

## برآورد تابع تولید آموزش در استان ایلام: رویکرد رگرسیون چندکی

علی سایه‌میری<sup>۱</sup>

مریم کریمی کندوله<sup>۲</sup>

صلاح ابراهیمی<sup>۳</sup>

### چکیده

اقتصاددانان و دیگر دانشمندان علوم انسانی شواهد گسترده‌ای ارائه داده‌اند که آموزش افراد را مولدتر می‌کند و در نتیجه درآمد آنها را افزایش می‌دهد. آموزش و پرورش همچنین مزایای غیرمالی، از جمله بهبود سلامت و ادغام اجتماعی را فراهم می‌آورد. سرانه بودجه آموزشی عمومی، درآمد سرانه، مخارج صرف شده برای آموزش و تعداد معلم از اصلی‌ترین نهادهای توضیح‌دهنده تابع تولید آموزش هستند؛ بنابراین شناسایی عوامل مؤثر بر تابع آموزش از لحاظ کارکردهای اقتصادی و اجتماعی برای سیاست‌گذاران مهم و ضروری است. این مطالعه با هدف برآورد تابع تولید آموزش (ابتدایی و متوسطه) در استان ایلام طی دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۲ انجام شد. روش شناسی این مقاله مبتنی بر تخمین تابع تولید با استفاده از روش اقتصادسنجی و تکنیک رگرسیون چندکی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در بین ۷ متغیر مورد استفاده در تابع تولید آموزش برآورده شده برای استان ایلام، ۵ متغیر مخارج آموزشی خانوار، نسبت معلم به دانش آموز، تعداد مدارس، درآمد سرانه و شاخص قیمت استانی از تعیین‌کننده‌های اصلی نرخ پوشش تحصیلی هستند. دو متغیر مخارج عمرانی استانی و نسبت دانش آموز به جمعیت نیز از تعیین‌کننده‌های نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام نیستند.

واژگان کلیدی: ایلام، تابع تولید آموزش، رگرسیون چندکی.

## مقدمه

آموزش رسمی<sup>۱</sup>، به طور عمده از طریق کسب مهارت‌های جدید، هم از نظر شناختی (مانند سواد) و هم از نظر غیرشناختی (مانند مهارت‌های اجتماعی و سازمانی)، رفاه افراد را افزایش می‌دهد؛ بنابراین درک فرایندی که آموزش رسمی آن مهارت‌ها را ایجاد می‌کند، برای تدوین سیاست‌های مؤثر آموزش بسیار مهم است. اقتصاددانان این فرایند را به عنوان تابع تولید آموزش<sup>۲</sup> توصیف می‌کنند (دامون و گلیو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷: ۴۷؛ لی<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳: ۲۸۹؛ آشورس و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷: ۴۸). اقتصاددانان به مدت دو سده، کارخانه‌ها، مزارع و سایر سازمان‌های تولیدی را مورد مطالعه قرار داده و به تدریج چهارچوبی جامع و در عین حال انعطاف‌پذیر برای تفکر در مورد فرایندهای تولید ایجاد کرده‌اند. در ابتدا به تصویر کشیدن آموزش به عنوان تولید ممکن است عجیب به نظر برسد؛ اما تأمل بیشتر در این روش مفید است؛ زیرا چارچوبی جامع برای تفکر در مورد چگونگی تولید آموزش رسمی از این مهارت‌ها را فراهم می‌کند (هالفورد<sup>۶</sup>، ۲۰۲۰: ۱۰۷). در پس بسیاری از تجزیه و تحلیل‌های اقتصاد آموزش و پرورش یک تابع تولید نهفته است. این چارچوب راهنمایی اساسی را در مورد چگونگی استفاده از داده‌های آموزش و پرورش برای برآورد تأثیر سیاست‌های آموزش و پرورش (و سایر عوامل علی) در کسب مهارت دانش‌آموزان ارائه می‌دهد. فرایند یادگیری مهارت‌های شناختی و غیرشناختی توسط عوامل مختلفی تعیین می‌شود. توابع تولید به سادگی این فرایند را به عنوان یک رابطه ریاضی نشان می‌دهند. این روابط می‌تواند بسیار انعطاف‌پذیر باشد و تقریباً برای هر فرایند یادگیری امکان‌پذیر است (دانگ<sup>۷</sup>، ۲۰۰۷: ۱۷؛ دانگ و روگرز<sup>۸</sup>، ۲۰۰۸: ۱۷۱؛ آبیرو و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۵: ۳۵۳).

بنیادی‌ترین تحلیل نظری فعالیت‌های تولیدی در چارچوب نظریه بنگاه ارائه

1. Formal Education
2. Education Production Function
3. Damon and Glewwe
4. Lee
5. Ashworth et al
6. Holford
7. Dang
8. Rogers
9. Abreu et al

شده و فصول ویژه‌ای از کتب اقتصاد خرد به این مهم اختصاص یافته است. در این چهارچوب، سؤالاتی کلیدی، شامل میزان تولید، میزان به‌کارگیری 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 سازمان، نظریه تولیدکننده و نظریه وابستگی به منابع نیز استفاده شده‌اند؛ کارکرد اصلی همه نظریه‌ها ارائه پاسخی مناسب به سؤالات اساسی در مورد تصمیمات تولیدکننده است؛ بدین ترتیب، ضمن تبیین واقعیت‌ها و تصمیمات مربوط به تخصیص منابع تولیدکنندگان، در تحلیل‌های نظری هدف آن است که راهکارها و راه‌حل‌های مشخصی برای مسائل و مشکلات تولید کالا یا خدمات و فرایند آن ارائه شود. کاربردهای تابع تولید بسیار متنوع هستند؛ اما ملاحظات خاص و متعددی پیش روی تحلیلگران، مدیران و سیاست‌گذاران است (مانند انتخاب صورت و ساختار تابع تولید، چندوجهی بودن کیفیت، مسئله قیمت، ساختار چندسطحی واحدها و تنوع واحد تحلیل، روش‌های تخمین و برآزش متعدد و مسائل انتخاب و درونزایی ناشی از نوع تصمیمات) که غفلت از آنها دقت و اعتبار یافته‌ها و دستاوردهای علمی ذیربط را به شدت خدشه‌دار می‌کند. اقتصاددانان و سایر دانشمندان علوم اجتماعی شواهد قانع‌کننده‌ای را جمع‌آوری کرده‌اند که نشان می‌دهد آموزش سبب افزایش بهره‌وری افراد و در نتیجه افزایش درآمد آنها می‌شود. آموزش همچنین مزایای غیرمالی مانند بهبود سلامت و ادغام اجتماعی را فراهم می‌کند. شکاف در سطح زندگی بین کشورهای پیشرفته و در حال توسعه ممکن است به دلیل شکاف‌های گسترده در آموزش باشد.

