

بررسی رابطه میان تکنولوژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه (با رویکرد تعیین سطوح تکنولوژی با روش شدت R&D)

تکنولوژی و اندازه بهینه بنگاه تولیدی دو موضوع پراهمیت در حوزه ادبیات اقتصادی بوده و پیشرفت تکنولوژی می‌تواند با انتقال تابع تولید اندازه بهینه را تحت تأثیر قرار دهد. بر این اساس، می‌توان میان سطح تکنولوژی و اندازه بهینه رابطه معنی‌داری را جستجو نمود. این در حالی است که اگرچه مطالعات متعددی این دو مقوله را به صورت منفک مورد بررسی قرار داده‌اند اما در اندک مطالعه‌ای (خارجی یا داخلی) این دو موضوع به صورت هم‌زمان تحلیل شده است. از این‌رو، این مقاله با هدف بررسی تأثیر سطوح تکنولوژی بر اندازه بهینه طراحی شده است. در این پژوهش سطوح تکنولوژی با استفاده از شاخص شدت R&D و همچنین متغیر اندازه بهینه با روش کومانور- ویلسون و معیار ارزش تولید برای بنگاه‌های تولیدی در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان دهنده آن است که با افزایش سطح تکنولوژی، تولید بنگاه‌ها به اندازه بهینه نزدیک‌تر می‌شود. از نظر سیاست‌گذاری، این یافته مبین اهمیت سطح تکنولوژی در نزدیک شدن فعالیت بنگاه‌ها به اندازه بهینه بوده و از این‌رو لازم است تا در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی این امر به صورت جدی مدنظر قرار گیرد. چه آن‌که، فعالیت در نزدیکی اندازه بهینه زمینه را برای بقا بنگاه و نیز جلوگیری از خروج زود هنگام آن فراهم خواهد نمود.

طبقه‌بندی JEL: O۳۳, O۲۵, L۱

واژه‌های کلیدی: سطح تکنولوژی، اندازه بهینه، صنایع تولیدی ایران.

The relationship between technology and are manufactured optimally sized firms (with a view to determine the level of severity of technology R&D)

Technology and Minimum Efficient Scales (MES) of production firms are very important subjects in economic literature and technology development can affect the MES by transferring the production function. Accordingly, a significant correlation between technology levels and MES could be explored. While several studies have separately investigated these subjects, less researches (external or internal) have simultaneously analyzed them. Thus, this thesis has been designed to investigate effects of technology levels on MES. In the present study, technology levels have been measured using various indices including R&D intensity, skill levels, and educational levels of productive employees. Also MES variable has been evaluated with Comanor-Wilson method and scale of production value for production firms on ۱۹۹۵, ۲۰۰۰ and ۲۰۰۵. The results of this study indicate that increasing technology levels lead to approximation of firm's production to MES. From policy point of view, these results demonstrate the importance of technology levels for approximation of firms' activity toward the MES, so it's crucial to consider this matter in economic policies, Because close acting to MES will retain the firm's survival and prevents from its early exit.

JEL Classification: L۱, O۲۵, O۳۳

Keywords: Technology Level, Minimum Efficient Scale, Iranian Manufacturing Industries

۱. مقدمه

اهمیت تأثیر تکنولوژی بر عملکرد بنگاه‌های اقتصادی اگرچه از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است اما تأکید بر جایگاه تکنولوژی در دو دهه اخیر به یکی از مهم‌ترین اهداف تولیدکنندگان در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تبدیل شده است. در این میان، نقش کلیدی تکنولوژی در رقابت‌پذیری بنگاه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در حوزه ادبیات اقتصادی منجر به جایگاه ویژه تکنولوژی در رساندن یک بنگاه به اهداف اقتصادی آن و از جمله دست‌یابی به حداکثر سود گردیده است. این در حالی است که در طیف دیگر و بر اساس مبانی اقتصادی، تولید در سطح بهینه از عوامل مؤثر در دست‌یابی بنگاه به حداکثر سود تلقی می‌شود. با نگاهی دیگر و از آن‌جا که ظرفیت‌های رها شده در هر بنگاه یا صنعت نشان‌دهنده فاصله تولید تا میزان تولید بهینه (MES^۱) یک بنگاه می‌باشد، تولیدکنندگان همواره سعی در حداقل نمودن این ظرفیت‌ها را داشته و به عبارتی می‌کوشند تا تولید بنگاه را به میزان تولید بهینه نزدیک‌تر نمایند. از این‌رو، تکنولوژی به عنوان عاملی تأثیرگذار بر تولید در اندازه بهینه و در نتیجه ظرفیت‌های رها شده و نیز خالی تولید و انتقال‌دهنده تابع تولید از اهمیت ویژه‌ای در این حوزه برخوردار گردیده است. بر این اساس این پژوهش با هدف اصلی بررسی رابطه میان تکنولوژی و اندازه بهینه بنگاه طراحی و مطالب آن در هشت بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه بخش دوم به بیان مبانی نظری تکنولوژی، اندازه بهینه و تأثیر تکنولوژی بر اندازه بهینه اختصاص یافته است. در بخش سوم مطالعات انجام شده در حوزه تلفیق دو موضوع تکنولوژی و اندازه بهینه ارائه شده و بخش چهارم شامل متغیرها و نحوه محاسبه آن‌ها می‌باشد. در بخش پنجم داده‌ها و ویژگی‌های آن‌ها به تصویر کشیده شده و بخش ششم مدل به‌کار رفته در این مقاله معرفی گردیده است. بخش هفتم به بررسی نتایج حاصل از این پژوهش اختصاص یافته و ارائه سیاست‌های پیشنهادی موضوع بخش پایانی است.

