

تاریخ دریافت: 89/11/26

تاریخ پذیرش: 90/3/7

## تحقیق و توسعه و بهره‌وری کل عوامل در صنعت نفت و گاز

محمدقلی یوسفی<sup>1</sup> - اصغر مبارک<sup>2</sup>

### چکیده

در این تحقیق، تابع تولید بخش نفت و گاز طی دوره (1338-1386) با استفاده از روش ARDL برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بخش نفت و گاز، اثر قابل‌ملاحظه‌ای بر بهره‌وری کل عوامل و بهره‌وری نیروی کار و سرمایه در بخش مذکور داشته است. این نتیجه‌گیری با توجه به سهم و اهمیت نفت و گاز در اقتصاد کشور، بالا بودن ارزش افزوده مشتقات نفتی، و بازدهی زیاد سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه صنعت مذکور، از اهمیت زیادی برخوردار است.

### واژه‌های کلیدی

بهره‌وری کل، تابع تولید، کشش نهاده، ارزش افزوده نفت و گاز، روش ARDL.

### مقدمه

بهره‌وری یکی از موضوعات اساسی در واحدهای تولیدی و خدماتی است که توجه به آن علاوه بر استفاده بهینه از عوامل تولید و جلوگیری از هدر رفتن نیروها در فرایند تولید، موجب افزایش سود و همچنین قدرت رقابت‌پذیری صنعت در بازار خواهد بود. عدم توجه به این مسئله، متأسفانه روند نامطلوبی را در بهره‌برداری از منابع تولیدی و افزایش توان رقابت‌پذیری کالاها، به‌ویژه در بازارهای جهانی، برای کشور ما ایجاد نموده است. در این

1. دانشیار دانشگاه علامه طباطبایی

2. کارشناس ارشد اقتصاد دفتر امور بین‌الملل وزارت بازرگانی، [Asghar\\_mobarak@yahoo.com](mailto:Asghar_mobarak@yahoo.com)

(نویسنده مسئول)

میان، صنعت نفت کشور سهم قابل توجهی در صادرات، درآمدهای دولت، و همچنین در تولید ملی دارد. بر اساس آمار، طی دهه اخیر، نفت به‌طور متوسط بیش از 15% از تولید ناخالص ملی، حدود 70% از درآمدهای صادراتی، و حدود 35% از درآمدهای دولت را به‌خود اختصاص داده است.<sup>1</sup>

واژه بهره‌وری<sup>2</sup> در اصطلاح و مفهوم اقتصادی، درجه استفاده مؤثر از هر یک از عوامل تولید است (اژانس بهره‌وری اروپا، EPA). بهره‌وری یک دیدگاه فکری است که همواره سعی دارد آنچه را که در حال حاضر موجود است، بهبود بخشد. بهره‌وری مبتنی بر این عقیده است که انسان می‌تواند کارها و وظایفش را هر روز بهتر از روز پیش به انجام رساند. همچنین بهره‌وری را به‌طور ساده نسبت ستانده به داده نیز تعریف کرده‌اند. این تعریف مشخص می‌سازد که از یک واحد داده چند واحد ستانده حاصل می‌شود.<sup>3</sup>

بهره‌وری مفهومی جامع و دربرگیرنده کارایی بوده است که برای افزایش استانداردهای زندگی بیش از پیش نمایان می‌شود، و همان‌طور که لنین<sup>4</sup> در زمانی که بحث فلسفی خود را در زمینه قدرت تولید مطرح می‌کند بحث خود را با این جمله پایان می‌برد که «در تحلیل نهایی، بهره‌وری کار و سرمایه مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پیروزی سیستم اقتصادی - اجتماعی ما محسوب می‌شود». به‌طور کلی، بهره‌وری در کلیه مکاتب اقتصادی مورد توجه خاص بوده است. در نهایت، اندازه‌گیری بهره‌وری با استفاده از شاخص‌های مختلف پارامتریک و غیرپارامتریک با استفاده از روش‌های مختلف محاسبه شده و مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر این شاخص‌ها را برای ارتقاء بهره‌وری کل عوامل تولید، چه در حالت جزئی و چه کلی، مورد بحث قرار می‌گیرد. در عصر جدید، تنها عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری، عوامل تولید نبوده و علاوه بر آن، میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه و انباشت دانش برای ارتقاء آن نیز در نظر گرفته می‌شود (امامی میبیدی، 1379).

لذا در دنیای امروز صنعت و تجارت، جهان شاهد تحول شگرف و عظیمی در عرصه فناوری و شکل‌گیری یک نظام فنی و اقتصادی متفاوت با دوره‌های پیشین بوده است. در فرایند نوین تولید صنعتی، سهم اطلاعات، دانش و نوآوری افزایش، و سهم مواد

1. گزارش بانک مرکزی (1386)

2. Productivity

3. سازمان بهره‌وری آسیایی

4. Lenin

اولیه و نیروی کار به کار رفته در آن کاهش یافته است، به طوری که امروزه ارزش یک کالای تولید شده با تکنولوژی به کار رفته تعریف می‌شود، نه با میزان کار و سرمایه موجود در آن. در این مورد، پیتر دراگر، آینده‌نگر معروف، در کتاب خود تحت عنوان «جامعه پس از سرمایه‌داری» می‌نویسد: «منبع کنترل‌کننده واقعی تولید در این زمان، دیگر زمین، سرمایه، و کار نیست، بلکه دانش است.

### روش محاسبه بهره‌وری کل عوامل (TFP)<sup>1</sup>

محاسبات بهره‌وری را می‌توان از سطح ساده استفاده از شاخص‌های حسابداری نظیر نسبت تولید به نهاده‌ها تا سطح فنی و پیشرفته‌تر نظیر استفاده از تابع تولید، که برابری اثرگذاری تمامی عوامل دخیل در تولید است، انجام داد. استفاده از روش تابع تولید برای محاسبه بهره‌وری، از این مزیت برخوردار است که سهم موزون تمامی عوامل دخیل در تولید را با در نظر گرفتن عواملی که در طول زمان بر تولید و هر یک از نهاده‌ها مؤثر بوده‌اند بیان می‌دارد. با استفاده از روش رگرسیونی برای تخمین ضرایب تابع تولید، کلیه تأثیراتی که متغیر در طول زمان به خود گرفته است، در تخمین ضرایب مستتر خواهد بود و میزان توضیح‌دهندگی هر یک از عوامل تولید (کار، سرمایه، و...) در تغییرات تولید به خوبی مشخص می‌شود.

در سال 1957، «سولو» پیشرفت فنی را تنها به‌عنوان یک عامل انتقال در طول زمان وارد تابع تولید می‌کند. این نوع برخورد به موضوع در واقع به این صورت توجیه می‌شود که پیشرفت فنی با ایجاد اصلاحات سازمانی تشکیلاتی تابع تولید زیر، سپس با گرفتن دیفرانسیل نسبت به زمان، و تقسیم دو طرف بر تولید، رشد اقتصادی بین ترکیب وزنی عوامل تولید (اشتغال و سرمایه فیزیکی) و پیشرفت تکنولوژی تقسیم می‌شود:

$$\begin{aligned} Y &= A_t \cdot (K_t, L_t) \\ A_t &= A_0 e^{t} \\ \dot{Y} &= \dot{A} + h_k \dot{K} + h_L \dot{L} \end{aligned} \quad (1)$$

1. Total Factor Productivity (TFP)

در این فرمول،  $\dot{L}$  نرخ رشد اشتغال،  $\dot{K}$  نرخ رشد سرمایه، و  $\dot{A}$  رشد تکنولوژی است. در معادله (1)،  $\dot{A}$  به پسماند سولو و یا کل بازدهی عوامل معروف است، که دربرگیرنده بهره‌وری عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار) و پیشرفت تکنولوژی می‌باشد.<sup>1</sup> به‌طور ساده، تابع تولید نئوکلاسیکی که شکل ساده‌ای از دخالت دو فرآیند کار و سرمایه را تبیین می‌کند به شکل زیر است:

$$Y_t = AL_t^a K_t^b \quad (2)$$

که در آن  $L$  نیروی کار،  $K$  سرمایه، و  $Y$  میزان تولید است. در واقع، جزء  $A$  در معادله فوق نمایانگر مقدار متوسط TFP یا همان بهره‌وری کل عوامل است، که وابسته به عواملی نظیر سیاست‌های طرف عرضه، خلاقیت‌ها، کارایی تکنولوژیکی، و سایر عوامل کیفی و کمی دیگر است، و عموماً به‌طور خلاصه تحت عنوان «ضریب فنی تولید» از آن نام برده می‌شود. به‌منظور دستیابی به روند بهره‌وری در طول زمان (دوره مورد نظر)، از نظر کلی، هدف محاسبه رابطه زیر است، که با محاسباتی از طریق تخمین تابع تولید فوق قابل‌دستیابی است:

$$TFP_t = \dot{Y}_t - a \dot{L}_t - b \dot{K}_t \quad (3)$$

در رابطه فوق،  $TFP_t$  تغییر در بهره‌وری کل،  $\dot{Y}$  رشد تولید یا ارزش افزوده و  $\alpha$  و  $\beta$  به‌ترتیب ضرایب تخمینی حاصل از رگرسیون هستند که مبین کشش یا سهم هر یک از نهاده‌های تولید است. بزرگتر بودن، برابر یک، و کوچکتر از یک بودن مجموع ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  تخمینی بیانگر بازدهی فزاینده، ثابت، یا کاهنده نسبت به مقیاس تولید است (این مطلب به‌عنوان یک گزاره ریاضی می‌تواند بر اساس روش‌های اقتصادسنجی آزموده شود).