بررسی وضعیت شاخص‌های آموزشی تا پایان تحصیلات متوسطه در استان ایلام، بیانگر تفاوت‌ها و فاصله‌هایی چشمگیری نسبت به استان‌های برخوردار و متوسط کشوری است. از نظر شاخص‌های نسبت دانش‌آموز به کلاس، نسبت دانش‌آموز به معلم، تعداد مدارس، تعداد کلاس و تعداد دانش‌آموز، نرخ پوشش تحصیلی در مقاطع مختلف بخشی از این واقعیت را نشان می‌دهد (جدول شماره ۱). لذا تخمین تابع تولید آموزش در استان ایلام و عوامل مؤثر بر آن از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به این موضوع، هدف این مطالعه، برآورد تابع تولید آموزش ابتدایی و

متوسطه در استان ایلام طی دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۸ با رویکرد رگرسیون چندکی<sup>۱</sup> است.

### پیشینه موضوع

سامتی و همکاران (۱۳۸۲) به برآورد تابع تولید خاص آموزشی در قالب سیستم معادلات همزمان، به روش حداقل مربعات وزنی (WLS) پرداختند. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به ۲۱ دانشگاه دولتی کشور در دوره زمانی ۱۳۷۷-۱۳۷۳ بوده است. نتایج نشان داد که در سال‌های مورد مطالعه در این پژوهش، سیاست‌های پذیرش دانشجویان کارشناسی دانشگاه‌ها باعث افزایش کیفیت تولید آموزشی آنها نشده است. با این حال کیفیت هیئت علمی، بودجه‌های گروه‌های آموزشی، عملیات کمک آموزشی و بودجه‌های اختصاصی دانشگاه‌ها در جهت ارتقای سطح کیفیت تولید آموزشی بوده است. افزایش بودجه‌های خدمات اداری باعث کاهش کیفیت تولید آموزشی گردیده و بودجه‌های پژوهشی باعث کاهش دامنه فعالیت‌های آموزشی دانشگاه‌ها شده است.

عمادزاده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی اثر آموزش بر سلامت در ایران در دوره زمانی ۱۳۵۳-۱۳۸۹ پرداختند. آنها ابتدا تابع تولید سلامت را بر اساس مدل گروسمن (۱۹۷۲) تعریف کردند؛ سپس الگوی تحقیق را با استفاده از تکنیک هم‌انباشتگی یوهانسن و مدل تصحیح خطا برآورد نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که بین آموزش و سلامتی، رابطه تعادلی بلندمدت و مثبت وجود دارد.

نادری (۱۳۹۴) به بررسی کاربردهای اساسی تابع تولید در تحلیل فعالیت‌ها و ستانده‌های آموزش عالی پرداخته است. در پژوهش وی ابتدا با استفاده از روش استنادی-تحلیلی ماهیت فعالیت‌های آموزش عالی بررسی شد؛ سپس ۱۱ مورد از کاربردهای راهبردی تابع تولید در چارچوب نظریه تولیدکننده، شامل مشخص کردن منطقه عقلانی یا اقتصادی فعالیت، مشخص کردن وضعیت بازده به مقیاس، تحلیل نابرابری عملکرد واحدهای آموزشی / پژوهشی و غیره مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربردهای تابع تولید در آموزش عالی با مسائل و چالش‌هایی همچون: ماهیت چندمحصولی ستانده‌های آموزش عالی، تنوع و تکثر

## 1. Quantile Regression

عوامل تأثیرگذار بر ستانده‌ها، کیفیت ستانده‌ها و چالش‌های مربوط به سنجش آن، نبود قیمت برای ستانده‌های آموزشی، تنوع واحدهای تحلیل و ساختار سلسله مراتبی داده‌ها، ساختار تابع تولید و مسائل مرتبط با آن، روش‌های تخمین، مسائل انتخاب و درونزایی و محدودیت‌های آماری مواجهه است؛ لذا بی‌توجهی به مسائل و چالش‌های ذکرشده، که در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری‌ها نقشی اساسی ایفا می‌کنند، دقت و اعتبار کاربردهای تابع تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعات خارجی نیز بایتی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸)، نهاده‌ها، مشوق‌ها و مکمل‌ها در بخش آموزش تانزانیا را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب هزینه‌های ورودی مدرسه (سیاست پیش‌فرض) با انگیزه‌های بهبودیافته معلم می‌تواند به طور قابل توجهی مقرون به صرفه بودن هزینه‌های عمومی در آموزش و پرورش را افزایش دهد.

چانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی و برآورد تابع تولید آموزش در چین، طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۵ با تابع تولید ترانس‌لوگ پرداختند. نتایج برآورد این مطالعه نشان داد سرانه بودجه آموزشی عمومی، درآمد سرانه، مخارج صرف‌شده برای آموزش و تعداد معلم از اصلی‌ترین نهاده‌های توضیح‌دهنده تابع تولید آموزش بوده‌اند.