۲. مبانی نظری

۱-۲. تعاریف تکنولوژی و سطوح مختلف آن

اصطلاح تکنولوژی از دو واژه یونانی «تکنو» به معنای هنر و صنعت و «لوژی» به معنای علم تشکیل گردیده که بر اساس معادل انگلیسی می‌توان آن را «فن‌شناسی» یا «فن‌آوری» در فارسی معنا نمود (رحمانی و علیزاده، ۱۳۸۶). با این وجود، در ادبیات اقتصادی به دلیل گستردگی مفهوم تکنولوژی تعاریف متعددی برای آن وجود دارد. به عنوان مثال، پورتر^۲ (1998) تکنولوژی را مجموعه‌ای از دانش، محصولات، فرآیندها، ابزارها، روش‌ها، ساختارها و سیستم‌هایی می‌داند که در ایجاد ارزش افزوده در یک سیستم به کار گرفته می‌شود. از نظر UNIDO^۳ تکنولوژی دانش و مهارت لازم برای تولید کالا و خدماتی است که حاصل قدرت تفکر و شناخت انسان و ترکیب قوانین موجود در طبیعت است (فیض‌پور و رضایی، ۱۳۹۱). رحمانی و علیزاده (۱۳۸۶) با توجه به اطلس تکنولوژی، آن را عامل تبدیل‌کننده منابع طبیعی، زمین، سرمایه و نیروی انسانی به کالاهای ساخته شده تعریف کرده و بنابراین تکنولوژی ترکیب پیچیده‌ای از چهار عنصر سخت‌افزار و ماشین‌آلات، دانش فنی یا ابزار اطلاعات، توانایی‌های انسانی تکنولوژی و سازماندهی و مدیریت تعریف شده است. گزارش توسعه صنعتی (UNIDO^۴, 2011) تکنولوژی را استفاده از دانش به منظور تولید دانسته که شامل فرآیندهای سازمانی (شیوه‌های سازمانی و مدیریتی و فرآیندهای تولید)، دانش (ضمنی و مدون) و محصولات و ماشین‌آلات (تجهیزات فیزیکی و مصنوعات) می‌باشد. خلیل^۵ (۲۰۰۰) تکنولوژی را فرآیند ترکیب نظام‌مند ابزار، دانش فنی و اطلاعات لازم برای به‌کارگیری ابزار و نیز مهارت‌های انسانی مورد نیاز برای استفاده از دانش و ابزار می‌داند. این در حالی است که همانند تعاریف متعدد، روش‌های مختلفی نیز جهت طبقه‌بندی بنگاه‌ها و صنایع تولیدی برحسب سطوح تکنولوژی ارائه شده و در این میان طبقه‌بندی‌های UNIDO^۶، OECD^۶، شدت R&D، سطوح مهارتی و آموزشی از مهم‌ترین آن‌ها تلقی می‌شود.

^۱ Minimum Efficient Scales

^۲ Porter

^۳ United Nations Industrial Development Organization

^۴ Industrial Development Report

^۵ Kalil

^۶ Organization of Economic Cooperation and Development

طبقه‌بندی UNIDO: یکی از مهم‌ترین روش‌های طبقه‌بندی صنایع تولیدی برحسب سطوح مختلف تکنولوژی است و این طبقه‌بندی را می‌توان در جدول (۱) مشاهده نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این طبقه‌بندی صنایع تولیدی در سطح کدهای دو رقمی^۱ ISIC در چهار سطح صنایع با تکنولوژی بالا (HT^۲)، متوسط رو به بالا (MHT^۳)، متوسط رو به پایین (MLT^۴) و پایین (LT^۵) تقسیم شده‌اند.

جدول ۱. طبقه‌بندی صنایع تولیدی بر اساس کدهای دو رقمی ISIC با توجه به معیار شدت تکنولوژی

کد صنعت	طبقه‌بندی تکنولوژی			
	L T	ML T	MH T	HT
۱۵	✓			
۱۶	✓			
۱۷	✓			
۱۸	✓			
۱۹	✓			
۲۰	✓			
۲۱	✓			
۲۲	✓			
۲۳		✓		
۲۴			✓	
۲۵		✓		
۲۶		✓		
۲۷		✓		
۲۸		✓		
۲۹			✓	
۳۰			✓	
۳۱			✓	

^۱ International Standard Industrial Classification

^۲ High Technology

^۳ Medium High Technology

^۴ Medium Low Technology

^۵ Low Technology

طبقه‌بندی تکنولوژی				نام صنعت	کد صنعت
L T	ML T	MH T	HT		
		✓		تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲
		✓		تولید ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت‌های مچی	۳۳
		✓		تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم‌تریلر	۳۴
		✓		تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۵
✓				تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۶
✓				بازیافت	۳۷

مأخذ: UNIDO, ۲۰۱۱.

روش طبقه‌بندی OECD: معیار دیگری برای طبقه‌بندی صنایع تولیدی بر حسب سطح تکنولوژی مانند جدول (۲) است (INE^۱, ۲۰۰۲). همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این طبقه‌بندی صنایع تولیدی با معیار شدت R&D در چهار گروه تکنولوژی بالا، متوسط رو به بالا، متوسط رو به پایین و پایین تقسیم شده‌اند.

