیرمستقیم برآورد می‌کند. تابع هزینه پیشنهادی وی به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \sum_j \alpha_j \ln P_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_i \gamma_{ji} \ln P_j \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_k \sum_l \delta_{kl} \ln Y_k \ln Y_l + \\ & \sum_j \sum_k \rho_{jk} \ln P_j \ln P_k + \varepsilon \end{aligned}$$

که P قیمت نهاده‌ها، Y محصول، C هزینه‌های کلی و ضرایب $\alpha, \gamma, \delta, \rho$ پارامترهای قابل برآورد می‌باشند. او با برآورد تابع هزینه ترانسلاگ هموتتیک و با توجه به قضیه دوگانگی توابع هزینه و تولید، تابع تولید هموتتیک متناظر با آن را که تابعی از تعداد نیروی انسانی (تعداد پزشک، پرستار، و سایر کارکنان) و تعداد تخت‌های بیمارستانی می‌باشد، تصریح نموده و تخمین می‌زند. نتایج تخمین ضریب مثبت کشش برای متغیر نیروی کار و تعداد تخت‌های بیمارستانی را نشان داد.

اکثر مطالعات تجربی، تخمین تابع هزینه بیمارستانی را بر تابع تولید ارجح دانسته و با استفاده از روش غیرمستقیم تابع تولید را برآورد نموده‌اند. به عنوان مثال، هفلر^۱ (۱۹۹۵) در مقاله خود به این مطلب می‌پردازد که برای انتخاب تابع مفروض در بحث اقتصادی بیمارستانها، تابع تولید را باید تخمین زد یا تابع هزینه را؟ وی عنوان می‌کند که یک بیمارستان ممکن است کارا نباشد، زیرا ممکن است نتواند از مجموعه‌ای از نهاده‌ها حداکثر محصول را به دست آورد (ناکارایی فنی) یا شاید نتواند نهاده‌ها را به‌طور کارا براساس قیمت مشخص آنها ترکیب کند (ناکارایی تخصیص)، بنابراین یک

تابع تولید تنها می‌تواند برای سنجش ناکارایی فنی بکار برده شود؛ زیرا شامل مقادیر محصول و نهاده‌هاست. اما تابع هزینه براساس محاسبات دوگانگی می‌تواند برای بخش ناکارایی فنی و تخصصی بکار رود.

هفلر با اشاره به مطالعات ویتالیانو (۱۹۸۷) معتقد است که تخمین تابع هزینه به‌جای تابع هزینه متوسط در ادبیات اقتصادی ارجحیت دارد. با این‌حال، به‌دست آوردن تابع هزینه و محاسبه کارایی فنی و تخصیصی مستلزم دوگانگی است و پیدا کردن دوگان تابع هزینه ترانسلاگ پیچیده است. از این‌رو وی تابع تولید چند محصولی هموتتیک را که دوگان تابع هزینه چند محصولی هموتتیک است پیشنهاد می‌کند. این توابع همگن بوده و دارای کشش محصول ثابت نسبت به مقیاس می‌باشند، همچنین توابع هزینه نهایی و متوسط این‌گونه توابع مستقل از سطح تولید هستند. بنابراین، در شکل هموتتیک، ویژگی‌های محدودکننده برطرف شده و بازدهی به مقیاس، هزینه متوسط و نهایی متناسب با سطح محصول تغییر می‌کنند. این توابع در حالت تعمیم یافته به‌صورت زیر می‌باشند:

$$\prod_{j=1}^m y_j e^{\theta_j y_j \lambda_j} = a \left(\prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i} \right)^s e^{v,u}$$

که y_j تولید j ام، X_i نهاده i ام و u, v جملات خطا می‌باشند. از تابع فوق تنها ناکارایی فنی قابل سنجش بوده و هزینه‌ها از دوگان تابع فوق قابل بررسی است. با قراردادن نسبت تولیدات نهایی مساوی نسبت قیمت نهاده‌ها، می‌توان تابع هزینه دوگان را استخراج نمود. سپس، از روش غیرمستقیم، تابع تولید محاسبه می‌شود.

۳. معرفی الگو و داده‌های آماری

با توجه به اینکه تخمین تابع تولید از نظر اقتصادسنجی نیازمند داشتن تعداد مشاهدات قابل قبول می‌باشد، بنابراین فرم اطلاعات مورد نیاز تهیه و به کلیه دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور ارسال شد تا اطلاعات به‌دست آمده تابع تولید تخمین زده شود. بدین‌منظور پس از تعیین اطلاعات مورد نیاز، از دو طریق اقدام به

گردآوری اطلاعات شد:

الف. مکاتبه با معاونت‌های درمان دانشگاه‌های علوم پزشکی سراسر کشور: در این مکاتبات فرم مورد نظر طراحی و ارسال شد و معاونت‌های درمان دانشگاه‌های علوم پزشکی در مدت مورد نظر فرم‌های اطلاعاتی را تکمیل نمودند. اطلاعاتی همچون تعداد تخت فعال و ثابت بیمارستانها، تعداد بیماران پذیرش شده و ترخیص شده و تعداد اعمال جراحی سرپایی از این طریق برای سالهای ۷۹ و ۸۰ جمع‌آوری شد.