## مبانی نظری

### مروری مختصر بر توابع تولید

تابع تولید بیانگر رابطه تکنیکی تبدیل نهاده‌ها به ستاده‌هاست؛ به تعبیر دیگر، یک مفهوم فیزیکی است و به صورتی کاربردی و ساده رابطه بین نهاده‌ها و ستاده‌های تولید را نشان می‌دهد؛ به عبارتی این تابع نشان‌دهنده حداکثر ستاده‌ای است که از ترکیبات مختلف نهاده‌های تولید به دست می‌آید. تابع تولید به اشکال مختلفی ممکن است ظاهر شود؛ به گونه‌ای که در ساده‌ترین فرم، به صورت خطی و در شکل‌های پیچیده‌تر به صورت درجه دوم یا بالاتر، لگاریتمی و نیمه‌لگاریتمی، نمایی و غیره می‌تواند بیان گردد. تعیین فرم دقیق این تابع تا حدود زیادی بستگی

1. M biti
2. Chang

به شرایط تولید دارد. (دبرتین، ۱۳۷۶: ۱۱۶). 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؛ به عنوان 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 هریک 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 آنها یاد می‌شود. همانطور که بحث شد، تابع تولید انواع مختلفی دارد که در ادامه به برخی از موارد پرداخته می‌شود.

### تابع کاب- داگلاس<sup>۱</sup>

یکی از معروف‌ترین توابعی که در بیان روابط ساختاری در تولید از گذشته‌های دور مورد استفاده قرار گرفته است، تابع کاب- داگلاس می‌باشد. این تابع بسیاری از ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را داراست. پارامترهای تابع کاب- داگلاس کشش‌های تولید نهاده‌ها را نشان می‌دهد. بخشی از محدودیت‌های ساختاری این تابع، از مطلوبیت آن در کارهای تجربی در سال‌های اخیر کاسته است؛ از جمله می‌توان به ثابت بودن کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در آن اشاره کرد؛ علاوه بر این، این فرم تنها یک ناحیه تولیدی را برای هر نهاده نشان می‌دهد و قادر به تبیین هر سه ناحیه از تابع تولید نیست. همچنین بازده نسبت به مقیاس در این تابع بدون توجه به سطح تولید تعیین می‌شود و کشش جانشینی آن نیز برابر عدد ثابت یک است. فرم جبری آن به صورت زیر است:

$$Y = \alpha \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} \quad (۱)$$

### تابع کشش جانشینی ثابت (CES)

تابع کشش جانشینی ثابت یکی دیگر از فرم‌های مورد توجه در مطالعات تجربی است که بسیاری از ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را دارد. این تابع هر

1. Cobb – Douglas

سه نوع بازدهی نسبت به مقیاس و با هر درجه‌ی از همگنی را نشان می‌دهد. از محدودیت‌های فرم CES می‌توان به ثابت بودن کشش جانشینی بین دو نهاده در آن اشاره کرد که بستگی به نسبت نهاده‌ها ندارد و هر عددی از صفر تا بی‌نهایت را ممکن است به دست دهد؛ همچنین همانند تابع کاب - داگلاس، همواره تنها یک ناحیه از نواحی تولید نئوکلاسیک‌ها را تبیین می‌کند. فرم جبری آن به صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$Y = \left[ \alpha \sum_{i=1}^n \beta_i X_i^{-\rho} \right]^{-1/\rho} \quad (2)$$

### تابع ترانسلوگ

تابع ترانسلوگ تقریباً بسیاری از ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. از مشخصات دیگر این تابع آن است که اجازه می‌دهد کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی، بسته به سطح مصرف نهاده‌ها، تغییر کنند؛ به علاوه، مشتق اول این تابع محدودیتی از نظر علامت ندارد؛ به عبارت دیگر، تابع ترانسلوگ هر سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد و تولید نهایی در آن فزاینده، کاهنده یا منفی است. در این تابع علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی، ضرایب روابط متقابل متغیرها نیز برآورد می‌شود (حسین‌زاده و سلامی، ۱۳۸۳: ۶۱) فرم جبری آن به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\ln(y) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \beta_{ii} (\ln X_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\ln X_i) (\ln X_j) \quad i \neq j \quad (3)$$

### تابع درجه دوم تعمیم یافته

این تابع نیز بسیاری از ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند؛ علاوه بر این، کشش‌های تولیدی در این تابع همانند تابع ترانسلوگ، بستگی به میزان مصرف نهاده‌ها دارد و مشتق اول آن محدودیتی از نظر علامت ندارد. این تابع نیز سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد و در آن، پارامترهای روابط متقابل نهاده‌ها برآورد می‌شود؛ در نتیجه امکان ارزیابی همزمان اثر متقابل نهاده‌ها بر یکدیگر فراهم

می‌گردد (همان: ۶۱). فرم جبری آن نیز به صورت زیر است:

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \beta_{ii} (X_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} X_i X_j \quad i \neq j \quad (۴)$$

### تابع لئونتیف تعمیم یافته

این تابع نیز به جز یک مورد، تمام خصوصیات تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. سایر خصوصیت آن نیز مشابه تابع درجه دوم و ترانسلوگ است؛ به طوری که مشتق اول آن محدودیتی از نظر علامت ندارد و سه ناحیه تولیدی را نیز نشان می‌دهد (حسین‌زاده و سلامی، ۱۳۸۳: ۶۲). فرم جبری آن به صورت زیر است:

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i (X_i)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} X_i^{\frac{1}{2}} X_j^{\frac{1}{2}} \quad (۵)$$