جدول ۲. طبقه‌بندی صنایع تولیدی کشورهای عضو OECD با توجه به معیار شدت R&D (طی دوره ۹۵-۱۹۸۰).

طبقه‌بندی تکنولوژی				نام صنعت
LT	MLT	MHT	HT	
			✓	۱. ساخت هواپیما و صنعت فضایی
			✓	۲. ماشین‌های اداری و کامپیوتر
			✓	۳. صنعت داروسازی
			✓	۴. ارتباطات الکترونیک
		✓		۵. ابزار علمی
		✓		۶. ماشین‌آلات برقی
		✓		۷. صنعت خودرو
		✓		۸. تولیدات شیمیایی
		✓		۹. ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی
	✓			۱۰. ساخت و ساز نیروی دریایی
	✓			۱۱. لاستیک و پلاستیک
	✓			۱۲. سایر موارد حمل و نقل
	✓			۱۳. سنگ، خاک رس و شیشه ای
	✓			۱۴. تولیدات غیرفلزی آهنی
	✓			۱۵. سایر صنایع تولیدی

^۱ Instituto Nacional Estadística

طبقه‌بندی تکنولوژی				نام صنعت
LT	MLT	MHT	HT	
	✓			۱۶. تولیدات فلزی
✓				۱۷. پالایش و پخش نفت
✓				۱۸. فلزات آهنی
✓				۱۹. کاغذ، چاپ و نشر و چاپ
✓				۲۰. نساجی، تولید چرم
✓				۲۱. تولید مبلمان و مواد ساخته شده از چوب، چوب پنبه،
✓				۲۲. مواد غذایی، نوشابه و توتون و تنباکو

مأخذ: ۲۰۰۲، INE.

شدت R&D: روش دیگر برای طبقه‌بندی صنایع بر حسب تکنولوژی است که این معیار به دو روش مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌شود. شدت R&D مستقیم از نسبت مخارج R&D به ارزش تولید، ارزش افزوده و یا میزان فروش به دست می‌آید (هاتزیچرونوگلو^۱، ۱۹۹۷). روش غیرمستقیم نیز با استفاده از تابع معکوس لئونتیف و تخمین ماتریس جریان تکنولوژی محاسبه می‌گردد^۲. لازم به یادآوری است در این مطالعه و با معیار مذکور بنگاه‌هایی که سهم R&D در آن‌ها کم‌تر از یک، یک تا چهار و بیش از چهار درصد باشد به ترتیب با سطوح تکنولوژی پایین (LT)، تکنولوژی متوسط (MT^۳) و تکنولوژی بالا (HT) شناخته شده‌اند (فیض‌پور و رضایی، ۱۳۹۱).

سطوح مهارتی کارکنان: شاخص سطح مهارت کارکنان یا کیفیت نیروی انسانی جهت طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی به کار گرفته می‌شود. این شاخص از نسبت تعداد مهندسين و تکنسین‌ها به تعداد کل شاغلان یک بنگاه یا صنعت به دست می‌آید. در این مطالعه و با معیار مذکور بنگاه‌هایی که سطوح مهارتی کم‌تر از پانزده، پانزده تا بیست و بیش‌تر از بیست دارند به ترتیب در سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا قرار گرفته‌اند (فیض‌پور و دیگران، ۱۳۹۱).

سطوح آموزشی کارکنان: یکی از معیارهای مناسب جهت بررسی سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، سطح آموزش کارکنان تولیدی می‌باشد. در گزارش OECD (۲۰۱۳) تعریف دیگری از مهارت و یا اندازه‌گیری آن بر اساس ISCED^۴ ۹۷ انجام شده که سطح مهارت را به سه دسته پایین (تحصیلات کم‌تر از متوسطه یا دبیرستان)، متوسط (دارای آموزش متوسطه) و بالا (آموزش عالی) تقسیم نموده است. در این مطالعه شاخص سطح آموزش از نسبت تعداد کارکنان دارای تحصیلات عالی به تعداد کل کارکنان تولیدی تعریف و محاسبه گردیده است. بر این اساس، بنگاه‌هایی که دارای سطوح آموزشی کم‌تر از پانزده، پانزده تا بیست و بیش‌تر از بیست باشند به ترتیب در سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا طبقه‌بندی شده‌اند.

۲-۲. اندازه بهینه تولید و تأثیر تکنولوژی بر آن: اندازه بهینه یکی دیگر از مباحث پراهمیت در حوزه ادبیات اقتصادی است و در این زمینه تعاریف و مفاهیم متعددی توسط محققین برای تولید بهینه یا حداقل اندازه کارا و صرفه‌های ناشی از مقیاس^۵ ارائه گردیده است. به عنوان مثال، استیگلر^۶ (۱۹۵۸) صرفه‌های ناشی از مقیاس را رابطه میان اندازه بنگاه و هزینه‌های تولید آن تعریف کرده است، این رابطه به‌گونه‌ای است که تولید در حداقل منحنی هزینه متوسط انجام می‌گیرد. هم‌چنین، دیکسون^۷ (۱۹۹۷) معتقد است که صرفه‌های ناشی از مقیاس زمانی مهم است که تعداد زیادی از بنگاه‌ها به‌طور مؤثر و کارا از این صرفه‌های ناشی از مقیاس بهره‌برداری کنند. براین اساس و مطابق شکل (۱) می‌توان صرفه‌های ناشی از

^۱ Hatzichronoglou

^۲ خواننده علاقه‌مند برای آشنایی با روش‌های غیرمستقیم به هاتزیچرونوگلو (۱۹۹۷) مراجعه نماید.