ب. بانک اطلاعاتی معاونت پژوهشی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی و جزوات آماری وزارتخانه: در این ارتباط اطلاعاتی همچون تعداد پرسنل بیمارستانها به تفکیک پزشکان، پرستاران و سایر کارکنان، و نیز نوع مالکیت بیمارستانها از این طریق برای سال ۸۰ استخراج شد.

بانک اطلاعاتی مورد استفاده در تخمین تابع تولید شامل اطلاعات مربوط به ۲۸۷ بیمارستان برای ۲۰ استان کشور در سال ۱۳۸۰ می‌باشد. با توجه به اینکه سیاست‌گذاری و شناخت واقعی از وضعیت فعلی بیمارستانهای مورد مطالعه، مستلزم تجزیه و تحلیل آمارهای توصیفی به‌دست آمده از متغیرهای مورد بررسی در نمونه لازم می‌باشد، از این‌رو ابتدا آمارهای توصیفی کل نمونه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته، و سپس به تخمین تابع تولید و ارایه نتایج مربوط به آن پرداخته می‌شود.

۳-۱. تحلیل توصیفی اطلاعات آماری

الف. تخت ثابت:

کل بیمارستانهای مورد بررسی دارای ۴۴۱۰۶ تخت ثابت می‌باشند. هر بیمارستان به‌طور متوسط دارای ۱۵۷ تخت ثابت بوده که حداقل آن ۲۰ تخت مربوط به بیمارستان حضرت زینب بابل‌سر و حداکثر آن ۱۱۱۶ تخت مربوط به بیمارستان ابن‌سینا و شفای مشهد می‌باشد. انحراف معیار تخت ثابت نشان می‌دهد که پراکندگی این متغیر نسبت به میانگین برابر ۱۴۸ تخت می‌باشد.

ب. تخت فعال

کل بیمارستانهای مورد بررسی دارای ۳۴۲۹۴ تخت فعال می‌باشند. هر بیمارستان به‌طور متوسط دارای ۱۲۲ تخت فعال بوده که حداقل آن، ۷ تخت مربوط به بیمارستان فاطمه الزهرا (س) بابل و حداکثر آن ۹۰۸ تخت مربوط به بیمارستان ابن سینا وشفای مشهد می‌باشد. انحراف معیار تخت فعال نشان می‌دهد که پراکندگی این متغیر نسبت به میانگین برابر ۱۱۶ تخت می‌باشد. همچنین، نسبت تخت فعال به ثابت در بیمارستانهای مورد مطالعه ۷۷ درصد می‌باشد. با توجه به اینکه برای بهره‌وری بیشتر از سرمایه‌های موجود، این نسبت نباید کمتر از ۹۵ درصد باشد می‌توان نتیجه گرفت که اولاً میزان بهره‌وری از تخت به‌عنوان یکی از منابع سرمایه‌ای در حد مطلوب نمی‌باشد. ثانیاً، تعداد بیمار پذیرش شده به ازای یک تخت فعال در بیمارستانهای مورد مطالعه در سال ۱۳۸۰، ۶۲ بیمار بوده است، یعنی به‌طور متوسط در هر روز ۰/۲ بیمار به ازای یک تخت بستری شده است که این تعداد نشانگر عدم استفاده بهینه از تختهای فعال بیمارستانهاست.

ج. بستری شدگان

در مجموع ۲۱۲۵۸۷۲ بیمار در بیمارستانهای مورد مطالعه در سال ۱۳۸۰ بستری شده‌اند. به‌طور متوسط ۷۵۶۵ بیمار در هر بیمارستان بستری شده‌اند که بیمارستان ایثار اردبیل حداقل تعداد بستری شدگان ۱۹ و بیمارستان امام رضا (ع) مشهد حداکثر آن ۴۸۵۲۱ را به خود اختصاص داده‌اند. پراکندگی تعداد بیماران بستری شده نسبت به میانگین ۶۵۴۱ بیمار بوده و به‌طور متوسط روزانه ۵۸۲۴ بیمار در بیمارستانهای مورد مطالعه بستری شده‌اند.