استفاده از روش شاخص‌های ناپارامتریک و حسابداری نیز در محاسبه بهره‌وری معمول است. به همین منظور، نیز در صورت وجود اطلاعات، برای تکمیل مطالعه شاخص‌هایی که عموماً در شرکت‌ها و مؤسسات مختلف مورد استفاده قرار گرفته و منطبق با تعاریف ارائه شده از سوی مؤسسات معتبر داخلی (نظیر سازمان ملی بهره‌وری) و جهانی (نظیر سازمان همکاری اقتصادی اروپا - OECD - آژانس بین‌المللی

1. در برخی مدل‌ها، پیشرفت فنی در نیروی کار و برخی دیگر، پیشرفت فنی در سرمایه فیزیکی لحاظ می‌شود (رومر).

کار - ILO - و آژانس بهره‌وری اروپا - EPA) است محاسبه می‌شود، که برخی از مهم‌ترین این شاخص‌ها به قرار زیر است:

الف) شاخص‌های جزئی بهره‌وری:

- بهره‌وری نیروی کار (ارزش افزوده / تعداد کارکنان).
- بهره‌وری سرمایه (ارزش افزوده / هزینه سرمایه یا ارزش انباشت سرمایه ثابت طی دوره).
- بهره‌وری انرژی (ارزش افزوده / ارزش انرژی مصرفی).
- بهره‌وری مواد (ارزش افزوده یا مقدار تولید / ارزش مواد مصرفی).
- شاخص رقابت‌پذیری نیروی کار (ارزش افزوده / جبران خدمات کارکنان).

ب) شاخص بهره‌وری کل:

- (ارزش افزوده / ارزش کل داده‌ها).
- (ارزش افزوده / هزینه مصرف سرمایه + جبران خدمات کارکنان).

استفاده از روش ساده حسابداری برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل، علی‌رغم سهولتی که در محاسبه آنها وجود دارد (به جهت آسان بودن روش محاسبه و اطلاعات در دسترس)، نمی‌تواند دربرگیرنده تمامی عوامل مؤثر در تولید باشد. بنابراین، از جهاتی تفکیک سهم هر یک از این عوامل در فرایند تولید، که یک فرایند توأم با حضور همه نهاده‌ها است، امکان‌پذیر نیست.

### نقش تحقیق و توسعه در افزایش بهره‌وری کل و مطالعات خارج از کشور

تحقیق و توسعه هر کشوری عامل اصلی رشد و شکوفایی اقتصادی آن کشور است. فعالیت‌هایی که در بهبود کیفیت و توسعه محصولات نو و نوآوری در تولید و کاهش هزینه‌های تولیدی موفق هستند، عمدتاً فعالیت‌های خود را در قالب تحقیق و توسعه انجام می‌دهند.

با توجه به این که در اقتصاد همه کشورهای توسعه‌یافته، رقابت‌پذیری به‌عنوان موضوع اصلی مطرح بوده است، برای رقابت‌پذیر شدن محصولات، تحقیق و توسعه نقش مؤثری در افزایش کیفیت و بازدهی محصولات ایفا می‌کند. از طرف دیگر، تحقیق و توسعه در کشورهای در حال توسعه، بخصوص ایران که در آن سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه کم است، نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش‌های مختلف اقتصادی است.

در مدل‌های رشد درون‌زای مبتنی بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، رشد بلندمدت با تمرکز روی پیشرفت فنی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه توضیح داده می‌شود. همان‌گونه که در مدل‌های رومر<sup>1</sup> (1990)، گروسمن و هلپمن<sup>2</sup> (1991)، و آگهین و هویت<sup>3</sup> (1992) دیده می‌شود، پیشرفت فنی از تلاش برای اختراع و ابداع نتیجه می‌شود. در نتیجه، هر ابداع موجب افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی می‌گردد. بنابراین، می‌توان بیان کرد که چرا تحقیق و توسعه از عوامل مهم و شاید مهم‌ترین عامل تولید است. تجربه موجود در پیشرفت اقتصادی جهان نشان می‌دهد که همراه با افزایش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی نیز افزایش داشته است. بسیاری از مطالعات تجربی بیان می‌دارند علتی از سوی فعالیت‌های تحقیق و توسعه به رشد اقتصادی وجود دارد. تحقیقات به‌عمل آمده در جهت بررسی کمی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و رشد در دهه‌های 50 و 60 (که در مدل‌های ارائه شده، هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان یک متغیر توضیحی منظور شده است)، دلالت بر همبستگی بین تغییر هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییر تولید ناخالص ملی دارد.

جان استوارت میل در سال 1848 آنچنان از وجود امکانات گسترش دانش علمی در جهت افزایش تولید به هیجان آمده بود که تصور می‌کرد رشد ثروت حدی ندارد. پس از گذشت بیش از یک قرن، «اول»<sup>4</sup> (1955) در مقاله خود ادعا کرد که ارتباط محدود بین نرخ رشد تولید ناخالص ملی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه وجود دارد و بیان داشت اگر نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه 3% کاهش یابد، نرخ رشد اقتصادی به میزان 1 تا 1/5 درصد در سال کاهش خواهد یافت.

یکی از نخستین تحقیقات انجام شده در خصوص ارتباط بین متغیر تحقیق و توسعه و تولید ناخالص ملی مربوط به مطالعه «اول» (1955) است. «اول» ارتباط بین هزینه‌های تحقیقات و تولید ناخالص ملی را طی یک دوره 30 ساله قبل از 1954 بررسی کرد و بر این اساس، ارتباط بین دو متغیر مذکور را برای سال‌های 1960 و 1965 تخمین زد. ارزیابی وی در مورد میزان رشد تولید ناخالص ملی در نتیجه هزینه‌های تحقیق و توسعه، کمتر از میزان واقعی بود. خطای او از این واقعیت ناشی می‌شد که وی افزایش سرعت پیشرفت تکنولوژیک را در طول زمان در نظر نگرفته بود. در

1. Romer, 1990  
2. Grossman & Helpman, 1991  
3. Aghion & Howitt, 1992  
4. Ewell, 1995

کوششی که متعاقب کار اول به عمل آمد، جانسون و استرینر<sup>1</sup> (1961) با استفاده از مدل خود توانستند نشان دهند که نه تنها یک همبستگی، بلکه یک ارتباط علت و معلولی بین تولید سرانه و میزان درصد تولید ناخالص ملی تخصیص داده شده به فعالیت‌های تحقیق و توسعه وجود دارد.

زاکازیت<sup>2</sup> (1962) به بررسی ارتباط هزینه‌های تحقیق و توسعه سرانه و تولید ناخالص ملی سرانه می‌پردازد. به جای استفاده از اطلاعات مربوط به دو متغیر مذکور در یک سال، همبستگی میان هزینه تحقیق و توسعه در سال 1958 و تولید ناخالص ملی سال 1961 را بررسی کرد. نتایج تحقیقات وی مشابه نتایج بررسی جانسون و استرینر بود.

گروهی از اقتصاددانان نظیر گرلیچیز<sup>3</sup> (در سال‌های 1973، 1980، و 1986)، لینک<sup>4</sup> (1981)، و شرر<sup>5</sup> (1982) به بررسی ارتباط تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی پرداختند. نتیجه بررسی‌های انجام شده بیانگر ارتباط مثبت و معنادار بین فعالیت‌های تحقیق و توسعه و رشد تولید است. همچنین بررسی‌های فوق، گویای این واقعیت است که میزان رشد حاصل از فعالیت‌های تحقیق و توسعه دولتی یا خصوصی تقریباً یکسان است. همچنین لینک (1981) و شرر (1982) به بررسی رابطه تحقیق و توسعه با میزان تولید واحدهای تولیدی در مورد کشور آمریکا پرداختند، که نتایج آن بیانگر ارتباط بین رشد تحقیق و توسعه و رشد تولید واحدهای تولیدی است. همچنین، نرخ بازدهی تحقیق و توسعه حدود 0/5% تخمین زده شده است.

البته نقش تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی در تحقیقات دهه‌های اخیر بیش از دهه‌های قبل مورد توجه بوده است و اساس مدل‌های رشد درون‌زا بر تحقیق و توسعه استوار است. اگر تحقیق و توسعه به عنوان یکی از متغیرهای تابع تولید در نظر گرفته شود، همان‌گونه که در بررسی ارتباط بین هزینه تحقیق و توسعه و رشد در دهه‌های 70 و 80 توسط اقتصاددانان نظیر گرلیچیز، شرر، لینک، و... چنین فرضی اعمال شده بود، تحقیقات انجام شده در جهت محاسبه اثر این متغیر در رشد تولید، حکایت از اهمیت آن در تبیین تغییرات تولید دارد. همچنین، نتایج تحقیقات بارو و سالای مارتین<sup>6</sup>

- 
1. Johnson & Striner, 1961
  2. Szakasits, 1962
  3. Griliches, 1973, 1980, 1986
  4. Link, 1981
  5. Scherer, 1982
  6. Barro & Martin, 1995

(1995)، ورسپاگن<sup>1</sup> (1993)، گومولکا<sup>2</sup> (1990)، جی ویک<sup>3</sup> (1982)، لونارد<sup>4</sup> (1971)، و برنچ<sup>5</sup> (1974) بیانگر ارتباط معنادار بین انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و رشد اقتصادی است.