^۳ Medium Technology

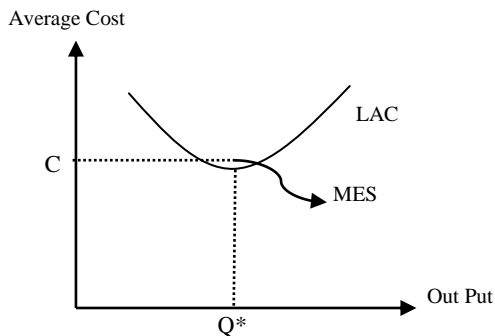
^۴ International Standard Classification of Education

^۵ Economies of Scale

^۶ Stigler

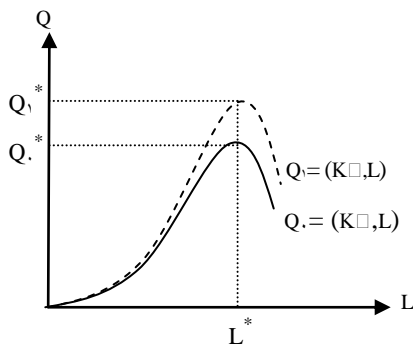
^۷ Dickson

مقیاس تولید را در قسمت نزولی منحنی هزینه متوسط بلند مدت (LAC^1) و عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس^۲ را در قسمت صعودی LAC نشان داد. در شکل مذکور، اندازه بهینه تولید (MES) بنگاه در حداقل هزینه متوسط بلندمدت است؛ چنانچه بنگاه در هر میزانی کمتر از Q^* تولید نماید با ظرفیت رها شده مواجه خواهد شد.



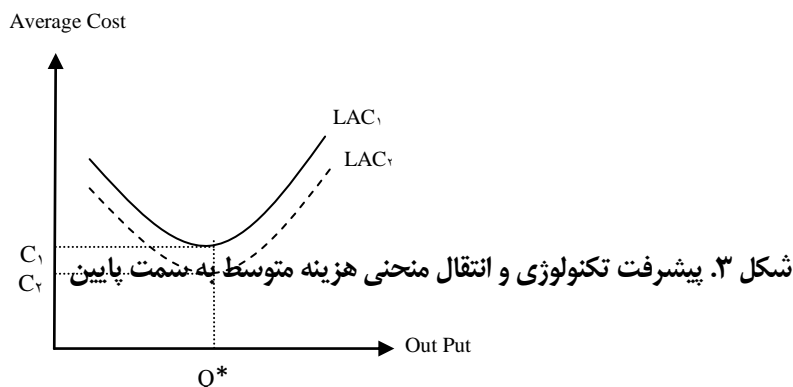
شکل ۱. منحنی هزینه متوسط بلند مدت

طبق آنچه گفته شد پیشرفت تکنولوژی موجب انتقال تابع تولید به سمت بالا و منحنی‌های هزینه تولید به سمت پایین خواهد شد. بر این اساس، در شکل (۲) پیشرفت تکنولوژی باعث افزایش تولید محصولات با همان مقدار نهاده قبلی شده است (شاکری، ۱۳۸۹). این در حالی است که مطابق شکل (۳) ارتقاء سطح تکنولوژی جابه‌جایی منحنی هزینه متوسط به سمت پایین و تولید همان مقدار محصول در سطح کمتری از هزینه تولید را در پی خواهد داشت (پندیک و رابین‌فلد،^۳ ۱۹۸۹).



شکل ۲. پیشرفت تکنولوژی و انتقال تابع تولید

^۱ Long- Run Average Cost
^۲ Diseconomies of Scale
^۳ Pindyck and Rubinfeld



۳. مروری بر مطالعات پیشین

اگرچه تکنولوژی و اندازه بهینه دو مقوله پراهمیت در حوزه ادبیات اقتصادی تلقی می‌گردد و مطالعات بسیاری در رابطه با موضوعات مذکور به صورت مجزا انجام گرفته است اما اندک مطالعاتی تکنولوژی و اندازه بهینه را به‌طور همزمان مورد بررسی قرار داده‌اند. در این میان مطالعه سوآمید و کوتا^۱ (۱۹۹۷) به بررسی رابطه میان کاربرد متغیرهای تکنولوژی تولید پیشرفته (AMT^۲)، اندازه بنگاه و عملکرد آن‌ها در صنایع تولیدی ایالات متحده پرداخته است. برای انجام این پژوهش، بنگاه‌های صنایع تولیدی آمریکا در سطح کدهای دو رقمی (۳۹-۳۴) ISIC در سال ۱۹۹۰ مورد مطالعه قرار گرفته است. آن‌ها نشان داده‌اند که رابطه مثبتی میان اندازه بنگاه‌ها و فناوری پیشرفته وجود دارد؛ یعنی تولید تابعی از فناوری‌های تولید پیشرفته می‌باشد، پس با افزایش فناوری اندازه تولید نیز افزایش خواهد یافت.