د. مرخص شدگان

در سال ۱۳۸۰ تعداد ۲۰۲۰۶۲۸ بیمار از بیمارستانهای مورد مطالعه مرخص شده‌اند. میانگین مرخص شدگان در بیمارستانها، ۷۱۹۱ بیمار است که بیشترین آن در بیمارستان امام رضا (ع) مشهد با ۴۶۵۶۵ بیمار و کمترین آن مربوط به بیمارستان ایثار اردبیل با ۲۷ می‌باشد. انحراف معیار تعداد مرخص شدگان بیانگر آن است که

پراکندگی این متغیر نسبت به میانگین ۶۱۵۰ بیمار است. به طور متوسط روزانه ۵۵۳۴ بیمار از بیمارستانهای مورد مطالعه مرخص شده‌اند.

هـ. تعداد عملهای جراحی سرپایی

تعداد ۱۵۹۲۸۵ عمل جراحی سرپایی در بیمارستانهای نمونه در سال ۱۳۸۰ انجام شده است. به طور متوسط ۵۶۷ عمل جراحی سرپایی در هر بیمارستان انجام شده، که کمترین آن صفر و مربوط به بیمارستانهای تخصصی داخلی و اطفال در کلیه استانها و بیشترین آن ۶۶۹۹ جراحی مربوط به بیمارستان شهید مدنی کرج می‌باشد. پراکندگی این متغیر نسبت به میانگین ۱۰۱۹ عمل جراحی بوده و به طور متوسط روزانه ۴۳۶ عمل جراحی سرپایی در بیمارستانهای مورد مطالعه انجام می‌شود.

و. تعداد پزشکان

در سال ۱۳۸۰، مجموعاً ۱۱۲۸۴ پزشک (عمومی، متخصص، دندانپزشک و داروساز) در بیمارستانهای مورد مطالعه مشغول ارائه خدمت بوده‌اند. میانگین پزشکان شاغل در بیمارستانهای مذکور ۴۰ پزشک بوده که بیشترین آن در بیمارستان قائم مشهد ۵۱۸ پزشک و کمترین آن در بیمارستان کودکان تبریز ۱ پزشک اشتغال داشته‌اند. پراکندگی تعداد پزشکان از میانگین ۶۵ پزشک می‌باشد.

ز. تعداد پرستاران (پرستاران و ماماها)

در سال ۱۳۸۰ تعداد ۳۱۲۵۵ پرستار و ماما در بیمارستانهای نمونه اشتغال داشته‌اند. میانگین این گروه در بیمارستانها، ۱۱۱ نفر بوده که بیشترین آن در بیمارستان امام رضا (ع) مشهد با ۷۲۳ نفر و کمترین آن مربوط به بیمارستان فاطمه‌زهرا (س) مینودشت با ۷ نفر می‌باشد.

ح. سایر پرسنل (پیراپزشکان، پرسنل پشتیبانی و خدماتی)

مجموع پرسنل این رده که در بیمارستانهای مورد مطالعه مشغول بکار بوده‌اند، ۳۱۰۲۴ نفر با حداقل ۳ نفر در بیمارستان فاطمه‌زهرا (س) مینودشت و حداکثر ۷۸۸ نفر در بیمارستان حضرت رسول تهران با میانگین ۱۱۰ نفر می‌باشد. پراکندگی متغیر مذکور از میانگین ۹۵ نفر است.

۲-۳. تخمین تابع تولید بیمارستانهای کشور

الف. تخمین تابع تولید در کل بیمارستانهای نمونه

همانطور که در ادبیات تجربی بیان شد، تابع تولید اغلب به صورت ترانسلاگ یا تابع چند محصولی هموتتیک است؛ ولی با توجه به اینکه داده‌های آماری مربوط به تولید فقط برای سال ۱۳۸۰ برای بیمارستانهای منتخب کشور یعنی ۲۸۷ بیمارستان در دسترس بوده و مجموعه آماری تنها داده‌های مقطعی را در برداشت؛ بنابراین استفاده از روشهای تخمین پانل دیتا به دلیل نبود داده‌های سری زمانی که مناسب تابع ترانسلاگ است، میسر نشد. از این رو جهت رفع این معضل، به تابع تولید خطی و کاب - داگلاس بسنده شد و فرم زیر برای برآورد تابع تولید مطرح شد:

$$\text{تعداد مرخص‌شدگان} = \alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$$

(α_1 تعداد تختهای فعال؛ α_2 تعداد پزشکان؛ α_3 تعداد پرستاران؛ α_4 تعداد سایر کارکنان؛ می‌باشد) و یا اگر تعداد مرخص‌شدگان، تعداد تختهای فعال، تعداد پزشکان و تعداد پرستاران و تعداد سایر کارکنان را به ترتیب با Y ، X_1 ، X_2 ، X_3 ، X_4 نشان دهیم، توابع تولید خطی و کاب - داگلاس به صورت زیر خواهد بود:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4$$