### تابع ترانسندنتال

تابع ترانسندنتال، شکل تغییر یافته‌ای از تابع کاب-داگلاس است که کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند؛ علاوه بر این، از آنجا که تابع کاب-داگلاس جزئی از تابع ترانسندنتال محسوب می‌شود که با مقید کردن به دست می‌آید، به راحتی امکان آزمون برتری یکی را بر دیگری فراهم می‌آورد. کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در این فرم ثابت نیست؛ ولی مقدار آنها تنها به میزان مصرف همان نهاده بستگی دارد. از خصوصیات مطلوب دیگر این تابع آن است که بازده نسبت به مقیاس در آن ثابت نیست؛ بلکه بستگی به مقدار مصرف نهاده دارد؛ به علاوه این فرم سه ناحیه تولیدی نئوکلاسیک‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این مجموعه صفات، تابع ترانسندنتال را می‌توان یکی از فرم‌های مناسب برای بیان روابط تولیدی بر اساس نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها دانست (همان: ۶۴). فرم جبری آن نیز به صورت زیر است:



$$y = \alpha \prod_{i=1}^n X_i^{\beta_i} e^{\gamma_i - X_i} \quad (6)$$

رگرسیون مورد مطالعه در این تحقیق را می‌توان به صورت رابطه (۱) نشان داد:

$$D = \theta_{0t} + \theta_{1t}X1_{it} + \theta_{2t}X2_{it} + \theta_{3t}X3_{it} + \theta_{4t}X4_{it} + \theta_{5t}X5_{it} + \theta_{6t}X6_{it} \\ + \theta_{7t}X7_{it} + \theta_{8t}X8_{it}$$

در رابطه (۱)، ED: نرخ پوشش تحصیلی، X۱: مخارج آموزشی صرف شده توسط خانوار، X۲: بودجه آموزشی، X۳: مخارج عمرانی استانی، X۴: نسبت معلم به دانش آموز، X۵: تعداد مدارس، X۶: نسبت دانش آموز به کل جمعیت، X۷: درآمد سرانه و X۸: شاخص قیمت استانی است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از سالنامه‌های آماری وزارت آموزش و پرورش و مرکز آمار ایران گردآوری و با روش دیز<sup>۱</sup> فصلی شده‌اند.

### روش شناسی

در مطالعات اقتصادسنجی عموماً از روش‌های استاندارد هم‌چون: حداقل مربعات معمولی<sup>۲</sup>، متغیرهای ابزاری<sup>۳</sup> و روش گشتاورهای تعمیم یافته<sup>۴</sup> استفاده شده است که میانگین تأثیر متغیرهای توضیحی را در کل توزیع متغیر وابسته توضیح می‌دهد. در این مطالعه نیز برای بررسی عوامل مؤثر بر تابع تولید آموزش در استان ایلام از روش رگرسیون چندکی استفاده می‌شود که نخستین بار توسط کوینکر و باست<sup>۵</sup> (۱۹۷۴) معرفی گردید و در مطالعات بعدی توسعه

1. Diz
2. Ordinary Least Squares
3. Instrumental Variables
4. Generalized Method of Moments
5. Koenker and Bassett

داده شد (کوینکر و ماچادو، ۱۹۹۹: ۵۶؛ کوینکر و هالوک، ۲۰۰۱: ۳۴). این روش به تدریج به روشی جامع برای تجزیه و تحلیل آماری مدل‌های خطی و غیرخطی متغیر پاسخ، در زمینه‌های مختلف تبدیل گردید. انگیزه اصلی به‌کارگیری رگرسیون کوانتایل این است که با نگاهی دقیق و جامع در ارزیابی متغیر پاسخ، مدلی ارائه شود تا امکان دخالت متغیرهای مستقل، نه تنها در مرکز ثقل داده‌ها؛ بلکه در تمام قسمت‌های توزیع، به‌ویژه در دنباله‌های ابتدایی و انتهایی فراهم گردد. این روش همچنین محدودیت مفروضات رگرسیون معمولی، واریانس ناهمسانی و حضور تأثیرگذار داده‌های پرت در برآورد ضرایب پدیدار را ندارد و در مقایسه با رگرسیون حداقل مربعات معمولی (OLS) نسبت به داده‌های پرت و توزیع غیرنرمال قوی‌تر است؛ همچنین برآورد اثر عوامل مؤثر در نقاط مختلف توزیع نرخ پوشش تحصیلی بر تابع تولید را امکان‌پذیر می‌کند (کوینکر و هالوک، ۲۰۰۱: ۴۵). با توجه به مزیت‌های ارائه‌شده برای این روش، در این پژوهش نیز از روش رگرسیون چندکی استفاده خواهد شد. مزایای رگرسیون چندکی پیدا کردن ارتباط بین متغیرهای کمکی با سایر بخش‌های توزیع، به‌ویژه چندک‌های انتهایی توزیع می‌باشد. نیازی به شرط نرمال بودن ندارد، نسبت به داده‌های دورافتاده نیرومند است و چگونگی تأثیر متغیرهای مستقل روی مکان و مقیاس و شکل توزیع را نشان می‌دهد.

### چندک‌ها در رگرسیون چندکی:

فرض کنید  $YY$  یک متغیر تصادفی با تابع توزیع تجمعی

(۸)

$$F_Y(y) = P(Y \leq y) \quad F_Y(y) = P(Y \leq y)$$

است. چندک  $\tau$  م متغیر  $YY$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۹)

$$Q_Y(\tau) = F_Y^{-1}(\tau) = \inf\{y : F_Y(y) \geq \tau\} \quad Q_Y(\tau) = F_Y^{-1}(\tau) = \inf\{y : F_Y(y) \geq \tau\}$$

در اینجا  $\tau$  مقداری بین ۰ و ۱ در نظر گرفته می‌شود؛ به این ترتیب مشخص است که مثلاً منظور از چندک ۰.۱، کوچکترین مقدار از مقادیر  $Y$  می‌باشد و مقدار تابع توزیع تجمعی بزرگتر از ۰.۱ است. برای پیدا کردن چندک  $\tau$ ام از روشی که در ادامه معرفی می‌شود استفاده خواهد شد. با استفاده از توابع زیان به صورت زیر از چندک‌های رگرسیون چندکی استفاده می‌شود:

(۱۰)

$$\rho_{\tau}(y) = y(\tau - I(y < \cdot)) \quad \rho_{\tau}(y) = y(\tau - I(y < \cdot))$$