مارسیلی^۳ (۲۰۰۵) به منظور بررسی تأثیر تکنولوژی بر توزیع اندازه بنگاه‌ها از اطلاعات بنگاه‌های صنایع تولیدی کشور هلند طی دوره ۹۸-۱۹۹۶ استفاده نموده است. وی در این مطالعه به منظور بررسی توزیع اندازه بنگاه‌ها با قانون پارتو^۴ مدل رگرسیون خطی log-log را به‌کار گرفته است. هم‌چنین برای بررسی متغیر تکنولوژی ابتدا تکنولوژی را به چهار دسته سطح فرصت تکنولوژی، انباشت نوآوری، منابع فرصت‌های تکنولوژی و فرآیند نوآوری تقسیم‌بندی نموده، سپس به ارزیابی روش‌های اندازه‌گیری فعالیت‌های نوآوری پرداخته و در نهایت چنین نتیجه‌گیری کرده است که تکنولوژی موجب تقعر توزیع اندازه بنگاه‌ها خواهد شد.

کروساتو و دیگران^۵ (۲۰۰۹) با استفاده از داده‌های ۵۴۴۵ بنگاه با حداقل ۲۰ کارکن صنایع تولیدی کشور ایتالیا طی دوره ۹۷-۱۹۸۹، رابطه میان توزیع اندازه بنگاه‌ها و تکنولوژی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها شکل توزیع اندازه بنگاه‌ها در رابطه با کشش مقیاس را به‌صورت پارتو رسم نمودند که بخشی از آن مقعر و بخشی خطی بوده و در نهایت به این نتیجه دست یافتند که بنگاه‌های موجود در قسمت تقعر دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس و بنگاه‌های موجود در قسمت خطی دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس می‌باشند.

شهنازی (۱۳۹۱) به منظور بررسی عوامل مؤثر بر تولید صنایع با فناوری بالا در اقتصاد دانش‌محور، ۴۸ کشور را طی دوره زمانی ۷-۲۰۰۰ مورد مطالعه قرار داده است. وی در این مطالعه به منظور تقسیم‌بندی صنایع از لحاظ درجه فناوری از شاخص‌های OECD و شدت R&D استفاده نموده و در نهایت چنین نتیجه‌گیری کرده است که اطلاعات و ارتباطات، هزینه تحقیق و توسعه و آموزش بر تولید صنایع با فناوری برتر همواره تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند. بر این اساس همان‌گونه که مشاهده گردید تنها مطالعات اندکی موضوع تکنولوژی و تأثیر آن بر اندازه بهینه را مورد توجه قرار داده‌اند و از این‌رو، مطالعه حاضر می‌تواند به عنوان گامی نخستین در این راستا قلمداد شود.

۴. متغیرهای مورد بررسی و نحوه محاسبه آن‌ها

^۱ Swamidass and Kotha

^۲ Advanced Manufacturing Technology

^۳ Marsili

^۴ Pareto Law

^۵ Crosato, Destefanis and Ganugi

هدف اصلی این مقاله بررسی رابطه میان تکنولوژی و اندازه بهینه است و از این رو، سطح تکنولوژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه به عنوان متغیرهای این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب، سطوح مختلف تکنولوژی که با استفاده از شاخص شدت R&D و به صورت متغیرهای مجازی تعریف می‌شوند متغیرهای مستقل و فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه متغیر وابسته می‌باشد. لازم به یادآوری است نحوه تعریف سه سطح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا توسط شاخص شدت R&D در بخش مبانی نظری ارائه گردیده است. برای محاسبه اندازه بهینه به روش کومانور- ویلسون ابتدا کلیه بنگاه‌های موجود در صنعت را برحسب ارزش تولید از صعودی به نزولی مرتب و مجموع این ارزش را (فراوانی تجمعی) محاسبه نموده و در نهایت میانگین اندازه نیمه بزرگ‌تر بنگاه‌ها بیان‌گر میزان MES است. این روند را می‌توان با فرمول (۱) نشان داد (فیض‌پور و دیگران، ۱۳۸۸). در این فرمول $F(n)$ فراوانی تجمعی ارزش تولید بنگاه‌ها را نشان داده و بنگاه‌هایی را که فراوانی تجمعی آن‌ها بالاتر از $F(n)/2$ است را m می‌نامیم. در صورتی که پس از محاسبه اندازه بهینه (MES)، مقدار تولید هر بنگاه از آن کم شود فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه به دست خواهد آمد. این عدد می‌تواند مثبت، صفر یا منفی بوده اما در این پژوهش قدر مطلق فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه در نظر گرفته خواهد شد.

$$MES = \frac{F(n)/2}{m} \quad (1)$$

۵. داده

از آن‌جا که این مقاله به بررسی تأثیر تکنولوژی بر اندازه بهینه پرداخته و از سوی دیگر، تکنولوژی متغیری است که نیاز به گذر زمان داشته تا بتوان تأثیر آن را بر سایر متغیرها بررسی نمود؛ بنابراین داده‌های به کار گرفته شده اطلاعات بنگاه‌های تولیدی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر برای سال‌های اول برنامه دوم، سوم و چهارم توسعه (۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴) جمهوری اسلامی ایران است. این داده‌ها در سطح کدهای چهار رقمی ISIC بوده که از مرکز آمار ایران تهیه شده است. به‌طور کلی ۳۶۱۲۰ بنگاه در سه سال مذکور از منظر سطح تکنولوژی و اندازه بهینه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