لیچتنبگ<sup>6</sup> (1992) نیز به بررسی نقش تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی پرداخته و بیان می‌دارد که سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تحقیق و توسعه اثر مثبت بر بهره‌وری دارد. وی با تفکیک سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بخش دولتی از بخش خصوصی، نشان داد که بازده فعالیتهای تحقیق و توسعه با تأخیر بر نرخ رشد و سطح بهره‌وری اثر مثبت دارد و نرخ بازده اجتماعی تخمین زده شده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه خصوصی، حدود هفت برابر بزرگتر از نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری در تجهیزات ساختار است.

ورسپاگن (1993) بیان می‌کند که تفاوت در دستیابی تکنولوژی موجب تفاوت در نرخ رشد کشورها و بخش‌های مختلف اقتصادی می‌شود و ارتباط مثبت و قوی بین درجه شدت تکنولوژی و نرخ رشد بخش صنعت وجود دارد. لونارد (1971) نیز با استفاده از آزمون علیت بیان می‌کند که علیت از سمت رشد فعالیتهای تحقیق و توسعه به سمت رشد تولید وجود دارد. گومولکا (1990) نیز بیان می‌کند که هزینه تحقیق و توسعه (به صورت بخشی از فروش) اثر معناداری بر افزایش محصول بنگاه دارد. ورسپاگن (1993) بیان می‌دارد که گرچه کشورهای تازه صنعتی شده در مقایسه با کشورهای صنعتی دارای نسبت سرمایه‌گذاری زیاد و شدت تحقیق و توسعه نسبتاً کم هستند، اما به موجب سرریز تکنولوژی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای تازه صنعتی شده، شاهد فراهم شدن مقدمات همگرایی رشد بین کشورهای تازه صنعتی شده و کشورهای صنعتی هستیم.

پارک جانسو<sup>7</sup> مقاله‌ای تحت عنوان «نقش سرمایه‌گذاری خارجی و داخلی در تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در کشورهای آسیایی» ارائه داده است. این مطالعه به محاسبه نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی و خارجی پرداخته است که نتایج آن در

1. Verspagen, 1993
2. Gomulka, 1990
3. Geweke, 1982
4. Leonard, 1971
5. Branch, 1974
6. Lichtenberg, 1992
7. Park Jungsoo



جدول 1 آمده است. بر اساس نتایج این مطالعه، نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی برای سه کشور تازه صنعتی شده (کره جنوبی، سنگاپور و تایوان، حدود 49/7 تا 87/1 درصد در سال 1991) بزرگتر از کشورهای «گروه هفت» است، در حالی که نرخ بازده کشور ژاپن و کشورهای G-7 غیرآسیایی به ترتیب 24/3 و 20/5 درصد است. البته نتایج بیانگر روند کاهشی نرخ بازده برای سه کشور تازه صنعتی شده است، که با سطح نرخ بازده تحقیق و توسعه کشورهای G-7 همگرایی دارد.<sup>1</sup> نرخ بازده انباشت تحقیق و توسعه خارجی برای سه کشور تازه صنعتی شده نیز در دامنه 0/5 تا 1 درصد است، در حالی که نرخ بازده انباشت سرمایه تحقیق و توسعه گروه هفت حدود 2/7 تا 3/2 درصد است. براساس نتایج این مطالعه، نرخ بازده سرمایه فیزیکی نسبت به سرمایه تحقیق و توسعه کمتر است، به گونه‌ای که در سایر مطالعات نیز بدان اشاره شده است.<sup>2</sup>

همچنین نتایج بیانگر آن است که بهره‌وری در سه کشور تازه صنعتی شده طی دوره بعد از 1980 افزایش یافته است، که ممکن است ناشی از فعالیتهای ابداع داخلی آنها باشد. همچنین خاطر نشان می‌سازد که کشورهای تازه صنعتی شده از سرریز فعالیتهای تحقیق و توسعه کشورهای توسعه یافته منتفع می‌شوند، که تحت عنوان

جدول 1: نرخ بازده سرمایه فیزیکی و تحقیق و توسعه در سال 1991 (درصد)

نام کشور	نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی	نرخ بازده تحقیق و توسعه خارجی	نرخ بازده سرمایه فیزیکی
کره جنوبی	49/7	1	23/3
سنگاپور	87/1	0/5	24/5
تایوان	57/4	1	22/9
ژاپن	24/3	2/7	19/8
G-7 غیرآسیایی	20/5	3/2	14/2

منبع: Jungsoo, Park, 2002

1. CHH (1997) دریافت که متوسط نرخ بازده R&D داخلی 121 درصد است. Park (1995) متوسط نرخ بازده تحقیقات داخلی بخش خصوصی برای کشورهای عضو OECD را 44% محاسبه کرد. Griliches and Lichtenberg (1984) نرخ بازده سرمایه گذاری R&D بخش خصوصی در بخش صنایع اقتصاد آمریکا را طی دوره 1964-1976 حدود 42/84-74/63 درصد تخمین زدند.

2. ر.ک. به تحقیقات Park (1995) و Griliches and Lichtenberg (1984)

جدول 2: مقایسه نرخ بازده خصوصی و اجتماعی تحقیق و توسعه (درصد)

نرخ بازده اجتماعی	نرخ بازده خصوصی	نام مطالعه
50	20-30	Tereckyi (1974)
56	25	Mansfield, et al (1977)
50	7-25	Sveikauskas (1981)
64-147	29-43	Scherer (1982, 1984)
80	26	Goto-Suzuki (1989)
20-110	15-28	Bernstein-Nadiri (1991)

منبع: Policy Briefing, Kenen Patrick Jarboe &amp; Robert D. Atkinson, 1998

«منجیل» در سال (1997) اثر تحقیق و توسعه بر صنایع را به دو اثر مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد. اثر مستقیم را انجام سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه که منجر به ایجاد صنایع جدید شده است می‌داند، که متکی بر دانش و تکنولوژی بالا است؛ و اثر غیرمستقیم آن، تولید کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای بوده است، که حامل تکنولوژی‌ها و ابداعات جدید است و از طریق این صنایع در اختیار دیگر فعالیت تولیدی دیگر قرار می‌گیرد. در هر صورت، دلایل بالا حاکی از وجود رابطه مستقیم و با اهمیت ما بین تحقیق و توسعه و بهره‌وری بوده است، ولی در کشورهای در حال توسعه این نقش کم‌رنگ است. او مهم‌ترین دلایل آن را این گونه ذکر می‌کند:

الف) تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری بیشتری را طلب می‌کند.

ب) کشورهای در حال توسعه با کمبود نیروی انسانی متخصص مواجه می‌شوند.

ج) برای کشورهای در حال توسعه، سریع‌تر و ارزان‌تر آن است که به منبع تکنولوژی کشورهای صنعتی دست یابند تا این که خود اقدام به سرمایه‌گذاری در زمینه دست‌یابی تکنولوژی‌های پیشرفته کنند.

گریلیچز (1992) در مطالعه‌ای معتقد بود که اثر سرریز در افزایش بهره‌وری مدیریت، در صنایع بین‌کشوری اثرات خود را نشان می‌دهد. بلومسترون<sup>1</sup> اعتقاد دارد که سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه بر صنایع خارجی در کشورهای مختلف به میزان شکاف بهره‌وری (تکنولوژی) ارتباط دارد، و اگر شکاف بهره‌وری در صنایع مختلف بین‌کشوری وجود نداشته باشد، اثرات سرریز وجود نخواهد داشت. البته اگر این شکاف

1. Blomstrom

بین صنایع کشورها از حد معمول بیشتر باشد، همچنان تکنولوژی جدید نمی‌تواند اثر سرریز داشته باشد. بنابراین، شکاف تکنولوژی باید در حد معقول باشد، که معمولاً پرداخت دستمزد در صنایع کشوری که دارای بهره‌وری بیشتری است با افزایش بهره‌وری در صنایع سایر کشورها بهره‌وری آنها را با اثرات سرریز افزایش دهد و به تبع آن، دستمزدها نیز متناسب با افزایش بهره‌وری افزایش یابند. در این صورت، با تحرک شغلی نیروی کار را به سمت استفاده از افراد متخصص و ماهر در صنایع مختلف سوق می‌دهد و از میزان نیروی کار غیرماهر خواهد کاست. همچنین، با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه و آموزش در صنایع مختلف، کشورها نیروی کار غیر ماهر را به نیروی کار ماهر و متخصص تبدیل کرده و بهره‌وری و سودآوری صنایع در کشورهای مختلف افزایش می‌یابد. در نهایت، وی رابطه بین اثر سرریز و شکاف بهره‌وری بین صنایع مختلف بین‌کشوری را به صورت شکل U معکوس برآورد کرده است، که در اثر افزایش سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه و اثرات سرریز آنها در صنایع مختلف، بهره‌وری و رقابت‌پذیری تا زمانی که ابداعات و نوآوری‌های بنگاه‌ها در اثر انتشار تکنولوژی به حالت رقابتی تبدیل نشده باشد، در حالت افزایش اثرات سرریز و بهره‌وری بوده و بعد از انتشار تکنولوژی و انباشت دانش، در قسمت نزولی اثرات سرریز و بهره‌وری خواهد بود (نظریه شومپتر).