منظور از  $I(y < \cdot)$  تابع نشانگر (Indicator Function) است؛ به این معنی که مقدار این تابع برای مقدارهای کوچکتر از صفر برابر با ۱ و برای بقیه مقدارها، صفر است؛ به این ترتیب برای پیدا کردن چندک، از کمینه‌سازی امید ریاضی  $Y - u$  نسبت به  $u$  استفاده می‌شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \min_u E(\rho_{\tau}(Y-u)) &= \min_u \{(\tau-1) \int_{-\infty}^u (y-u) dF_Y(y) + \tau \int_u^{\infty} (y-u) dF_Y(y)\} \\ \min_u E(\rho_{\tau}(Y-u)) &= \min_u \{(\tau-1) \int_{-\infty}^u (y-u) dF_Y(y) + \tau \int_u^{\infty} (y-u) dF_Y(y)\} \quad (11) \end{aligned}$$

با استفاده از مشتق‌گیری و با فرض اینکه جواب برای کمینه‌سازی همان  $q_{\tau}$  (چندک  $\tau$ ام) باشد، می‌توان نوشت:

(۱۲)

$$0 = (1-\tau) \int_{q_{\tau}}^{\infty} dF_Y(y) - \tau \int_{-\infty}^{q_{\tau}} dF_Y(y) \quad 0 = (1-\tau) \int_{-\infty}^{q_{\tau}} dF_Y(y) - \tau \int_{q_{\tau}}^{\infty} dF_Y(y)$$

در نتیجه با توجه به پاسخ معادله بالا، خواهیم داشت:

(۱۳)

$$0 = F_Y(q_{\tau}) - \tau = F_Y(q_{\tau}) - \tau$$

و در نتیجه مشخص است که:

(۱۴)

$$FY(q\tau) = \tau FY(q\tau) = \tau$$

به این ترتیب می‌توان چندک  $\tau$  را مطابق با روشی یافت که بر مبنای کمینه‌سازی تابع زیان بیان شد؛ زیرا این رابطه بیانگر همان رابطه  $(F-1Y(\tau)FY-1(\tau))$  است.

### یافته‌ها و نتایج

بررسی وضعیت استان ایلام در شاخص‌های آموزشی در مقایسه با کشور در این بخش وضعیت استان ایلام در مقایسه با سایر استان‌های ایران از لحاظ شاخص‌های آموزشی و اقتصادی-اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول شماره (۱). بررسی وضعیت شاخص‌های آموزشی در استان ایلام (سال ۱۳۹۷)

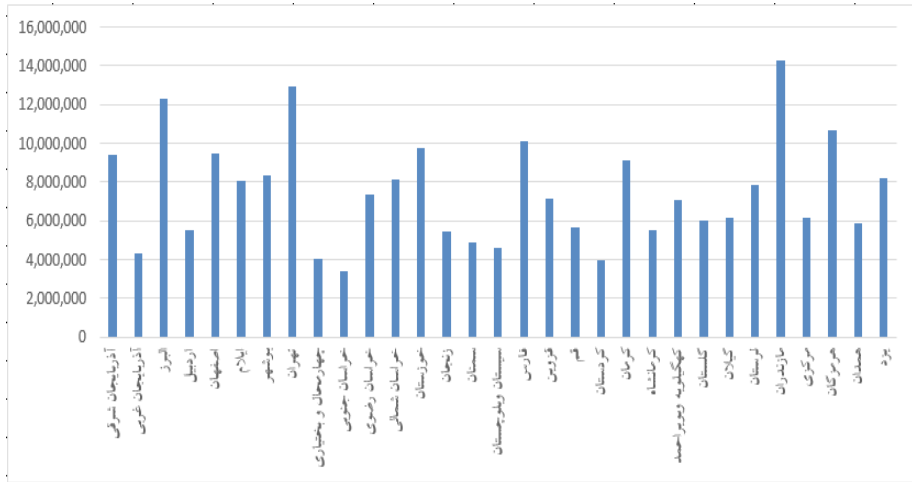
متوسط کشوری	ایلام	شاخص
۲۲/۹۵	۱۷/۸۵	نسبت دانش‌آموز به کلاس
۲۸/۵	۱۵/۴۵	نسبت دانش‌آموز به معلم
۱۰۸۴۴	۱۲۱۹	تعداد مدارس
۵۷۷۸۱۱	۵۳۰۵	تعداد کلاس
۱۳۲۷۱۵۶۲	۹۴۷۴۵	تعداد دانش‌آموز
۹۷/۱۶	۹۸/۱۶	پایه اول
۹۸/۶۶	۹۸/۱۳	ابتدایی
۹۳/۵۰	۹۵/۳۵	متوسطه اول
۸۹/۸۱	۸۳/۱۳	متوسطه دوم

نرخ پوشش  
تحصیلی

منبع: سالنامه آماری وزرات آموزش و پرورش (۱۳۹۹)

بر اساس نتایج جدول شماره ۱، به طور متوسط نسبت دانش آموز به کلاس در کل کشور حدود ۲۳ نفر و در استان ایلام از متوسط کشوری، پایین تر و حدود ۱۷/۸۵ بوده است؛ همچنین بیشترین نسبت دانش آموز به معلم را استان های تهران، البرز، قم و مرکزی و کمترین نسبت را استان های ایلام، کردستان و کهگیلویه و بویراحمد داشته اند. در کل کشور در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ تعداد کل مدارس ۱۰۸۰۴۴، تعداد کلاس ها ۵۷۷۸۱۱ و تعداد کل دانش آموزان حدود ۱۳۲۷۵۶۲ نفر و در استان ایلام نیز تعداد مدارس، کلاس ها و دانش آموزان به ترتیب ۱۲۱۹، ۵۳۰۵ و ۹۴۷۴۵ بوده است. نرخ پوشش تحصیلی نیز در کل کشور برای پایه اول حدود ۹۷/۱۶ درصد و در استان ایلام حدود ۹۸/۱۶ بوده است که حدود ۱ درصد از میانگین کشوری بالاتر است؛ همچنین نرخ پوشش تحصیلی در کل کشور برای مقطع ابتدایی حدود ۹۸/۱۳ درصد و نرخ پوشش کل در استان ایلام حدود ۹۸/۷۱ بوده است که بالاتر از میانگین کشوری است. نرخ پوشش تحصیلی در کل کشور برای مقطع متوسطه اول نیز حدود ۹۳/۵۰ درصد و برای استان ایلام در حدود ۹۵/۳۵ درصد بوده است؛ همچنین نرخ پوشش تحصیلی در کل کشور برای مقطع متوسطه دوم حدود ۸۳/۱۳ درصد و در استان ایلام بالاتر از میانگین کشوری و ۸۹/۸۱ درصد به دست آمده است. در شکل (۱) مخارج آموزشی هر خانوار در استان های مختلف ارائه شده است.