۶. مدل مورد بررسی (رگرسیون پانل دیتا)

در این پژوهش جهت بررسی رابطه میان سطح تکنولوژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه از روش تخمین رگرسیون پانل دیتا استفاده شده است. پانل دیتا، داده‌های مقطعی را در یک دوره زمانی بررسی کرده یا به عبارتی دیگر، ترکیبی از داده‌های سری‌زمانی و مقطعی را مطالعه می‌کند. بدین ترتیب، با استفاده از متغیرهای فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه و سطح تکنولوژی برای سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ پانل دیتا را ایجاد نموده و تخمین مدل رگرسیون در نرم‌افزار EViews انجام شده است. برای بیان مدل تخمینی در این مقاله ابتدا یک مدل اقتصادسنجی ساده به صورت فرمول (۲) نشان داده می‌شود که در آن Y متغیر وابسته، C عرض‌از مبداء، X متغیر مستقل و یا توضیحی، U_i جزء خطا می‌باشند. عرض از مبداء نشان دهنده تأثیر سایر متغیرهایی است که در مدل در نظر گرفته نشده اما تأثیرگذار بوده‌اند.

$$Y = C + \beta X + U_i \quad (2)$$

در ادامه، جهت بررسی وجود رابطه معنی‌دار میان سطح تکنولوژی و اندازه بهینه بنگاه‌ها از دو متغیر تکنولوژی و فاصله تولید از اندازه بهینه استفاده شده است، به‌گونه‌ای که داده‌های متغیر تکنولوژی به صورت مجازی (HT ، MT ، LT) می‌باشد. بر این اساس، رابطه میان فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه و تک تک سطوح تکنولوژی مطابق فرمول (۳) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

$$ABSDIST = \beta_1 HT + \beta_2 MT + \beta_3 LT \quad (3)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، رابطه (۳) بدون عرض از مبداء بوده چراکه تنها دو متغیر مذکور مورد بررسی قرار گرفته‌اند و از تأثیر سایر عوامل بر فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه چشم‌پوشی شده است. لازم به‌ذکر است در رابطه مذکور $ABSDIST$ نشان دهنده قدر مطلق فاصله اندازه تولید هر بنگاه از اندازه بهینه صنعت و هم‌چنین HT ، MT و LT به ترتیب معرف متغیر مجازی سطح تکنولوژی بالا، متوسط و پایین می‌باشد.

تحلیل مانایی (آزمون ریشه واحد)^۱ آزمونی است که برای اطمینان از عدم وجود رگرسیون کاذب انجام می‌شود و زمانی که تعداد مشاهدات سری زمانی در هر کدام از مقاطع زیاد باشد می‌توان این آزمون را مورد بررسی قرار داد. هم‌چنین اگر دوره زمانی مورد مطالعه کمتر از ۱۰ سال باشد، انجام آزمون ریشه واحد ممکن نبوده و نتایج از اعتبار کافی برخوردار نخواهند بود (ابریشمی، ۱۳۹۲). از آن‌جا که داده‌های مورد بررسی در این پژوهش سه سال می‌باشد بنابراین آزمون مانایی را برای آن‌ها نمی‌توان انجام داد. در ادامه، مدل ارائه شده در فرمول (۳) جهت بررسی معنی‌داری رابطه میان تکنولوژی و اندازه بهینه با استفاده از OLS^۲ تخمین زده شده است که پس از بررسی نتایج حاصل از آن برای اطمینان از وجود یا عدم وجود واریانس ناهمسانی در مدل با به‌کارگیری آزمون گلدفلد کوانت^۳ فرضیه‌های H_۰ و H_۱ که به‌صورت زیر بیان شده، مورد آزمون قرار گرفته‌اند

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{وجود واریانس همسانی} \\ H_1: \text{عدم وجود واریانس همسانی} \end{array} \right.$$

شیوه انجام آزمون گلدفلد کوانت چنین می‌باشد که ابتدا داده‌های مجذور باقی‌مانده‌ها را از نزولی به صعودی مرتب نموده، سپس با توجه به آن که در مدل تجربی دو متغیره مونت کارلو^۴ در صورتی که حجم نمونه ۳۰ باشد حدود ۸ مشاهده حذف می‌شود. بر این اساس، ۱۶۴۱ بنگاه در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفته است که ۴۳۸ بنگاه موجود در مرکز داده‌ها جهت تأکید بر اختلاف بین گروه واریانس کوچک (یعنی RSS_۱) و گروه واریانس بزرگ (RSS_۲) حذف گردیده، سپس مجذور باقی‌مانده‌ها را در دو گروه بالا و پایین محاسبه نموده و طبق فرمول (۴)، F محاسبه شده است (ابریشمی، ۱۳۹۲).

$$F = \frac{RSS_2 / df}{RSS_1 / df} \quad (4)$$

لازم به‌ذکر است که درجه آزادی طبق فرمول (۵) محاسبه می‌گردد.

$$df = (N - C - 2K/2) \quad (5)$$

همان‌گونه که در فرمول (۵) مشاهده می‌شود، N (تعداد مشاهدات)، C (تعداد مشاهدات حذف شده) و K (تعداد پارامترهای تخمین زده شده) می‌باشد. در این پژوهش درجه آزادی ۶۰۰ بوده و پس از محاسبه رابطه (۲ و ۳)، F تخمین زده شده (۱/۴۳) از F جدول (۱/۱۱) بزرگ‌تر شده و در نتیجه فرضیه صفر که وجود همسانی واریانس بوده پذیرفته نشده و در نتیجه واریانس ناهمسانی در مدل وجود دارد. از این‌رو، واریانس ناهمسانی مدل‌های مذکور با به‌کارگیری GLS^۵ برطرف خواهد شد.