گریف و هاریس<sup>1</sup> (2004) رابطه بین شدت تحقیق و توسعه و درجه رقابتی بودن اقتصاد و افزایش بهره‌وری را بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که رابطه U شکل معکوس بین درجه رقابتی شدن و افزایش مخارج تحقیق و توسعه وجود دارد، بدین معنا که در اقتصاد غیررقابتی، شدت تحقیق و توسعه لزوماً کم است، ولی با افزایش فضای رقابتی در اقتصاد، شدت مخارج تحقیق و توسعه رو به افزایش می‌گذارد. اگر شدت رقابت از حدی فراتر رود، با کاهش انحصار و در نتیجه کاهش منافع خصوصی، نوآوری‌های حاصل از تحقیق و توسعه باعث کاهش شدت تحقیق و توسعه خواهد شد.

رساله دکترای آقای شاه‌آبادی در سال 1380 به بررسی نقش تحقیق و توسعه داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخت و مشاهده کرد که بهره‌وری کل به انباشت سرمایه R&D داخلی و شرکای تجاری بستگی دارد. نتایج حاکی از آن بود که انباشت R&D داخلی و خارجی یعنی شرکای تجاری بر بهره‌وری داخلی، قوی‌تر از انباشت سرمایه R&D خارجی بوده است. در ضمن، ضرایب

1. Griffith & Harrison, 2004

تخمین متغیرها اثر متقابل تجارت با انباشت سرمایه R&D شرکای تجاری و سرمایه انسانی با انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری مثبت بوده است. معمارنژاد در مطالعه‌ای در مورد «اهمیت نیروی انسانی و تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی و افزایش بهره‌وری کل» با استفاده از مدل‌های رشد درون‌زا (رومر، 1990) و درون‌زا بودن تکنولوژی، مدلی برای رشد اقتصادی ایران ساخته است و تأثیر مثبت سرمایه انسانی و فیزیکی را در دوره مورد نظر بر رشد اقتصادی تأیید می‌کند، ولی هزینه‌های تحقیق و توسعه، به دلیل حجم اندک، بر رشد اقتصادی تأثیر معنی‌داری نداشته است.

### روش‌های انتقال تکنولوژی در کاهش شکاف بهره‌وری در صنعت نفت و گاز

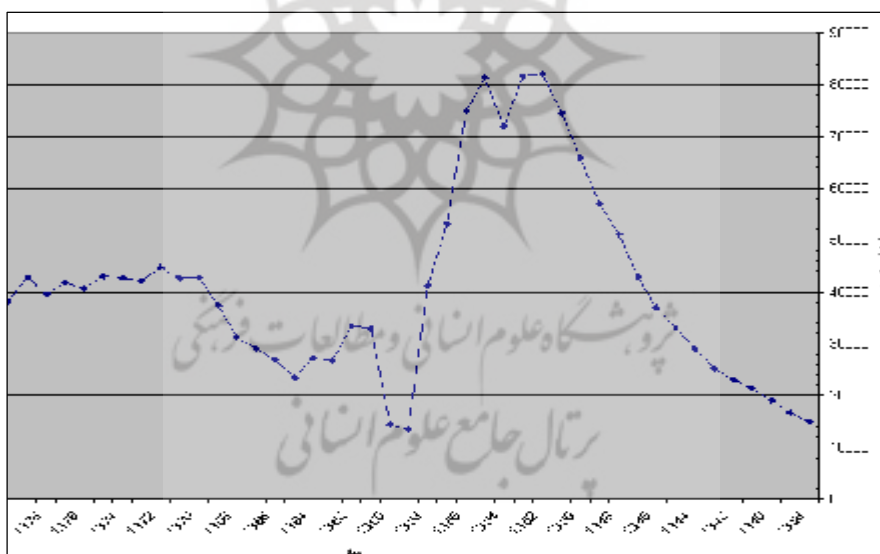
بررسی تجربه کشورهای مختلف در خصوص انتقال تکنولوژی مبین آن است که روش‌های مختلفی برای انتقال تکنولوژی وجود دارد که هر کدام مزایا و محاسنی نسبت به دیگری دارند. در این قسمت، مهم‌ترین روش‌های انتقال تکنولوژی را از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار می‌دهیم. بنابر نظر «وراث»، انتقال عناصر دانش فنی از یک کشور به کشور دیگر از روش‌های زیر صورت می‌گیرد، که مهم‌ترین عامل کاهش شکاف بهره‌وری و کارایی بین صنایع مختلف بوده است. آنها باید اثرات سرریز صنایع مختلف در جهان و کشورها که در اثر شکاف بهره‌وری و کارایی آنها به وجود می‌آید را به کمترین مقدار کاهش دهند تا این عمل باعث افزایش رقابت فنی بین صنایع شود (وارث، 1378).

روش‌های نوین انتقال تکنولوژی
کتاب، نشریه، و دیگر وسایل اطلاعاتی چاپ و منتشر شده مانند نوشته‌های تجاری، استانداردها، و اطلاعات مربوط به ثبت اختراعات
آموزش و تربیت نیروی متخصص در خارج از کشور و در نتیجه انتقال از طریق آموزش از کشور مبدأ به کشور مقصد
تماس و مشاهدات شخصی و غیررسمی از طریق جلسه و بازدید مراکز تولید
مبادله اطلاعات و کارکنان از طریق برنامه همکاری فنی
استخدام کارشناسان خارجی و برقراری ترتیبات مشاوره‌ای
وارد کردن محصولات واسطه‌ای به ویژه آنهایی که تکنولوژی بر هستند
وارد کردن ماشین آلات و تجهیزات همراه با اطلاعات فنی مربوطه
مهندسی معکوس
سرمایه گذاری مستقیم خارجی
تهیه مشخصات استاندارد ها و آموزش دهی توسط وارد کنندگان
موافقت های رسمی برای استفاده از دانش فنی اختصاصی، حق انحصاری، اختراع، فرایندهای تولید نوین و علائم تجاری

### آمار و اطلاعات مورد استفاده در تخمین تابع تولید و محاسبه بهره‌وری

برای محاسبه شاخص کل بهره‌وری با استفاده از رویکرد پسماند سولو نیاز به اطلاعات مربوط به نیروی کار ارزش افزوده و سرمایه است. این اطلاعات در بخش نفت و گاز با استفاده از آمار ارائه شده از سوی بانک مرکزی برای دوره 1338-1386 جمع‌آوری شد. آمار ارزش افزوده شامل ارزش افزوده فعالیت استخراج و فروش نفت و گاز است که به قیمت‌های ثابت سال 1376 با استفاده از آمار و اطلاعات حساب‌های ملی بانک ارزش مرکزی جمع‌آوری شده است. نمودار 1، روند رشد ارزش افزوده بخش نفت و گاز را برای دوره 1338-1385 نشان می‌دهد. نتایج بررسی نشان می‌دهد که تغییرات روند افزوده گروه نفت و فعالیت استخراج و صادرات نفت عمدتاً تابع تحولات جهانی و وجود ظرفیت تولید کافی (برای برخی سال‌های استثنایی به‌خصوص از سال 2000 میلادی به بعد که امکان افزایش میزان صادرات وجود داشته) بوده است.

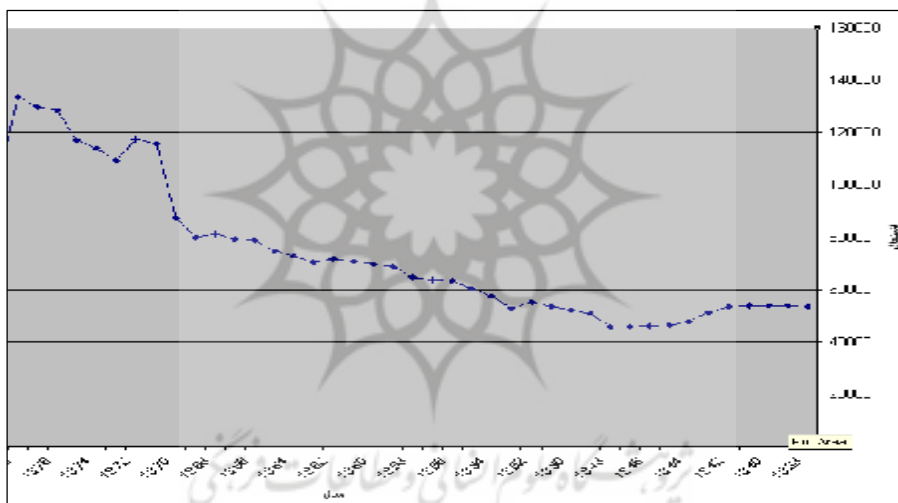
نمودار 1: روند رشد ارزش افزوده بخش نفت و گاز طی دوره 1338-1385



همچنین آمار مربوط به نیروی کار در این بخش شامل مجموع نیروی کار کارمند و کارگر است. بررسی آماری ارائه شده از تعداد کارکنان این بخش نشان می‌دهد در طول دوره 1338-1386 (سال‌هایی که آمار نیروی کار برای بخش نفت و گاز

موجود بوده است)<sup>1</sup> تعداد کارکنان این بخش به غیر از برخی سال‌های استثنایی، روندی صعودی را طی نموده است. همان‌طور که در نمودار 2 ملاحظه می‌شود، طی دوره 1356 تا 1361، تعداد کارکنان با کاهش مواجه بوده، و پس از آن تا سال 1371، روند افزایشی تعداد کارکنان به‌شدت ادامه یافته است. اما از این سال به بعد، روند کاهش در تعداد نیروی انسانی مشاهده می‌شود. (بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت این کاهش، تغییرات سازمانی و حذف برخی از پست‌های کارگری و تعریف آن در پست‌های کارمندی و همچنین حذف برخی پست‌های خدماتی و استفاده از این قبیل خدمات در غالب خدمات پیمانکاری بوده است).