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4$$

جهت تخمین این توابع نیز از روش حداقل مربعات معمولی استفاده شد. لازم به ذکر است که علائم مورد استفاده در تخمین توابع تولید عبارتند از: NUR پرستار، BED تخت، OTH سایر پرسنل، DOC پزشکان، PAT بستری‌شدگان، REL تعداد ترخیص‌شدگان، DU_1 متغیر مجازی (موهومی) برای مالکیت، DU_2 متغیر موهومی برای نوع بیمارستان، DU_3 متغیر موهومی برای رشته فعالیت، R^2 ضریب تعیین و N تعداد مشاهدات. نتایج برآوردهای تابع تولید با لحاظ متغیرهای موهومی (مانند اثر مالکیت، رشته فعالیت و نوع بیمارستان (درمانی یا آموزشی بودن) به صورت زیر گزارش می‌شود:

مدل اول:

$$PAT = \frac{PAT}{BED} = 32.41 + 44.68 \frac{NUR}{BED} - 14.09 \frac{DOC}{BED} - 12.05 \frac{OTH}{BED} - 2.96 DU_1 + 4.99 DU_2 + 5.36 DU_3$$

$(4.2) \quad (6.99) \quad (-2.28) \quad (-2.54)$
 $(-1.08) \quad (1.17) \quad (1.07)$

$$R^2 = 0.17, \quad D.W. = 1.48, \quad F = 9.38, \quad N = 287$$

مطابق ضرایب به دست آمده، شدت بکارگیری پرستار و پزشک اثرات مختلفی بر شدت مراجعه بیماران دارد، به طوری که با افزایش شدت بکارگیری پرستار (نسبت پرستار به تخت)، میزان مراجعه بیماران به ازای تختهای بیمارستانی افزایش یافته و با ازدیاد شدت استخدام پزشکان (نسبت پزشکان به تختهای بیمارستانی)، میزان بیماران رجوع شده به بیمارستان کاهش می یابد، یعنی هر قدر تعداد پزشکان نسبت به تعداد تختها بیشتر شود، تعداد بیماران بستری شده کمتر می شود. این واقعیت را می توان به این صورت توجیه کرد که در صورت افزایش تعداد پزشکان، سرویس دهی به بیماران سریع تر و کارآمدتر شده و تعداد بیماران بستری شده را کاهش می دهد. این پدیده ممکن است به خاطر ارجاع بیماران به واحدهای درمانی دیگر نیز باشد. از طرف دیگر رابطه مستقیمی بین تعداد پرستاران و تعداد بیماران بستری شده وجود دارد. همچنین با افزایش تعداد سایر کارکنان بیمارستانی (پرسنل اداری و خدماتی و پشتیبانی)، تعداد بیماران بستری شده کاهش یافته است، تسهیل در روند مراجعات و سرویس دهی از سوی این کارکنان ممکن است منجر به کاهش تعداد بیماران بستری شده باشد. اگر هرکدام از متغیرهای مجازی را یک بگیریم، داریم:

$$\frac{PAT}{BED} = 19.1 + 44.68 \frac{NUR}{BED} - 14.09 \frac{DOC}{BED} - 12.05 \frac{OTH}{BED} \quad (1)$$

و اگر ارزش هرکدام را مطابق صفر بگیریم آنگاه:

$$\frac{PAT}{BED} = 32.41 + 44.68 \frac{NUR}{BED} - 14.09 \frac{DOC}{BED} - 12.05 \frac{OTH}{BED} \quad (2)$$

مقایسه روابط ۱ و ۲ نشان می دهد که مالکیت، رشته فعالیت و نوع بیمارستان بر تولید بیمارستانها (برحسب تعداد بیماران مرخص شده) مؤثر است.

مدل دوم:

در مدل دوم، از متغیر وابسته تعداد بیماران مرخص شده به جای بیماران بستری شده استفاده شد. نتایج برآورد این تابع به صورت زیر می باشد:

$$REL = \frac{REL}{BED} = 33.14 + 47.32 \frac{NUR}{BED} - 15.07 \frac{DOC}{BED} - 13.61 \frac{OTH}{BED} - 2.95 DU_1 + 5.36 DU_2 + 6.99 DU_3$$

(4.34) (7.34) (-2.42) (-2.85) (-1.07) (1.25) (1.38)

$$R^2 = 0.46, \quad DW. = 1.78, \quad F = 46.92, \quad N = 287$$

در این مدل هم با افزایش نسبت پزشکان به تعداد تختها و نسبت سایر کارکنان به تعداد تختها، نسبت ترخیص شدگان به تعداد تختها هم افزایش می یابد، به عبارت دیگر اگر تعداد تختها را ثابت بگیریم، با افزایش تعداد پزشکان و تعداد سایر کارکنان، از تعداد ترخیص شدگان کاسته می شود. ممکن است این امر به دلیل ازدحام یا تراکم نیروی انسانی به صورت پزشکان و پرسنل خدماتی باشد. در اینجا هم اگر $DU_1 = 1$ و $DU_2 = 1$ و $DU_3 = 1$ باشد آنگاه:

$$\frac{REL}{BED} = 42.54 + 47.32 \frac{NUR}{BED} - 15.07 \frac{DOC}{BED} - 13.61 \frac{OTH}{BED}$$