۷. نتایج تجربی

در این قسمت با استفاده معیار شدت R&D ابتدا سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی در سال ۱۳۷۴ مشخص گردیده، سپس صنعت‌هایی که دارای هر سه سطح تکنولوژی بوده انتخاب و برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ پیگیری شده و در نهایت ۵۴۷ بنگاه که در هر سه سال فعالیت داشته‌اند مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تخمین رگرسیون‌های برازش شده در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تخمین بررسی رابطه میان تکنولوژی (معیار شدت R&D) و فاصله تولید از اندازه بهینه برای بنگاه‌های تولیدی ایران در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۴ (روش OLS)

^۱ Unit Root Test

^۲ Ordinary Least Squares

^۳ Goldfeld-Quandt test

^۴ Monte Carlo

^۵ Generalized Least Squares

Variable	Coefficient	Std.Err	T	P>	t	D-W
Tech= HT	۵۹۴۴۴/۲	۲۰۵۱۲/۵۴	۲/۹	۰/۰۰۴		۰/۹۴
Tech= MT	۱۲۲۷۵۰/۸	۱۵۷۵۵/۹۸	۷/۸	۰/۰۰۰		
Tech= LT	۱۸۷۶۵۲/۹	۶۱۲۶/۰۵	۳۰/۶	۰/۰۰۰		

مأخذ: نتایج تحقیق.

با توجه به جدول (۳) از آنجا که مقدار آماره دوربین واتسون پایین بوده و حاکی از وجود خودهمبستگی بین جملات اخلاص می‌باشد و علاوه بر آن، نتایج آزمون گلدفلد کوانت وجود واریانس ناهمسانی را تأیید نموده است از این‌رو، نتایج حاصل از تخمین OLS قابل اطمینان نبوده و به منظور رفع مشکلات مذکور از تخمین GLS استفاده می‌شود.

جدول ۴. نتایج تخمین بررسی رابطه میان تکنولوژی (معیار شدت R&D) و فاصله تولید از اندازه بهینه برای بنگاه‌های تولیدی ایران در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، و ۱۳۸۴ (روش GLS)

Variable	Coefficient	Std.Err	T	P>	t	D-W
Tech= HT	۹۰۷۷۹/۷۸	۱۲۰۰۳/۱۹	۷/۵۶	۰/۰۰۰		۲/۱۹
Tech= MT	۹۴۹۹۱/۹۱	۹۷۱۵/۹۶	۹/۷۷	۰/۰۰۰		
Tech= LT	۱۰۸۱۲۱/۱	۴۹۵۵/۳	۲۱/۸۲	۰/۰۰۰		

مأخذ: نتایج تحقیق.

همان‌گونه که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، با استفاده از تخمین GLS مشکل خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی برطرف گردیده و بر این اساس نتایج قابل اطمینان می‌باشد. با توجه به ضرایب رگرسیون نتایج حاکی از آن است که همسو با انتظار رابطه معکوس و معنی‌داری میان سطح تکنولوژی بنگاه‌ها و فاصله تولید از اندازه بهینه وجود دارد. به عبارتی فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه در سطوح تکنولوژی بالا کم‌تر از سطوح تکنولوژی متوسط بوده و نیز در سطوح تکنولوژی متوسط کم‌تر از سطوح تکنولوژی پایین می‌باشد. بنابراین هرچه سطح تکنولوژی بنگاه‌ها بالاتر باشد در فواصلی نزدیک به اندازه بهینه فعالیت خواهند داشت.

۸. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و سیاست‌های پیشنهادی

فعالیت در اندازه‌هایی کم‌تر از اندازه بهینه از دیرباز به عنوان یکی از معضلات اساسی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه قلمداد می‌گردد. مطالعات گسترده‌ای کوشیده‌اند تا ظرفیت‌های رها شده در هر اقتصاد را برآورد نمایند. این در حالی است که در طیف دیگر مطالعات متعددی کوشیده‌اند تا عوامل مؤثر بر فعالیت در ظرفیت‌های کم‌تر از اندازه بهینه را مورد سنجش و ارزیابی قرار دهند. با این وجود، در میان عوامل مؤثر بر ظرفیت یک بنگاه در مقایسه با اندازه بهینه سطح تکنولوژی صنعتی که بنگاه در آن فعالیت می‌نماید از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده اما در این راستا مطالعات اندکی مورد بررسی و کنکاش قرار گرفته است. بر این اساس، این مطالعه با هدف تأثیر تکنولوژی صنعت بر اندازه بهینه بنگاه طراحی گردیده و انتظار بر آن بوده است تا بنگاه‌هایی که با سطح تکنولوژی بالاتری فعالیت می‌کنند از ظرفیت‌های رها شده کم‌تری برخوردار بوده و به عبارتی بتوان بین سطح تکنولوژی و فاصله فعالیت از اندازه بهینه رابطه معکوس و معنی‌داری را مشاهده نمود. نتایج این مطالعه نیز همسو با انتظار نشان داده است که موضوع فوق در مورد صنایع تولیدی ایران صادق بوده و سطح تکنولوژی توانسته است به صورت معنی‌داری دوری یا نزدیکی فعالیت نسبت به اندازه بهینه را تبیین نماید. بر این اساس و از نگاه سیاست‌گذاری و از آنجا که معیار موردنظر در این پژوهش برای تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی شدت R&D است می‌توان پیشنهاد نمود تا بنگاه‌های صنعتی با افزایش سهم R&D زمینه را برای فعالیت در