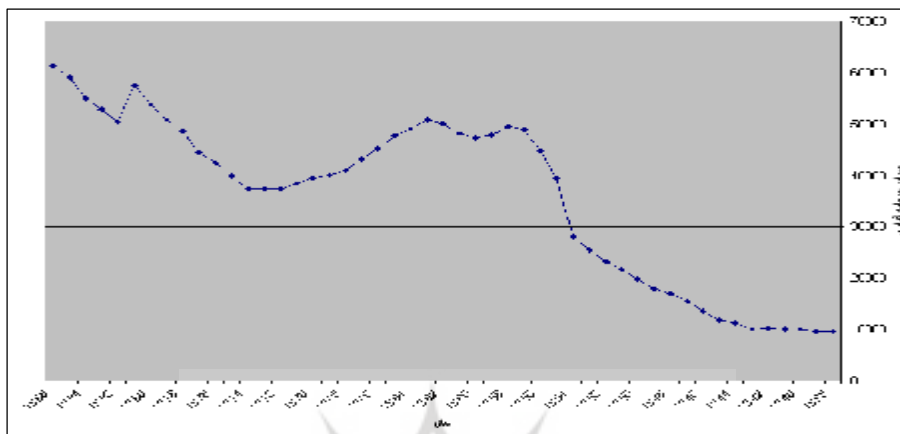
نمودار 2: روند رشد نیروی کار طی دوره 1338-1378



روشی که برای محاسبه هزینه‌های موجودی سرمایه انتخاب شده است از روش ارزیابی دارایی‌های دائمی (PIM) بوده است. آمارهای مورد استفاده برای برآورد موجودی سرمایه با آمارهای بانک مرکزی نیز مقایسه شده است. بنابراین، برای موجودی سرمایه نیز با مبنا قرار دادن سرمایه‌گذاری خالص سالانه در بخش نفت و گاز به قیمت‌های ثابت 76 سال، موجودی سرمایه برای دوره 1338-1386 برآورد شده است. روند سرمایه‌گذاری بخش نفت در نمودار 3 نشان داده شده است.

1. اخذ شده از اداره نیروی انسانی شرکت ملی نفت ایران (وزارت نفت، 1386)

نمودار 3: روند سرمایه‌گذاری بخش نفت



**تخمین تابع تولید برای صنعت نفت، محاسبه TFP و تحلیل نتایج**

برای تخمین مدل تابع تولید ارائه شده در بند 2، از روش  $ARDL^1$  استفاده شده است. بدون ورود به پیچیدگی‌های مربوط به این روش و خواص تخمین‌های به‌دست آمده از آن، مدل مورد نظر در این فاز (محاسبه بهره‌وری در سطح صنعت نفت ایران) تخمین زده شده و نتایج حاصل به‌طور خلاصه در جدول 3 ارائه گردیده است.

مبنای تحلیل و کاربرد، ضرایب به‌دست آمده از تابع بلندمدت است که در جدول 2 ارائه شده است. در معادله اولیه، کلیه شاخص‌های آماری به‌دست آمده معنادارند. شاخص همبستگی سریالی در سطح مطلوب و قابل‌قبولی قرار دارد و گویای آن است که مدل فاقد همبستگی سریالی میان اجزا اخلاص است. شکل تبعی مدل نیز به‌درستی تصریح شده و همچنین مدل فاقد ناهمسانی در واریانس است.

لذا مدل طی دوره مورد بررسی فاقد اشکال بوده و می‌توان ضرایب به‌دست آمده برای موجودی سرمایه و نیروی کار را از معادله بلندمدت استخراج کرده و در محاسبه TFP مورد استفاده قرار داد.

به‌منظور اطمینان از صحت محاسبات نتایج تخمین به‌دست آمده از معادله رگرسیونی فوق با استفاده از نهاده سرمایه برای دوره زمانی طولانی‌تر (1386-1338) نیز آزمون گردید. پاسخ‌های به‌دست آمده در مقاطع مختلف حاکی از ثبات نسبی سهم

1. Auto Regressive Distributed Lag

جدول 3: تخمین تابع تولید صنعت نفت و گاز در کوتاه و بلندمدت به روش ARDL

Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach			
ARDL(2,0,0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion			
Dependent variable is LVO			
35 observations used for estimation from 1338 to 1386			
معادله اولیه حاصل:			
متغیرهای توضیحی	ضرایب تخمینی	انحراف معیار	ضریب T
LVO(-1)	0.231075	0.003452	66.93946
LVO(-2)	0.126719	0.002346	54.01492
LKOW	0.024147	0.000542	44.55166
LLOIL	0.202555	0.018003	11.25120
INP	0.231075	0.003452	66.93946
DUMWAR	-0.035302	0.000834	-42.32614
TREND	0.045994	0.000913	50.37678
Diagnostic Tests			
Test Statistics	LM Version	F Version	
*****			
* A:Serial Correlation CHSQ( 1)= .35621[.582] F( 1, 13)= .25123[.695]			
* B:Functional Form CHSQ( 1)= 5.0524[.068] F( 1, 13)= 4.5213[.125]			
* C:Normality CHSQ( 2)= .18524[.854] Not applicable			
* D:Heteroscedasticity CHSQ( 1)= .780224[.384] F( 1, 19)= .69824[.4852]			
معادله بلندمدت:			
متغیرهای توضیحی	ضرایب تخمینی	انحراف معیار	ضریب T
سرمایه (LKOW)	0.608821	0.001570	387.78408
نیروی کار (LLOIL)	0.402389	0.001123	358.31612
عرض از مبدأ (INP)	0.029724	0.002151	13.818609
اثر جنگ (DUMWAR)	-0.428052	0.035467	-12.069120
متغیر روند (TREND)	0.128821	0.001570	82.051509

LKOW: سرمایه؛ LLOIL: نیروی کار؛ INP: عرض از مبدأ؛ DUMWAR: متغیر مجازی؛ TREND: روند؛ LTFPOIL: بهره وری کل؛ LEROIL: هزینه‌های تحقیق و توسعه

سرمایه در تولید بوده و این سهم از حداقل 0/5 تا حداکثر 0/7 در طول دوره در نوسان بوده است. به همین دلیل، با اتکا به مدل فوق و نتایج به دست آمده در طول دوره، مقدار متوسط 0/69 به عنوان سهم سرمایه در تولید و سهم نیروی کار در حدود 0/31 برآورد شد. ولی برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از روش باقیمانده سولو و فرمول زیر و محاسبه کشش هر یک از عوامل تولید، اقدام به محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید گردید. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده از مدل و با مبنا قرار دادن آن، بهره‌وری کل بخش نفت و گاز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$TFP = \dot{Y} - a \dot{L} - b \dot{K}$$



$$TFP = \dot{Y} - 0.40 \dot{L} - 0.60 \dot{K}$$

بر این اساس و با مبنا قرار دادن معادله لگاریتمی و لگاریتم متغیرها (در مورد سرمایه، از ارزش سرمایه خالص که برابر با سرمایه منهای استهلاک معمول سرمایه و استهلاک دوران جنگ است، استفاده شده است)، نرخ رشد هر یک از نهاده‌ها، نرخ رشد ارزش افزوده، و نرخ رشد بهره‌وری کل صنعت نفت در جدول 3 ارائه شده است. نمودار روند تغییرات هر یک از این متغیرها به‌طور جداگانه و توأم در نمودار 4 نشان داده شده است.

همچنین سهم هر یک از عوامل کار، سرمایه و بهره‌وری در تأمین رشد ارزش افزوده بخش نفت در جدول 5 ارائه شده است.

چنان‌که در جداول و نمودار ملاحظه می‌شود، بخش عمده سهم رشد ارزش افزوده (رشد مثبت یا منفی) در بخش نفت و گاز مربوط به رشد ناشی از بهره‌وری بوده و رشد عوامل دیگر نظیر کار و سرمایه در تأمین رشد ارزش افزوده این بخش اندک بوده است. البته بدون شک، سرمایه‌گذاری در بخش نفت و همچنین نیروی کار مورد نیاز آن عامل اصلی ایجاد و تداوم رشد بهره‌وری است، اما ویژگی پر بازده بودن منابع نفتی کشور و دستیابی به آن با سرمایه اندک (نسبت به مجموع بازدهی قابل استحصال) عاملی است که به‌وضوح نقش این عوامل را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. در سال‌هایی نیز که رشد بهره‌وری بالاتر از رشد ارزش افزوده بوده است (همانند سال‌های 59، 65، و 73 که ارزش افزوده با رشد منفی مواجه بوده است یا سال‌های 60، 64، 66، 69، 72، و 74 که ارزش افزوده دارای رشد مثبت بوده است) نشان‌دهنده آن است که تحت تأثیر رشد سایر عوامل (نظیر ویژگی پر بازده بودن منابع نفتی کشور، که عاملی مستقل از نیروی کار و سرمایه است و مربوط به ارزش ذاتی مخزن می‌شود) چنین اختلافی حاصل شده است.