همچنین اگر $DU_1 = 0$ و $DU_2 = 0$ و $DU_3 = 0$ باشد آنگاه:

$$\frac{REL}{BED} = 33.14 + 47.32 \frac{NUR}{BED} - 15.07 \frac{DOC}{BED} - 13.61 \frac{OTH}{BED}$$

در اینجا اثر مالکیت، رشته فعالیت بیمارستانها و نوع فعالیت آنها (آموزشی و درمانی بودن آنها) روی تعداد ترخیصها مؤثر است؛ با ثبات سایر شرایط در وضعیتی که بیمارستانها دولتی، درمانی و عمومی باشند تعداد ترخیص شدگان بیشتر است و این امر طبیعی به نظر می رسد زیرا در بیمارستانهای عمومی، تعداد مراجعات (ورودیها) بیشتر و بنابراین تعداد ترخیصها (خروجیها) نیز بیشتر است همچنین اگر بیمارستان خدمات درمانی باشد؛ نسبت به وضعیتی که درمانی آموزشی باشد خدمات بیشتری ارائه می نماید و تعداد ترخیصهای آن نیز بیشتر است. از سوی دیگر در حالت عادی

تعداد مراجعات به بیمارستانهای دولتی به خاطر پرداخت یارانه به این بیمارستانها در مقایسه با بیمارستانهای خصوصی بیشتر و تعداد ترخیصها هم بیشتر است.

مدل سوم:

$$\begin{aligned} \ln PAT = & 1.48 \ln NUR + 0.21 \ln BED + 0.15 \ln OTH - \\ & 0.17 \ln DOC + 0.15 DU_1 + 0.68 DU_3 \end{aligned}$$

(9.36) (1.58) (1.14) (-2.21) (2.32) (5.56)

$$R^2 = 0.48, \quad D.W. = 1.78, \quad F = 46.92, \quad N = 287$$

مزیت این مدل نسبت به مدل‌های قبلی این است که ضرایب متغیرهای NUR ، BED و OTH کشش تولید نسبت به نهاده‌ها را نشان می‌دهد. بنابراین اگر یک درصد به تعداد پرستاران، تعداد تختها و یا تعداد سایر کارکنان (غیر از پرستاران و پزشکان) اضافه شود، تغییر در تعداد بیماران بستری شده به ترتیب $1/48$ ، $0/21$ و $0/15$ درصد خواهد بود. به عبارت دیگر چنانچه به عنوان مثال تعداد تختهای بیمارستانی ۲ برابر شوند، تعداد بیماران بستری شده $0/42$ برابر خواهد شد. همچنین با افزایش تعداد پزشکان به میزان یک درصد، تعداد بیماران بستری شده حدود $0/17$ درصد کاهش می‌یابد. این امر شاید به دلیل وقوع بازدهی نزولی و شروع مرحله سوم تولید پزشکان باشد. در واقع به دلیل ازدحام پزشکان، کارآیی کلی آنها کاهش یافته و از این رو تعداد بیمارانی که بایستی بستری شوند، کاهش می‌یابد، در اینجا البته، مدیریت بیمارستان هم تعیین‌کننده است به این معنا که ترکیب نیروی انسانی شاغل در بیمارستان و نحوه تعامل آنها، تعداد بیماران بستری شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای جدا کردن اثر مالکیت و تخصصی بودن بیمارستانها اگر $DU^1=1$ و $DU^3=1$ باشند آنگاه

$$\ln PAT = 1.48 \ln NUR + 0.21 \ln BED + 0.15 \ln OTH - 0.17 \ln DOC + 0.83$$

و اگر $DU^1=0$ و $DU^3=0$ آنگاه:

$$\ln PAT = 1.48 \ln NUR + 0.21 \ln BED + 0.15 \ln OTH - 0.17 \ln DOC$$

بنابراین باثبات سایر شرایط، در بیمارستانهای دولتی و عمومی، تعداد بیماران بستری شده بیشتر است زیرا در معادله اول، عدد $0/83$ موجود است در حالی که در

دومین معادله این رقم صفر است.