اندازه‌هایی نزدیک‌تر به اندازه بهینه فراهم نموده و به عبارتی ظرفیت‌های رها شده خود را کاهش دهد. این موضوع در مورد هر دو دسته از بنگاه‌های موجود و جدیدالورود مصداق داشته و از این‌رو، سیاست‌های حمایتی برای چنین بنگاه‌هایی و به ویژه بنگاه‌های جدیدالورود می‌تواند بر ارتقاء سطح R&D این بنگاه‌ها تمرکز یابد.

منابع

- ابریشمی، حمید (۱۳۹۲)، مبانی اقتصاد سنجی (جلد دوم)، تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- رحمانی، کمال‌الدین و حسین علیزاده (۱۳۸۶)، "سنجش سطح تکنولوژی صنایع کشور بر اساس مدل ESCAP و ارائه راهکارهای توسعه تکنولوژی"، علوم مدیریت، شماره ۳، صص ۲۳۷-۲۰۵.
- شاکری، عباس (۱۳۸۹)، نظریه و سیاست‌های اقتصاد کلان، تهران: انتشارات رافع.
- شهنازی، روح‌اله (۱۳۹۱)، "عوامل مؤثر بر تولید صنایع با فناوری برتر در اقتصاد دانش‌محور (رهیافت Panel Data به روش GLS)"، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، شماره ۳۳، صص ۱۲-۲.
- فیض‌پور، محمدعلی، نسیم باغبان فردوس و آسیه قربانی (۱۳۸۸)، "تعیین اندازه بهینه بنگاه در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی ایران طی برنامه سوم توسعه"، مجله علمی- پژوهشی دانش و فناوری، صص ۳۰-۱.
- فیض‌پور، محمدعلی و عباس رضایی نوجینی (۱۳۹۱)، "سطح تکنولوژی و احتمال خروج بنگاه‌های جدیدالورود صنایع تولیدی ایران با استفاده از مدل مخاطره کاکس"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳، صص ۱۳۲-۱۰۷.
- فیض‌پور، محمدعلی، محمدرضا دهقان‌پور و قدرت‌اله طلایی (۱۳۹۱)، "تمایزات منطقه‌ای و سطوح تکنولوژی تولیدات صنعتی ایران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی"، شماره ۴، صص ۱۴۶-۱۲۹.
- Crosato, Lisa, Destefanis, Sergio, & Ganugi, Piero.** (۲۰۰۹). "Firm Size Distribution and Returns to Scale. Non-Parametric Frontier Estimates from Italian Manufacturing". Center for Studies in Economics and Finance. Working Paper No. ۲۲۸, pp. ۱-۴۰.
- Dickson, Vaughan.** (۱۹۹۷). "Optimal Concentration and Deadweight Losses in Canadian Manufacturing". Review of Industrial Organization, ۱۲, pp ۷۱۹-۷۳۲.
- Hatzichronoglou, Thomas.** (۱۹۹۷). "Revision of the High- Technology Sector and Product Classification". OECD Science, Technology and Industry Working Papers, ۲, pp. ۱-۲۵.
- INE.** (۲۰۰۲). "High Technology Indicators. General Methodology" INE. National Statistics Institute. pp. ۱-۲۳.
- Kalil, T.M.** (۲۰۰۰). "Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth the Creation".
- Marsili, Orietta.** (۲۰۰۵). "Technology and the Size Distribution of Firms: Evidence from Dutch Manufacturing. Review of Industrial Organization", ۲۷, pp. ۳۰۳-۳۲۸. doi: ۱۰.۱۰۰۷/s۱۱۱۵۱-۰۰۵-۵۰۵۳-Z
- OECD.** (۲۰۱۳). OECD "Science, Technology and Industry Scoreboard ۲۰۱۳. Innovation for Growth" OECD Publishing. pp. ۱-۲۷۵.
- Pindyck, Robert S., & Rubinfeld, Daniel L.** (۱۹۸۹). "Microeconomics". Macmillan Publishing Company.
- Porter, M.** (۱۹۸۵). "Competitive Advantage: Creation and Sustain, Superior performance".
- Stigler, George J.** (۱۹۵۸). "The Economies Of Scale". Journal of Law and Economics, ۱, pp. ۵۴-۷۱.
- Swamidass, Paul M., & Kotha, Suresh.** (۱۹۹۷). "Explaining Manufacturing Technology Use, Firm Size and Performance Using a Multidimensional View of Technology". Journal of Operations Management, ۱۷, pp. ۲۳-۳۷.

UNIDO. (۲۰۱۱). "Industrial Energy Efficiency for Sustainable Wealth Creation, Capturing environmental, economic and social dividends" Industrial Development Organization. pp. ۱-۲۳۹.