چنان‌که ملاحظه می‌شود، طی سال‌های 57، 58، 59، 62، 63، 65، 73، 75، 76، و 78 رشد بهره‌وری کم بوده، ولی در این مقاطع نیز سیاست‌های کاهش تولید و عوامل بیرونی نظیر جنگ و بحران کاهش قیمت جهانی نفت (و در نتیجه کاهش تولید) تأثیر بسزایی داشته است. اگرچه در یک سیستم بهره‌ور و کارآ همواره می‌باید تمهیداتی برای مقابله با این اثرات خارجی پیش‌بینی شود، اما گاه شدت اثر به‌گونه‌ای است که

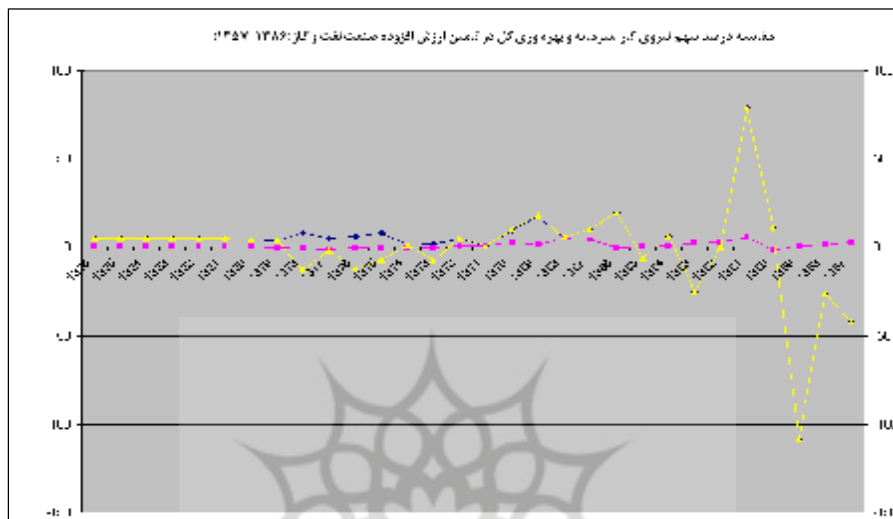
جدول 4: رشد ارزش افزوده صنعت نفت و هر یک از عوامل مؤثر در آن (درصد)

سال	رشد ارزش افزوده	رشد سرمایه	رشد نیروی کار	رشد TFP	شاخص TFP
1357	-34.22	8.53	7.04	-42.154	57.846
1358	-25.27	-0.68	2.93	-26.034	31.812
1359	-111.83	-6.13	1.78	-108.864	77.052
1360	6.7	-4.83	-4	11.198	65.854
1361	82.48	-4.14	14.94	78.988	13.134
1362	1.99	-1.53	6.92	0.14	13.274
1363	-23	-0.5	5.5	-24.9	11.626
1364	1.77	-8.98	2.18	6.286	5.340
1365	-14.78	-15.25	0.72	-5.918	11.258
1366	13.49	-9.98	-0.29	19.594	8.336
1367	8.4	-9.94	10.15	10.304	18.640
1368	6.9	-6.54	12.6	5.784	24.424
1369	17.88	-1.28	2.54	17.632	42.056
1370	13.13	0.54	6.69	10.13	52.186
1371	0.03	-2.16	1.59	0.69	52.876
1372	4.89	-1.65	1.95	5.1	57.976
1373	-6.08	2.95	-1.06	-7.426	50.505
1374	1.45	2.31	-2.36	1.008	51.558
1375	0.74	13.7	-2.18	-6.608	44.95
1376	-5.44	10.78	-0.57	-11.68	33.27
1377	2.36	8.49	-2.81	-1.61	31.66
1378	-5.47	13.39	-1.73	-12.812	18.848
1379	7.53	6.41	-1.15	4.144	22.992
1380	7.62	6.42	-1.17	7.62	33.124
1381	7.42	8.79	1.23	7.42	31.125
1382	7.65	10.32	1.32	7.65	38.132
1383	7.68	10.34	1.35	7.68	38.16
1384	8.1	10.35	1.38	7.70	38.22
1385	8.2	10.38	1.40	7.73	38.4
1386	8.3	10.42	1.45	7.76	38.5

جدول 5: سهم هر یک از عوامل کار، سرمایه، و بهره‌وری در تأمین رشد ارزش افزوده بخش نفت

سال	رشد ارزش افزوده	سهم سرمایه در تأمین رشد ارزش افزوده	سهم نیروی کار در تأمین رشد ارزش افزوده	سهم TFP در تأمین رشد
1357	-34.22	5.118	2.816	-42.154
1358	-25.27	-0.408	1.172	-26.034
1359	111.83-	-3.678	0.712	-108.864
1360	6.7	-2.898	-1.6	11.198
1361	82.48	-2.484	5.976	78.988
1362	1.99	-0.918	2.768	0.14
1363	-23	-0.3	2.2	-24.9
1364	1.77	-5.388	0.872	6.286
1365	-14.78	-9.15	0.288	-5.918
1366	13.49	-5.988	-0.116	19.594
1367	8.4	-5.964	4.06	10.304
1368	6.9	-3.924	5.04	5.784
1369	17.88	-0.768	1.016	17.632
1370	13.13	0.324	2.676	10.13
1371	0.03	-1.296	0.636	0.69
1372	4.89	-0.99	0.78	5.1
1373	-6.08	1.77	-0.424	-7.426
1374	1.45	1.386	-0.944	1.008
1375	0.74	8.22	-0.872	-6.608
1376	-5.44	6.468	-0.228	-11.68
1377	2.36	5.094	-1.124	-1.61
1378	-5.47	8.034	-0.692	-12.812
1379	7.53	3.846	-0.46	4.144
1380	7.65	4.45	0.48	4.125
1381	7.92	5.32	0.65	5.123
1382	7.94	5.36	0.45	5.14
1383	7.96	5.40	0.42	5.19
1384	7.98	5.42	0.48	5.22
1385	8.1	5.46	0.40	5.30
1386	8.2	5.5	0.35	5.49

نمودار 4: مقایسه سهم سرمایه، نیروی کار، و بهره وری کل عوامل تولید در ایجاد ارزش افزوده نفت و گاز



حتی سازمان‌ها و واحدهای تولیدی و خدماتی که با فناوری بالا تولید می‌کنند، از گزند اثرات منفی آنها بر تولید مصون نیستند. از طرفی فرایند نرخ رشد بالا و استمرار آن همواره امکان‌پذیر نیست. بنابراین، اگر واحدی از تمامی پتانسیل‌های موجود خود به نحو بهینه در تولید استفاده نماید، حفظ سطح رشد قبلی و در مواردی حتی حفظ سطح تولید قبلی (رشد صفر) بدان معناست که در صورت وجود بازاری رقابتی، از واگذاری سهم خود به رقبا محفوظ مانده است. به عبارت دیگر، از قافله تکنولوژی و فناوری روز دنیا نیز عقب نبوده و در جریان رقابت، ناگزیر از واگذاری آن به رقبا می‌باشد.

جدول 6 به طور خلاصه سهم هر یک از عوامل فوق را در تأمین رشد ارزش افزوده بخش نفت طی سال‌های 1357-1386 در مقاطع چهار ساله نشان می‌دهد. تغییرات سهم هر یک از این عوامل نیز در نمودار 4 نشان داده شده است. همچنین جدول 5 شاخص‌های جزئی بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری سرمایه را طی سال‌های 1356 تا 1386 نشان می‌دهد. شاخص‌ها از نسبت ارزش افزوده به هر یک از این عوامل محاسبه شده است.

جدول 6: سهم هر یک از عوامل کار، سرمایه، و بهره‌وری در تأمین رشد ارزش افزوده بخش نفت در مقاطع مختلف طی دوره 1386-1357

سال	سهم سرمایه	سهم نیروی کار	سهم بهره‌وری	رشد ارزش افزوده
1357-60	-0.50	0.03	-13.70	-14.16
1360-63	0.93	1.19	5.10	6.67
1363-66	-0.97	0.11	0.91	0.05
1366-69	-1.22	1.10	3.70	3.60
1369-72	-0.70	0.44	2.20	1.96
1372-75	0.59	-0.24	-0.77	-0.42
1375-82	1.45	-0.248	-0.718	0.48
1382-86	1.46	-0.20	-0.751	0.52

میزان بهره‌وری طی این سال‌ها بین  $0/3$  تا  $2$  در نوسان بوده است. در اوایل دهه 50 شمسی، تولید نفت ایران به میزان قابل توجهی افزایش یافت که این امر باعث افزایش بهره‌وری سرمایه در این بخش شد. در سال‌های بعد از انقلاب، در مدت کوتاهی به دلیل کاهش در تولید، بهره‌وری سرمایه از روند نزولی برخوردار شد، که در نمودار این روند کاهنده به وضوح آشکار است. این میزان در سال‌های 1359 و 1360 به کمترین میزان خود یعنی به ترتیب  $0/3$  و  $0/4$  رسید. رشد تولید نفت از سال 1361 شروع شد، که این امر افزایش شاخص بهره‌وری را به همراه آورد. از طرفی طی دهه 60 شمسی، سرمایه‌گذاری در بخش نفت انجام نشد، بنابراین سرمایه این بخش رو به کاهش نهاد. این دو عامل باعث ایجاد روند افزایشی در شاخص بهره‌وری سرمایه طی این دهه و اوایل دهه 70 شد، به طوری که در سال 72 به حداکثر میزان خود یعنی  $1/7$  دست یافت. از سال 1373 شاهد روند کاهشی در شاخص بهره‌وری سرمایه هستیم. این کاهش تا سال 1378 ادامه یافت و از  $1/6$  در سال 73 به  $1/1$  در سال 78 تنزل کرده است. کاهش سرمایه‌گذاری به همراه کاهش سطح تولید (در نتیجه کاهش سهمیه اویک) در این بخش علل عمده کاهش بهره‌وری شاخص سرمایه طی این سال‌ها است. روند افزایشی در حجم سرمایه در طی این سال‌ها باعث شده که بهره‌وری از یک روند نزولی برخوردار شود.