در سال ۱۳۳۸ پس از یک وقفه طولانی، اداره بررسی های اقتصادی بانک ملی ایران به منظور تجدید نظر در ضرایب اهمیت شاخص هزینه زندگی، در ۲۳ شهر کشور، با مراجعه به خانوارهای نمونه به تهیه آمار در این زمینه مبادرت کرد. بانک مرکزی ایران در سال ۱۳۴۴ بررسی هایی را در مورد هزینه و درآمد خانوارهای شهری به طور مرتب انجام داده است. مرکز آمار ایران طی سال ۱۳۴۷ آمارگیری از هزینه خانوارها در نقاط شهری و در مقیاسی گسترده تر را شروع کرد. این آمارگیری از سال ۱۳۵۳ علاوه بر هزینه، درآمد خانوارهای شهری را نیز شامل می شود و تا کنون به استثنای سال های ۱۳۵۵، ۱۳۵۷ و ۱۳۶۰، همه ساله انجام شده و نتایج آن، استخراج و منتشر شده است. یک بخش مهم از این گزارش، مخارج آموزشی خانوارهاست که در ادامه برای استان های ایران ارائه شده است.



شکل (۱). مخارج آموزشی خانوار در سال ۱۳۹۷ (ریال)

مطابق با شکل (۱) مخارج آموزشی خانوار در استان‌های مازندران، تهران، هرمزگان، البرز، فارس و خوزستان بالاترین و در استان‌های خراسان جنوبی، قم، سیستان و بلوچستان و کردستان کمترین مقدار بوده است. به طور متوسط مخارج آموزشی هر خانوار ایرانی در سال ۱۳۹۷ در حدود ۷۴۷۷۶۵۸ ریال و در استان ایلام حدود ۸۰۰۰۰۰۰ ریال بوده است که از میانگین کشوری بالاتر است.

### برآورد مدل و تفسیر نتایج

با توجه به مزایای رگرسیون کوانتایل، به‌ویژه در ارائه پیشنهادی سیاستی مبتنی بر نتایج آماری این روش، در ادامه نتایج برآورد رگرسیون چندکی در جدول شماره (۲) ارائه شده است.

جدول شماره (۲). نتایج برآورد رگرسیون چندکی

Q۷۵	Q۵۰	Q۲۵	متغیر	
۰/۰۶۵ (۲/۵۶)	۰/۰۸۵ (۲/۳۷)	۰/۰۹۸ (۲/۵۷)	X1	مخارج آموزشی خانوار
۰/۲۳۶ (۲/۶۷)	۰/۲۴۱ (۲/۳۴)	۰/۲۶۵ (۲/۱۹)	X2	بودجه آموزشی
۰/۰۱۸ (۱/۴۵)	۰/۰۱۷ (۱/۳۴)	۰/۰۲۱ (۱/۵۶)	X3	مخارج عمرانی استانی
۰/۰۹۸ (۳/۴۳)	۰/۱۱۶ (۲/۸۷)	۰/۱۴۸ (۲/۱۶)	X4	نسبت معلم به دانش آموز
۰/۱۰۸ (۱/۸۹)	۰/۱۶۸ (۱/۹۵)	۰/۱۸۰ (۱/۹۷)	X5	تعداد مدارس
۰/۱۵۸ (۱/۳۴)	۰/۱۵۴ (۱/۰۳)	۰/۱۶۵ (۱/۱۵)	X6	نسبت دانش آموز به کل جمعیت
۰/۱۰۵ (۲/۶۵)	۰/۱۴۵ (۲/۱۱)	۰/۱۸۴ (۲/۲۷)	X7	درآمد سرانه
-۰/۱۱۸ (۲/۶۰)	-۰/۱۲۷ (۳/۲۵)	-۰/۱۶۵ (۳/۳۶)	X8	شاخص قیمت استانی

منبع: نتایج تحقیق (اعداد داخل پرانتز بیانگر آماره t است)

در بین متغیرهای مورد بررسی در تابع تولید مورد بررسی، از ۷ متغیر، ۵ متغیر مخارج آموزشی خانوار، نسبت معلم به دانش آموز، تعداد مدارس، درآمد سرانه و شاخص قیمت استانی از تعیین کننده‌های اصلی نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام بوده‌اند. دو متغیر مخارج عمرانی استانی و نسبت دانش آموز به جمعیت نیز از تعیین کننده‌های نرخ پوشش تحصیلی نبوده‌اند. مخارج آموزشی صرف شده توسط خانوار بر نرخ پوشش تحصیلی، تأثیر مثبت و معناداری داشته و اثر مخارج آموزشی خانوار در نرخ‌های پایین پوشش

تحصیلی نسبت به نرخ‌های بالا بیشتر بوده است؛ به عبارتی در نرخ‌های پایین پوشش تحصیلی افزایش مخارج آموزشی خانوار به یک مقدار ثابت نسبت به نرخ‌های پوشش بالاتر تأثیر بیشتری دارد. با توجه به نتایج روش چندکی و ویژگی‌های خاص این روش برای بررسی عوامل مؤثر بر نرخ پوشش، در نرخ‌های بالا، پایین و میانه امکان بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر آن وجود دارد که در رگرسیون معمولی قابل بررسی نیست.