مدل چهارم:

$$LnREL = 1.49LnNUR + 0.21LnBED + 0.16LnOTH - 0.17LnDOC + 0.16DU_1 + 0.69DU_3$$

(9.44) (1.64) (1.48) (-2.37) (2.4) (5.78)

$$R^2 = 0.47, \quad D.W. = 1.78, \quad F = 49.14, \quad N = 287$$

نتایج این مدل هم براساس ضرایب برآورد شده بسیار شبیه به مدل قبلی است و همان تفاسیر را می‌توان برای این مدل هم ارایه داد. کششها مشابه هم و حتی آماره‌های R^2 و D.W. و F نزدیک به هم می‌باشند.

مدل پنجم:

$$LnPAT = 1.72LnNUR - 0.18LnDOC + 0.17LnBED + 0.12LnOTH$$

(10.38) (-2.34) (1.18) (1.08)

$$R^2 = 0.37, \quad D.W. = 1.84, \quad F = 56.59, \quad N = 287$$

در این مدل که بدون توجه به متغیرهای کیفی (موهومی) برآورد شده است، کشش نهاده‌ای پرستار، پزشک، تخت و سایر پرسنل به ترتیب $1/72$ ، $-0/18$ ، $0/17$ و $0/12$ محاسبه شده است. بنابراین به‌طور مثال اگر بر تعداد پرستاران ۲۰ نفر اضافه شود، $34/4$ نفر بر تعداد بیماران بستری شده افزوده می‌شود؛ بنابراین تولید نهایی پرستاران مثبت است همین‌طور افزایش تعداد تختها و تعداد سایر پرسنل، موجب افزایش تعداد بیماران بستری شده می‌شود. اما با افزایش تعداد پزشکان از تعداد بیماران بستری شده کاسته می‌شود؛ از این‌رو تولید نهایی پزشکان نزولی است و این امر ممکن است به دلیل تعداد زیاد پزشکان به ویژه پزشکان عمومی کشور باشد که حاصل عرضه زیاد فارغ‌التحصیلان پزشکی و عدم تطابق آن با تقاضا برای خدمات پزشکی است. با محاسبه مجموع کششهای نهاده‌ای داریم:

$$1/72 - 0/18 + 0/17 + 0/12 = 1/83$$

این مجموع بیش از یک می‌باشد؛ بنابراین بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده کلی در سطح بیمارستانهای کشور براساس متغیر تولید (تعداد بیماران بستری شده) تأیید

می‌شود؛ از این‌رو اگر همه عوامل تولید K برابر شوند، گرچه تولید نهایی پزشکان منفی است و L منجر به افزایش بیش از K برابر مقدار تولید می‌شود. آماره R^2 حاکی از توضیح ۳۷ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل است و آماره F حاکی از معنی‌داری کلی رگرسیون می‌باشد.

مدل ششم:

$$LnREL = 1.73Ln NUR - 0.19LnDOC + 0.13LnOTH - 0.17LnBED$$

(10.47) (-2.49) (1.13) (1.21)

$$R^2 = 0.39, \quad D.W = 1.85, \quad F = 58.32, \quad N = 287$$

نتایج این مدل بسیار شبیه به مدل پنجم می‌باشد و کششهای برآورد شده (ضرایب متغیرهای مستقل) تفاوت معنی‌دار با ارقام مدل قبلی ندارند و آماره‌های F و R^2 و D.W. هم تفاوت چندانی نکرده‌اند. در اینجا هم بازدهی به مقیاس فزاینده است چون مجموع کششهای نهاده‌ای بیش از یک می‌باشد؛ بنابراین اگر همه عوامل تولید K برابر شوند تعداد ترخیص‌شدگان بیمارستانها به‌طور سرجمع بیش از K برابر می‌شود.

ب. تخمین تابع تولید در بیمارستانهای درمانی

مدل هفتم:

$$LnREL = 1.67Ln NUR - 0.14LnDOC + 0.16LnOTH + 0.2LnBED$$

(7.39) (-1.07) (1.02) (1.06)

$$R^2 = 0.4, \quad D.W = 1.95, \quad F = 36.16, \quad N = 172$$

بنابراین مطابق ضرایب به‌دست آمده در بیمارستانهای فقط درمانی با افزایش تعداد پرستاران، تعداد سایر پرسنل و تعداد تختها، تعداد ترخیص‌شدگان افزایش می‌یابد؛ اما با افزایش تعداد پزشکان از تعداد ترخیص‌شدگان کاسته می‌شود. از این‌رو مازاد پزشکان در این مدل هم اثر منفی خود را روی تولید نشان می‌دهد؛ اما بازدهی به مقیاس که با جمع کششها (ضرایب تخمین زده شده) به‌دست می‌آید حاکی از بازدهی نسبت مقیاس فزاینده است و بنابراین با افزایش تمام نهاده‌های تولید علی‌رغم وجود مازاد پزشک، تولید کل بر حسب ترخیص‌شدگان با افزایش بیشتری مواجه می‌شود.