جدول 7 روند شاخص بهره‌وری نیروی کار طی سال‌های 56 تا 79 برای بخش نفت نشان می‌دهد. این شاخص در طول دوره 61 تا 79 حدود  $0/35$  ثابت باقی مانده است. چنان‌که ملاحظه می‌شود، بعد از یک کاهش شدید بهره‌وری نیروی کار در

سال‌های 57-60 که نتیجه افت شدید تولید بوده است، با یک روند متعادل همراه با افزایشی بسیار آرام در سال‌های پایانی مواجه بوده است.

جدول 7: شاخص‌های جزئی بهره‌وری در بخش نفت

سال	بهره‌وری سرمایه	بهره‌وری نیروی کار	سال	بهره‌وری سرمایه	بهره‌وری نیروی کار
1356	2.0	1.22	1370	1.0	0.28
1357	1.3	0.81	1371	1.0	0.28
1358	1.0	0.61	1372	1.3	0.32
1359	0.3	0.20	1373	1.6	0.34
1360	0.4	0.22	1374	1.7	0.35
1361	0.8	0.43	1375	1.6	0.33
1362	0.8	0.41	1376	1.6	0.35
1363	0.7	0.31	1377	1.5	0.36
1364	0.7	0.30	1378	1.3	0.34
1365	0.6	0.26	1379	1.3	0.36
1366	0.8	0.30	1380	1.1	0.34
1367	0.9	0.29	1381	1.1	0.38
1368	0.6	0.26	1382	1.2	0.39
1369	0.7	0.28	1383	1.4	0.41
1384	0.8	0.32	1385	1.6	0.45
1386	0.83	0.35			

### محاسبه تأثیر تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل در صنعت نفت و گاز

تحقیق و توسعه به‌عنوان مسئله اصلی نوآوری و تغییرات فنی در تولید است و نقش بسزایی در افزایش ظرفیت‌های تولید و رشد اقتصادی کشور دارد، که مهم‌ترین عامل افزایش بهره‌وری در صنایع تولیدی کشورها است. توسعه هر کشوری را می‌توان فرایندی که در نتیجه آن شرایط زندگی مطلوب و کاهش طبقاتی جامعه را برای همه افراد جامعه میسر ساخته عنوان کرد. از طرف دیگر، موجب افزایش آگاهی و دانش افراد جامعه می‌شود. چنان که مطالعات تاریخی نشان می‌دهد، محور اصلی انقلاب‌های علمی و فنی، تسریع آهنگ پیشرفت علوم و فنون و کاربرد آنها در فرایند تحقیق و توسعه است. عامل اصلی تضمین‌کننده شکوفایی بلندمدت اقتصادی در جوامع صنعتی و نیمه‌صنعتی جهان در گرو سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه است. در نهایت، همین

عوامل موجب افزایش رشد اقتصادی و پیشرفت فنی و افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید است.

از زمان جنگ جهانی دوم به بعد، سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه به‌عنوان یکی از تفاوت‌های بزرگ بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه است. کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته نیز با جمعیتی کمتر از یک‌پنجم کره زمین را تشکیل می‌دهند. این کشورها حدود 97% هزینه‌های تحقیق و توسعه کل جهان را به خود اختصاص داده‌اند. در این جوامع، علم و تکنولوژی نیز با بهره‌گیری از منابع انسانی و خلاقیت، شکل‌دهنده ساختار اصلی توسعه اقتصادی است و موجب افزایش رشد اقتصادی و بهره‌وری شده است. نگاهی اجمالی به این کشورها و مقایسه آن با کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که مقدار  $2/5-3/5$  از تولید ناخالص ملی را هزینه تحقیق و توسعه تشکیل می‌دهد و این مقدار در دیگر کشورهای درحال توسعه، کمتر است. بررسی نقش فناوری و بهره‌وری عوامل تولید در این کشورها عمدتاً افزایش چشمگیری را تا سال 1970 نشان می‌دهد. از آن سال به بعد، به خاطر بحران نفت و مواد اولیه، کمبود نیروی انسانی متخصص، و عدم حمایت‌های دولت، بهره‌وری تولید به‌صورت بازدهی کاهش یافته است. این تلاش‌ها باعث دستیابی به نقش مهم سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه در کنار شاخص‌های دیگر تکنولوژیکی شده است.

### **برآورد تأثیر تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل در صنعت نفت و گاز با مدل VAR**

تحقیق و توسعه را می‌توان به‌عنوان یکی از افزایش‌دهنده‌های تولید کل و بازدهی در صنعت نفت و گاز و افزایش صادرات کشورها، به‌ویژه کشورهای حوزه خاورمیانه تلقی کرد. زیرا اقتصاد این کشورها به‌شدت وابسته به اقتصاد تک‌محصولی و صادرات نفت و گاز به‌عنوان متغیر تأثیرگذار در اقتصاد کشور است. با افزایش سرمایه‌گذاری بر بهره‌وری کل و نهاده‌های تولیدی و با سرمایه‌گذاری بر روی افراد ماهر، تکنیسین‌ها، و تحصیل کرده‌ها، و توجه بیش از اندازه به آزمایشگاه‌های تحقیقاتی به‌صورت کاربردی و عملی، می‌توان با هزینه کمتر تولیدات نفت و گاز و مشتقات آنها، گامی مهم در جهت ارتقا و افزایش برداشت.

برآورد تأثیر تحقیق و توسعه بر بهره‌وری طبق مدل VAR است، که در آن همه متغیرها ابتدا درون‌زا فرض شده و سپس با استفاده فرایند تحلیل برداری متغیرهای درون‌زا اقدام به برآورد تابع تولیدی آنها با در نظر گرفتن هزینه‌های تحقیق و توسعه نمودیم.

نتایج نشان می‌دهد که افزایش سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه با افزایش بهره‌وری همراه بوده و اثر مهمی بر ارتقاء بهره‌وری طی وقفه‌های زمانی داشته است. از طرف دیگر، سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه بر افزایش بهره‌وری نیروی کار و ماشین‌آلات پیشرفته نیز اثر معنی‌داری داشته است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همچنان که ملاحظه می‌شود، بخش عمده‌ای از رشد ارزش افزوده بخش نفت وابسته به رشد (مثبت یا منفی) بهره‌وری طی سال‌های مختلف است و نهاده نیروی کار و سرمایه سهم اندکی در تأمین این رشد دارند. البته این فرایند برای صنعت نفت و صنایع مشابه که از ارزش ذاتی مخازن نفتی سود می‌برند، امری طبیعی است، خصوصاً این که هزینه تولید نفت در ایران رقم پایینی بوده و برای تولید آن نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین نیست. در نتیجه، رانت حاصل از ارزش مخزن، بسیاری از هزینه‌های جانبی دیگر را پوشش می‌دهد و نقش خود را در تولید به‌عنوان متغیر مسلط ایفا می‌کند، به‌طوری که عملاً قادر است سهم ناشی از رشد منفی یا مثبت سایر عوامل را نیز تحت پوشش قرار داده و برای ارزش افزوده روند مثبت یا منفی را ترسیم نماید (واقعیتی که در نمودار 4 در سال‌های مختلف مشاهده می‌گردد).

بنابراین، در نظر گرفتن روند بهره‌دهی تولید مخازن، توجه به استفاده از عامل فناوری‌های نوین در جلوگیری از افت تولید مخزن و میزان ذخایر از جمله عواملی هستند که لازم است در مطالعات مربوط به تجزیه عوامل مؤثر بر بهره‌وری این بخش مورد توجه قرار گیرند.

از طرفی، توجه به مسئله تحقیق و توسعه باعث خواهد شد که افزایش چشمگیری در تولید و بازدهی و بهره‌وری ایجاد شود. انتظار می‌رود با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه در صنعت نفت و گاز، صادرات کالاها و مشتقات نفتی افزایش یابد.

بدین جهت، با توجه به سهم و اهمیت نفت و گاز در اقتصاد کشور، بالا بودن ارزش افزوده مشتقات نفتی، بازدهی زیاد سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه این صنعت، پیشنهاد می‌شود سهم بودجه‌های اختصاصی به تحقیق و توسعه در صنعت نفت و گاز افزایش یابد.

در مجموع می‌توان بیان داشت که افزایش نقش بهره‌وری کل عوامل تولید، کاهش هزینه‌های تولید، اندیشیدن به آینده‌ای بهتر، جهانی شدن و یکپارچگی این صنایع، باعث افزایش رقابت بین صنایع مختلف خواهد شد. از طرف دیگر، برای کاهش



وابستگی به درآمدهای نفتی باید در پی فعالیتهای تحقیق و توسعه داخلی، تربیت نیروی انسانی متخصص، جذب تحقیق و توسعه خارجی، افزایش شاخص‌های باز بودن اقتصاد، کاهش وابستگی به مواد مصرفی خارجی، و کاهش موانع تجاری برای جهانی شدن با اقتصاد جهانی باشیم. باید سیاست‌های ارزی مناسب که با سیاست‌های پولی تورم کمتر، سازگار هستند اتخاذ نماییم تا بهره‌وری کل عوامل تولید را در همه بخش‌های اقتصاد به‌خصوص صنعت، بهبود دهیم. همه این‌ها مستلزم اتخاذ یک سری سیاست‌ها است که به تعدادی از آنها اشاره می‌کنیم.