در مورد بودجه آموزشی نیز نتایج مشابه مخارج آموزشی خانوار به دست آمد؛ به عبارتی، در نرخ‌های پوشش پایین تأثیر افزایش بودجه آموزشی بیشتر بوده است. یکی از دلالت‌های این نتیجه این است که در استان‌های با نرخ پوشش پایین، افزایش بودجه‌های آموزشی می‌تواند تأثیر بیشتری بر نرخ پوشش نسبت به استان‌های دارای نرخ پوشش بالا داشته باشد.

برای دو متغیر نسبت معلم به دانش‌آموز و تعداد مدارس نیز نتایج مشابه بودجه آموزشی به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که در نرخ‌های پایین پوشش تحصیلی در استان ایلام، افزایش تعداد کلاس و افزایش تعداد معلم به ازای هر دانش‌آموز می‌تواند تأثیراتی قوی بر نرخ پوشش داشته باشد.

برای درآمد سرانه به عنوان معیاری از رفاه و چشم‌اندازی از فعالیت‌های اقتصادی و توسعه اقتصادی نیز علامتی مشابه بودجه آموزشی و مخارج آموزشی خانوار به دست آمده و در بین متغیرهای مورد بررسی نیز بالاترین وزن مؤثر را بر نرخ پوشش تحصیلی داشته است. این موضوع بیانگر این نکته مهم است که تا چه اندازه نرخ پوشش تحصیلی و ویژگی‌های آموزشی می‌تواند با وضعیت اقتصادی یک منطقه یا کشور مرتبط باشد. این موضوع در حوزه جامعه‌شناسی نیز قابل بحث است و طبق سلسله نیازهای مازلو انسان‌ها پس از تأمین نیازهای اولیه خوراک، پوشاک و مسکن، به دنبال سایر نیازهای دیگر از جمله آموزش و بهداشت خواهند رفت. اثرات درآمد سرانه همچنین در نرخ‌های پوشش پایین قوی‌تر بوده است.

برخلاف درآمد سرانه که معیاری از رفاه است، تورم یک عامل بازدارنده رفاه است و از طریق کاهش قدرت خرید افراد، سبب افزایش بخشی از هزینه‌های خانوار در زمینه آموزش، بهداشت و سایر نیازهای ثانویه می‌شود. در ایران همواره نرخ‌های تورم بالا، افزایش سطح فقر و کاهش قدرت خرید



افراد و گرایش خانواده به کسب درآمد از طریق فعالیت‌های اقتصادی خرد به واسطه فرزندان، با افزایش ترک تحصیل همراه بوده و این تأثیر در نرخ‌های پایین پوشش تحصیلی شدت بیشتری داشته است؛ به عبارتی دیگر در مناطق با نرخ پوشش پایین، که نرخ فقر بیشتری را تجربه می‌کنند، افزایش تورم اثراتی منفی و قوی‌تر بر نرخ پوشش خواهد داشت.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تابع تولید آموزش، کاربرد مفهوم اقتصادی در حوزه آموزش است. این تابع رابطه بین نهاده‌ها و ستاده یا ستاده‌ها را نشان می‌دهد. در این مطالعه به برآورد تابع تولید آموزش در استان ایلام طی دوره زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۸ (داده‌های فصلی شده) با رویکرد رگرسیون چندکی پرداخته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که در بین ۷ متغیر مورد استفاده در تابع تولید برآورده شده برای استان ایلام، ۵ متغیر مخارج آموزشی خانوار، نسبت معلم به دانش آموز، تعداد مدارس، درآمد سرانه و شاخص قیمت استانی از تعیین‌کننده‌های اصلی نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام بوده‌اند. دو متغیر مخارج عمرانی استانی و نسبت دانش آموز به جمعیت نیز از تعیین‌کننده‌های نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام نبوده‌اند. بین متغیرهای برآورده شده، نسبت معلم به دانش آموز، تعداد مدارس، بودجه آموزشی و درآمد سرانه (به عنوان معیاری از رفاه) عامل اصلی و توضیح‌دهنده نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام بوده‌اند. برآورد بالا نشان می‌دهد که بهبود نرخ پوشش تحصیلی در یک استان یا سایر استان‌های مشابه، از ترکیبی از متغیرهای آموزشی و اقتصادی تأثیر می‌پذیرد.

بر اساس نتایج برآورده شده، تعداد مدارس و تعداد معلمان نسبت به دانش آموزان، تأثیر مثبت و معناداری بر نرخ پوشش تحصیلی در استان ایلام داشته و از جمله مهمترین عوامل مؤثر بوده است. افزایش تعداد مدارس، به‌ویژه در مناطق محروم، روستاها و مناطق دورافتاده می‌تواند راهکاری بلندمدت برای افزایش نرخ پوشش تحصیلی باشد؛ همچنین با بهبود زیرساخت‌های شبکه اینترنت در ایران می‌توان از قابلیت‌های مدارس از راه دور برای مناطق دورافتاده و محروم، به منظور بهبود پوشش تحصیلی در این استان‌ها، استفاده کرد. نتایج برآورد برای تعداد مدارس نشان داده که در نرخ‌های پوشش تحصیلی پایین