د. تخمین تابع تولید در بیمارستانهای عمومی (با متغیر وابسته بیماران مرخص شده)

$$LnREL = 1.08LnBED + 0.91LnNUR + 0.16LnOTH - 0.38LnDOC$$

(5.81) (4.64) (1.6) (-4.25)

$$R^2 = 0.43, \quad D.W. = 1.8, \quad F = 54.26, \quad N = 224$$

در این مدل هم، اثر مثبت تعداد تختها، تعداد پرستاران و تعداد سایر پرسنل بر تعداد ترخیص‌شدگان مشهود است و تولید در ناحیه دوم تولید برای این نهاده‌ها توجیه می‌شود؛ اما از آنجا که ضریب مربوط به تعداد پزشکان، منفی است می‌توان به اشباع کلی صنعت بیمارستانی از پزشکان اشاره کرد؛ چرا که تولید نهایی پزشکان منفی است در واقع هرکدام از کششهای برآورد شده نسبت تولید نهایی به تولید متوسط است یعنی $\varepsilon = \frac{MP}{AP}$ که ε کشش؛ MP تولید نهایی و AP تولید متوسط است. چون $-\frac{0}{38}$ کوچکتر از صفر است و AP همیشه مثبت است بنابراین MP برای تعداد پزشکان منفی خواهد بود. اما درعین حال بازدهی نسبت مقیاس در این تابع برابر است با: $\frac{1}{77} = \frac{1}{38} - \frac{0}{16} + \frac{0}{91} + \frac{1}{08}$ بنابراین بازدهی نسبت مقیاس فزاینده در کل بیمارستانهای کشور تأیید می‌شود.

ه. تخمین تابع تولید در بیمارستانهای عمومی (با متغیر وابسته بیماران بستری شده)

$$LnPAT = 1.06LnBED + 0.16LnOTH + 0.93LnNUR - 0.37LnDOC$$

(5.79) (1.6) (4.72) (-4.2)

$$R^2 = 0.43, \quad D.W. = 1.8, \quad F = 55.03, \quad N = 224$$

نتایج و ضرایب برآورد شده و همچنین آماره‌های R^2 ، F و D.W. مشابه مدل قبل است.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

بیمارستانها همانند بنگاه‌های اقتصادی به ارایه خدمات بهداشتی، درمانی و آموزشی به بیماران و مردم می‌پردازند. اغلب مردم در هر کشور به نحو مستقیم به صورت بیمار یا به صورت غیرمستقیم به این‌گونه واحدها مراجعه می‌کنند. در این راستا

بیمارستانها باید پاسخگوی تقاضای روزافزون مراجعات منظم و نامنظم (تصادفی) بیماران باشند. از این رو سیاست‌گذاران بخش بهداشت، به اهمیت مقوله بیمارستان واقف بوده، و بر برنامه‌ریزی و شناخت واقعی این بخش تأکید خاصی دارند.

هدف از انجام مقاله حاضر نیز، تخمین تابع تولید بیمارستانهای نمونه کشور و تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آن بوده است. برای این منظور، ابتدا مبانی نظری مربوط به توابع تولید بیمارستانها با توجه به مباحث اقتصاد خرد مورد بررسی قرار گرفت. در توابع تولید بیمارستانی، خدمات بیمارستانها تابعی از ساعات پرستاری، تجهیزات پزشکی، فضای فیزیکی، تعداد شاغلین و دیگر متغیرها، فرض شده و کل تولید برحسب شاخصهایی از جمله تعداد پذیرشهای سرپایی و بستری، تعداد عملهای جراحی، تعداد ترخیصها و موارد مشابه سنجیده می‌شود.

در تابع تولید بیمارستانی، با افزایش نهاده متغیر تولید، ابتدا تولید روند افزایشی دارد و پس از نقطه مشخصی نهاده ثابت نسبت به نهاده متغیر محدود شده و در اندازه مشخصی از بیمارستان (برحسب تخت)، تعداد نهاده متغیر بیشتری جمع می‌شود و با ازدحام آنها، مقدار خدمات بیمارستانی شروع به کاهش می‌کند. هرگونه قید فیزیکی از جمله اندازه ثابت بیمارستان یا میزان محدود تجهیزات پزشکی منجر به بهره‌وری کاهنده در نقطه مشخصی می‌شود. به بیان ساده اگر قانون بازدهی نزولی نبود تمام خدمات بیمارستانی در یک بیمارستان قابل تولید بود.