### **بهبود زیرساخت‌های تحقیق و توسعه**

بنگاه‌ها در بخش صنعت کشور اصولاً از دو طریق می‌توانند به مزیت‌های تکنولوژیکی دست یابند: یکی به‌وسیله اختراعات و ابداعات درونی از طریق تحقیق و توسعه، دیگری از طریق خرید کالاهای سرمایه‌ای یا واسطه‌ای جدید از سایر بخش‌ها (یا خارج). آمارها نشان می‌دهد که هزینه‌های تحقیق و توسعه در ارزش افزوده ایجاد شده نه‌تنها اندک است، بلکه از سال 73 به بعد، روند افزایش آن سرعت کمتری داشته است. به نظر می‌رسد بیشترین ابداعات تکنولوژیکی در ایران از طریق خرید تجهیزات سرمایه‌ای از کشورهای خارج رخ داده باشد. بنابراین، انتظار نمی‌رود که شاخص‌های تحقیق و توسعه داخلی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت داشته باشد.

### **بهبود کیفیت و ماهیت تلاش‌های تحقیق و توسعه**

در راستای این اهداف، فعالیتهای تحقیق و توسعه باید جهت‌دار باشند و در جهت ارتقای کیفیت محصولات و کاهش هزینه در واحد تولید، آن‌گونه که در کشورهای صنعتی انجام می‌گیرد، به‌انجام برسد. تلاش‌های تحقیق و توسعه در صنایع نفتی ایران بر تطبیق کالاهای تولیدی با معیارهای «مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور» یا بر اخذ گواهینامه (ISO) متمرکز باشد، نه بر کاهش هزینه‌های تولید از طریق ایجاد ابداعات فنون جدید تولیدی. بنابراین، تلاش‌های ناچیز یا حتی بدون برنامه بسیاری از بنگاه‌های صنعتی که دارای آزمایشگاه تحقیق و توسعه هستند، نمی‌تواند اثر چندانی بر بهبود بهره‌وری بنگاه‌های تولیدی داشته باشد.

### **مدیریت صحیح در فعالیتهای تحقیق و توسعه**

فعالیتهای تحقیق و توسعه خود نیازمند یک مدیریت کارآمد، پیش‌تاز، و خلاق در امر نوآوری و ابداعات است که همواره در جهت کسب موفقیت‌های جدید گام برداشته شود.

بسیاری از واحدهای تولید صنعتی در ایران با مالکیت یا مدیریت دولتی اداره و سرپرستی می‌شوند. بنابراین، بسیار بعید به نظر می‌رسد که مدیران چنین واحدهایی روحیه، انگیزه، و علاقه‌ای برای رشد و ارتقاء واحدهای تولیدی خود در راه کسب موفقیت‌های بین‌المللی و در امر تحقیق و توسعه ایجاد نمایند که موجبات افزایش بهره‌وری کل تولید و هزینه‌های تولید را فراهم آورد.

### **سازگاری سیاست‌های عمومی دولت نسبت به صنعت**

اتخاذ سیاست استراتژی جایگزینی واردات و حمایت از صنایع داخلی در ایران، اگرچه می‌تواند از لحاظ ایجاد اشتغال و کاهش وابستگی مزایای زیادی به‌همراه داشته باشد، اما فقدان کارایی و بهره‌وری لازم جهت رخنه به بازارهای بین‌المللی، از معایب آن به‌شمار می‌رود. در واقع، صنایع حمایت‌شده‌ای که بازار کالاهای خود را در معرض هیچ‌گونه تهدید خارجی نمی‌بینند، انگیزه‌ای برای تلاش‌های تحقیق و توسعه به‌منظور کاهش هزینه و ارتقاء کیفی محصولات خود نخواهند داشت. بنابراین، سیاست‌های دولت باید طوری باشد تا رقابت‌پذیری فنی را افزایش بدهد.

### **پویایی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف صنعت**

فعالیت‌های سیستماتیک و پیوسته در ارتباط تنگاتنگ با ساختارهای اقتصادی و نهادی است و نظام حقوق مالکیت و درجه کارآمدی دولت، ضمانت اجرایی حقوق مالکیت معنوی و نقطه اتکای هر فعالیت نوآورانه است. ساختار بازار، ساختار صنعتی، و درجه باز رقابتی بودن اقتصاد، از عوامل تحرک عوامل اقتصادی در فضای رقابتی برای انجام تحقیق و توسعه است، یا به‌طور معکوس فراهم‌کننده تداوم و رشد عوامل اقتصادی بدون توجه به فعالیت‌های نوآورانه است. این که ساختار صنعتی چگونه باشد، وزن تولید محصولات فناوری در آن اقتصاد چگونه تعیین شود، یا نرخ سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در تعامل با سطح سرمایه‌گذاری مناسب باشد، از عوامل تعیین‌کننده نرخ انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه آن است، که از آن به‌عنوان شدت فعالیت‌های تحقیق و توسعه یاد می‌شود.

### **تخصیص مناسب بودجه‌های تحقیق و توسعه**

با افزایش درآمد و شدت تحقیق و توسعه، سهم تحقیقات پایه‌ای کاهش و سهم

تحقیقات توسعه‌ای افزایش می‌یابد، زیرا نتیجه تحقیقات توسعه‌ای، تولید فناوری است. از آنجا که افزایش تولید فناوری منوط به حضور مؤثرتر بخش خصوصی در تحقیق و توسعه است، بنابراین با افزایش نقش بنگاه‌ها انتظار افزایش مخارج تحقیق و توسعه منطقی خواهد بود. در صنایع نفتی با درآمد بالاتر، بیشتر منابع تحقیق و توسعه صرف تحقیقات توسعه‌ای می‌شود، زیرا این تحقیقات امکان ایجاد اثر مستقیم اقتصادی در غالب ظهور فناوری‌های جدید را فراهم می‌کند. ولی تحقیقات پایه‌ای اثر بالفعل اقتصادی ندارند و می‌توانند حتی بدون صرف هزینه در اختیار دیگران قرار گیرند. البته انواع تحقیقات می‌توانند ارتباطات پیوسته‌ای با هم داشته باشند، که هدف‌گیری فعالیت‌های برنامه چهارم توسعه اقتصادی، برای رسیدن به شدت تحقیق و توسعه 2 درصدی در سطح کشورهای OECD بوده است. طبق برنامه، از این مقدار حدود 35% آن را بخش خصوصی و 65% آن را بخش دولتی تأمین خواهد کرد.

### منابع

1. خیابانی، ناصر (1379) تدوین مدل‌های رشد با تأکید بر اشتغال، مؤسسه کار و تأمین اجتماعی.
2. وافی نجار، داریوش (1375)، «تحلیل اثر نهاده‌ای انرژی و تخمین تابع تولید انرژی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
3. بانک اطلاعات آماری مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
4. آمار و اطلاعات دریافتی از شرکت ملی نفت ایران، واحد تهران.
5. امینی؛ نهان‌وندی؛ و صفاری‌پور (1377)، «برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخش‌های اقتصادی ایران»، معاونت امور اقتصادی سازمان برنامه و بودجه، دفتر اقتصاد کلان.
6. شاه‌آبادی، ابوالفضل (1380)، «اثر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر بهره‌وری»، پایان‌نامه دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.
7. معمارنژاد، عباس (1383)، «اهمیت نیروی انسانی و تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی ایران»، فصل‌نامه بازرگانی، شماره 31، وزارت بازرگانی.
8. A.P.O. Asian Productivity Congress, "Conference Report", Tokyo: A.P.O., 1970.
9. Wright, C.D. (1998), "Hand and Machine Labor", United States Department of Labor, Annual Report.
10. Clague, E. (1984), "Planning Guides for Industry", Duns Review, Oct. 1984.

11. Guangzhou Hu., Albert (2001), "Ownership Government R&D Private R&D and Productivity In Chinese Industry", Journal of Comparative Economics, 136-157.
12. Hans.Van Meijl (1997), "Measuring the Impact of Direct and Indirect R&D on Productivity Growth of Industries: Using the Yale Technology Concordance", Economic Systems Search, Vol.9, No.2, PP. 205-211.
13. Fourastie, J., (1957), "Productivity, Prices and Wages", Paris: OEEC, European Productivity Agency.
14. Steiner, P.O.; Goldner, W. (1952), "Productivity", Berkeley, University of California, Institute of Industrial Relations.
15. Peseran, M.H.; Shin, Y. (1999), "An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Co integration Analysis", Chapter 11 in Econometrics and Economic Theory in 20 Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium, Strom, S. ed., Cambridge University Press, Cambridge.
16. Roger, Mark (2006), "Estimation the Impact of R&D on Productivity Using the Berd-Ard Data".
17. Rong Chen, Jong (2006), "The Impact of Technology Transfer and R&D on Productivity Growth in Taiwanese Industry", Journal of the Japanese and International Economies, 177-192.
18. Smith, Valdermar (1999), "The Impact of R&D on Productivity Evidence form Danish Manufacturing Firm", November.