(کوانتایل یا چندک ۲۵ درصد)، تأثیر افزایش تعداد مدارس بر نرخ پوشش نسبت به نرخ‌های پوشش بالا قوی‌تر بوده است. یک دلالت سیاست‌گذاری این نتیجه این است که در استان‌های با نرخ پوشش پایین می‌توان در زمان کمتری به نرخ‌های پوشش بالاتر با ایجاد مدارس جدید رسید. در مناطق دارای نرخ پوشش بالا (کوانتایل یا چندک ۷۵ درصد) تأثیر افزایش تعداد مدارس کمتر بوده است؛ همچنین می‌توان با شناسایی مناطق مختلف محروم کشور و ایجاد بانک اطلاعاتی در زمینه نیازمندی‌های این مناطق و معرفی این مناطق به خیرین و نیکوکاران، ارگان‌ها و سازمان‌های مختلف، که بخش مهمی از بودجه‌های آنها در حوزه مسئولیت‌های اجتماعی صرف می‌شود، به افزایش دسترسی به آموزش عمومی کمک شایانی کرد. بخش مهمی از نرخ پوشش تحصیلی نیز با وضعیت اقتصادی خانوارها سر و کار دارد. تورم و درآمد سرانه نیز به عنوان دو معیار از وضعیت رفاهی افراد جامعه، نقش مهمی در نرخ پوشش تحصیلی دارند؛ افزایش نرخ تورم سبب می‌شود که افراد بیشتری در زیر خط فقر قرار گیرند؛ از این رو، گاهی ممکن است خانواده‌ها برای جبران کاهش قدرت خرید خود از فرزندان به عنوان منابعی برای کسب درآمد استفاده کنند و زمینه ترک تحصیل و کاهش نرخ پوشش تحصیلی را فراهم آورند. این موضوع در طی چند سال اخیر با افزایش سطح عمومی قیمت‌ها و کاهش قدرت خرید افراد قابل ملاحظه بود است. نتیجه این مقاله با بررسی‌های تجربی در نمونه‌های آماری مختلف که بر اساس آن، با کاهش قدرت خرید خانواده‌ها در اثر، تورم، فقر و بیکاری، آن چیزی که از لیست هزینه‌ها کم می‌شود هزینه آموزش است، همخوانی دارد. شناسایی خانواده‌های فقیر که به دلیل ناتوانی در تأمین خانواده، فرزندان خود را از تحصیل باز داشته‌اند و معرفی آنها به ارگان‌های خیریه می‌تواند به برگشت بخش بزرگی از این افراد به تحصیل کمک کند. ایجاد یک بانک اطلاعاتی در سطح شهرستان و استان و در سطح ملی می‌تواند به شناسایی افراد مذکور و ارائه کمک‌هایی در جهت بهبود وضعیت موجود کمک کند؛ بنابراین به عنوان بسته سیاستی پیشنهاد می‌شود در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها، به راه‌ها و عوامل افزایش شاخص‌های مؤثر بر تولید آموزش در استان ایلام، هم از حیث شاخص‌های داخل بخش آموزش و پرورش، نظیر شاخص‌های

نسبت دانش آموز به کلاس، نسبت دانش آموز به معلم، تعداد مدارس، تعداد کلاس، تعداد دانش آموز و نرخ پوشش تحصیلی در مقاطع مختلف و هم از نظر شاخص های بیرون از بخش آموزش و پرورش، نظیر افزایش درآمد سرانه، کنترل نرخ تورم و کاهش آن، کاهش نرخ بیکاری، افزایش قدرت خرید خانوارها و افزایش رفاه، توجه لازم صورت گیرد.

## منابع و مأخذ الف) فارسی

- حسین زاده، جواد و حبیب اله سلامی (۱۳۸۳)، «انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی (مطالعه موردی: تولید گندم)»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، دوره ۱۲ شماره ۴۸، صص ۷۳-۵۳.
- دبرتین، د. ال (۱۳۷۶)، اقتصاد تولید کشاورزی، ترجمه موسی نژاد و نجارزاده، تهران: مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.
- سالنامه آماری وزارت آموزش و پرورش (سالهای ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷)، وزارت آموزش و پرورش.
- سامتی، مرتضی، بهروز بختیاری و مصطفی عمادزاده (۱۳۸۲)، «برآورد تابع تولید آموزش عالی دانشگاه های دولتی ایران»، پژوهش و برنامه ریزی در آموزش عالی، شماره ۲۷ و ۲۸، صص ۴۲-۱.
- عمادزاده، مصطفی، نرگس صمدپور، همایون رنجبر و فیروزه عزیزی (۱۳۹۳)، «اثر آموزش بر سلامت در ایران: رویکرد تابع تولید»، تحقیقات مدل سازی اقتصادی، شماره ۱۵، صص ۱۸۷-۱۴۷.
- نادری، ابوالقاسم (۱۳۹۴)، «تابع تولید آموزش عالی: کاربردها، چالش ها و چشم اندازها»، پژوهش و برنامه ریزی در آموزش عالی، دوره ۲۱، شماره ۳، صص ۲۹-۱.

## ب) انگلیسی

- Abreu, M., Faggian, A., McCann, P. (2015). Migration and inter-industry mobility of UK graduates J. Econ. Geogr. 15, 353-385.

- Ashworth, J., Hotz, V.J., Maurel, A., Ranson, T. (2017). Changes across cohorts in wage returns to schooling and early work experiences. IZA Discussion Paper 11231.
- Biti, M; Irene, B; Yuya, S. (2018). Heterogeneous Firms, Skilled-Labor Productivity and the Destination of Exports. Unplug. Paper, UT Austin.
- Chang, G; S. Shi; Hu, Tin. (2019). China's education production function." Journal of Political Economy, 178: 352-381.
- Damon, A. and Glewwe, P. (2007). Three proposals to improve education in Latin American and the Caribbean: Estimates of the costs and benefits of each strategy. Department of Applied Economics, University of Minnesota.
- Dang, H.-A. (2007). the Determinants and Impacts of Private Tutoring Classes in Vietnam. PhD dissertation, University of Minnesota, Department of Applied Economics, St. Paul, MN.
- Dang, H.-A., and Rogers, H. (2008). The growing phenomenon of private tutoring: Does it deepen human capital, widen inequalities, or waste resources? World Bank Research Observer 23(2), 161-200.
- Holford, A. (2020). Youth employment, academic performance and labour market outcomes: Production functions and policy effects, Labor Economics 63 (2020); PP: 101-115.
- Koenker, R; Hallock, K. (2001). "Quantile Regression," Journal of Economic Perspectives, 15(4), 143-156.
- Koenker, R; Machado, F. (1999). "Goodness of Fit and Related Inference Processes for Quantile Regression," Journal of the American Statistical Association, 94(448), 1296-1310.
- Lee, D. (2013). The impact of repealing Sunday closing laws on educational attainment. J. Hum. Resour. 48, 286-310. doi:10.3368/jhr.48.2.286.