پس از ذکر مبانی نظری توابع تولید (تولید متوسط و نهایی، هزینه متوسط و نهایی و هزینه کوتاه‌مدت و بلندمدت)، شواهدی از مطالعات تجربی در زمینه تخمین توابع تولید بیمارستانها ارائه شد. با نگاهی به مطالعات انجام شده می‌توان دریافت که در کشور ما نیز در سطح خرد و کلان، امکان برآورد توابع مشابه و تعیین ساختار تولید (و هزینه) وجود دارد.

در بخش پایانی نیز، ابتدا آمار توصیفی متغیرهای مربوط به تولید از قبیل تعداد پذیرشهای اورژانسی، تعداد ترخیصها، تعداد عملهای جراحی و تعداد شاغلین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس توابع تولید به طرق مختلف تخمین زده شد.

براساس ضرایب به دست آمده برای مدل‌های اول تا چهارم برای کل بیمارستان‌های نمونه، ضریب مربوط به تعداد پزشکان (کشش نهادهای پزشکان) منفی است و از این رو نسبت تولید نهایی به تولید متوسط منفی و چون تولید متوسط همیشه مثبت است نتیجه گرفته می‌شود که تولید نهایی پزشکان منفی می‌باشد؛ یعنی با مازاد پزشکان (به ویژه پزشکان عمومی) در کشور مواجه هستیم. اما بازدهی به مقیاس براساس مدل‌های اول تا چهارم فزاینده است و افزایش K برابر تمام نهادهای تولید (تعداد پرستاران، تعداد پزشکان، تعداد سایر پرسنل، تعداد تختها)، تولید را بیش از K برابر افزایش می‌دهد. بنابراین سیاست کلی باید به استخدام پرسنل نیمه‌متخصص (پرستاران و سایر پرسنل) و تجهیزات (از جمله تعداد تختها) هدایت شود.

همچنین، در مدل‌های سوم و چهارم که بدون لحاظ متغیرهای کیفی تخمین زده شدند، عدم لحاظ متغیرهای موهومی (مجازی) باعث شد کشش نهادهای پرستاران نسبت به مدل‌های اول و دوم تا حدود قابل توجهی افزایش و کشش نهادهای تعداد تختها و سایر پرسنل کاهش یابد. در مدل‌های پنجم و ششم نیز که فقط برای بیمارستان‌های عمومی تخمین زده شد، کشش نهایی پرستاران به‌طور متوسط حدود $0/92$ محاسبه شد؛ اما کشش نهادهای تختهای بیمارستان نسبت به مدل‌های سوم و چهارم افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. کشش نهادهای پزشکان منفی شد و همچنین مازاد پزشک در مدل مشهود بود. از سوی دیگر کشش نهادهای سایر پرسنل نسبت به مدل‌های سوم و چهارم افزایش یافت.

در مدل هفتم فقط بیمارستان‌های درمانی، در مدل هشتم بیمارستان‌های درمانی و آموزشی و در مدل نهم بیمارستان‌های دولتی تخمین زده شدند که بجز مدل هشتم، بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده شد. مدل هشتم قابل استناد نبود و بر طبق مدل‌های هفتم و نهم کشش نهادهای پرستاران افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت. کشش نهادهای پزشکان همچنان منفی شد و کشش نهایی تختها نسبت به مدل قبلی کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت.

منابع و مأخذ:

۱. هندرسن، جیمز م؛ کوانت، ریچارد ا. (۱۳۷۱)، *تئوری اقتصاد خرد (تقرب ریاضی)*، ترجمه مرتضی قره باغیان، جمشید پژوهان، تهران، انتشارات رسا.
۲. Adam, T., D. B. Evans and Ch. J. Murray(2003). "Econometric estimation of country-specific hospital costs" , *http://www.Resource - allocation . com /content/1/1/3*.
۳. Carey, K. & A. Dor(2002) , "Hospital inefficiency and the form of managerial contract" , July 16 , *southern economic journal* 64(2), 542-554.
۴. Chambers, R.G.(1988) , *Applied production analysis: a dual approach* , Cambridge University Press.
۵. Cowing, T.G. & A.G. Holtmann(1983) , "Multi-product short-run hospital cost functions: empirical evidence and policy implications from cross-section data" , *Southern Economic Journal* , PP. 637-53.
۶. Feldstein, P.J.(1993) , *Health care economics* , Albany , NY: Delmar Publishers INC.
۷. Hofler, R.A. & T.H. Sherman(1995), "On the technical allocation efficiency of hospital: a stochastic frontier approach" , *working paper No. 92-1*.
۸. Jensen, G.A. & M.A. Morrissey(1986) , "The role of physicians in hospital production" , *Review of Economics and Statistics* ,vol 68 , PP. 432-442.
۹. Joskow, P.L(1980) , "The effects of competition & regulation on hospital bed supply & the reservation quality of hospitals" , *Bell Journal of Economics* , pp. 421-47.