

# انباشت سرمایه و تقلیل منابع درآمدی: مدل هارتویک

Ghavidel@iaufb.ac.ir

صالح قویدل

دانشیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد فیروزکوه، فیروزکوه، ایران (نویسنده مسئول).

mahmoudzadeh@iaufb.ac.ir

محمود محمودزاده

دانشیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد  
فیروزکوه، فیروزکوه، ایران.

berimani@std.iaufb.ac.ir

روح‌انگیز بریمانی

کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد  
فیروزکوه، فیروزکوه، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷

**چکیده:** مدیریت منابع طبیعی برای تضمین انباشت سرمایه و رشد اقتصادی برای کشورهای با وفور منابع، اهمیت فراوان دارد. در این پژوهش، موجودی سرمایه ایران با استفاده از قاعده استاندارد هارتویک شبیه‌سازی می‌شود. این پرسش مطرح است که باید موجودی سرمایه مطلوب ایران چه اندازه باشد؟ نتایج محاسبه‌ها نشان می‌دهد که انباشت سرمایه ایران بر مبنای قاعده استاندارد هارتویک ۱/۵ تا ۱/۷ برابر مقدار موجودی سرمایه موجود است؛ بدین معنا که بخش عمده‌ای از رانت منابع طبیعی سالیانه مصرف شده و پس‌انداز خالص در ایران منفی است. ارزیابی دوباره یافته‌ها بر اساس قاعده هارتویک تعدیل‌شده نسبت به رانت منابع طبیعی، به‌ویژه رانت نفت، نشان می‌دهد که اگر ایران ۵۰ تا ۶۰ درصد رانت منابع طبیعی را به سرمایه‌گذاری اختصاص می‌داد، قاعده هارتویک تعدیل‌شده رعایت می‌شد. به عبارت دیگر، ضریب تعدیل بهینه برای تقسیم رانت منابع طبیعی به سرمایه‌گذاری و مصرف با شرایط نهادی و ساختاری موجود بین ۰/۵ تا ۰/۶ است و اقتصاد ایران در حد پایین، قاعده هارتویک تعدیل‌شده را رعایت کرده است.

**کلیدواژه‌ها:** قاعده هارتویک، موجودی سرمایه، پس‌انداز خالص، منابع طبیعی، رانت نفت.  
طبقه‌بندی JEL: Q30, R53, H54.

کشورهایی با وفور منابع طبیعی، سالانه رانت بزرگی از درآمد منابع طبیعی به دست می‌آورند. رانت منابع طبیعی برابر با درآمد منابع طبیعی پس از کسر هزینه‌های استخراج و سایر هزینه‌هاست. کشورهای توسعه‌یافته، رانت منابع طبیعی را در صندوقی نگهداری، و طبق قاعده هارتویک<sup>۱</sup> (۱۹۷۷) با آن برخورد می‌کنند. هارتویک (۱۹۷۷) می‌گوید که تمام رانت ناشی از منابع پایان‌پذیر را در بخش‌ها و دارایی‌های مولد (ماشین‌آلات، زیربناها، و دارایی‌های مالی) سرمایه‌گذاری، و مانده آن را (از جمله تمام منافع ناشی از سایر سرمایه‌ها) مصرف کنید. به این ترتیب، نسل فعلی از مواهب ناشی از سرمایه‌گذاری بهره‌مند می‌شود و همچنین، اصل سرمایه مولد (بخش‌های پایان‌ناپذیر) به نسل‌های بعدی منتقل می‌شود. به عبارت دیگر، نسل فعلی، رفاه خودش را به دلیل پس‌انداز برای نسل بعدی، کاهش نمی‌دهد، و از طرف دیگر، سرمایه ناشی از منابع طبیعی برای نسل‌های بعدی نگهداری می‌شود. از آن‌جا که کشورهای در حال توسعه با کمبود سرمایه مواجه هستند، تمایل زیادی وجود دارد که رانت منابع طبیعی (مانند فروش نفت پس از کسر هزینه)، صرف بدهی‌های گذشته شود یا با نرخ بهره پایین به بخش خصوصی تخصیص داده شود تا انباشت سرمایه در داخل صورت گیرد، و فرایند توسعه زودتر به دست آید. ولی شواهد نشان می‌دهد که کشورها به‌سختی می‌توانند با ارزش‌های خارجی (ناشی از فروش منابع طبیعی)، انباشت سرمایه را در کشور افزایش دهند. در بیش‌تر این کشورها، این عمل باعث بزرگ شدن بخش غیرتجاری و انباشت سرمایه در این بخش می‌شود. با نگاهی به بودجه کل کشور و مقایسه آن با تولید ناخالص داخلی در ایران، می‌توان این موضوع را مشاهده کرد که تقریباً ۸۰ درصد بودجه کل کشور در اختیار شرکت‌ها و موسسه‌های وابسته به دولت است که در اثر تزریق رانت ناشی از منابع طبیعی به اقتصاد، در سال‌های طولانی به وجود آمده‌اند.

قاعده هارتویک نشان می‌دهد که با فرض تابع کاب-داگلاس برای تولید در سطح جامعه و با دنبال کردن برنامه استخراجی منابع طبیعی بر اساس قاعده هتلینگ<sup>۲</sup> (۱۹۳۱) و سیاست مصرف-پس‌انداز، می‌توان سطح مصرف را در بین نسل‌های مختلف ثابت نگه داشت. درک مسئله ساده است. استخراج از منابع پایان‌پذیر در طول زمان کاهش می‌یابد، ولی در عوض، بر انباشت سرمایه مولد در بخش‌های دیگر افزوده می‌شود. این دو، اثر همدیگر را خنثی می‌کنند و مسیر ثابتی برای مصرف تمام نسل‌ها فراهم می‌آورند. صندوق ذخیره درآمدهای نفتی در کشور نروژ شاید روشن‌ترین سیاست مبتنی بر توصیه هارتویک باشد. این پژوهش، موجودی سرمایه را با استفاده از قاعده هارتویک در اقتصاد ایران برآورد می‌کند. پرسش این است که اگر بر مبنای قاعده هارتویک عمل می‌شد، موجودی سرمایه چه مقدار می‌بود و چه میزان با

1. Hartwick Rule  
2. Hotelling

موجودی سرمایه کنونی اختلاف داشت؟ به عبارت دیگر، چه میزان انباشت سرمایه با رعایت قاعده هارتویک شبیه‌سازی می‌شود. اگر موجودی سرمایه با برقراری قاعده هارتویک از موجودی سرمایه فعلی کم‌تر شود، بدین معناست که پس‌انداز حقیقی<sup>۱</sup> کشور مثبت است؛ ولی اگر برابر با موجودی سرمایه فعلی یا بیش‌تر از آن شود، پس‌انداز حقیقی کشور صفر یا منفی است. پس‌انداز حقیقی، شاخص ساده‌ای است که در سال ۱۹۹۵ توسط همیلتون<sup>۲</sup> مطرح شد که برای ارزیابی و سنجش پایداری اقتصاد کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. خالص سرمایه‌گذاری در هر سال، با میزان رانت منابع طبیعی (نه تنها نفت بلکه همه منابع طبیعی) برابر، کم‌تر، یا بیش‌تر است. اگر سرمایه‌گذاری خالص برابر با رانت منابع طبیعی باشد، پس‌انداز حقیقی صفر می‌شود. اگر سرمایه‌گذاری خالص کم‌تر از رانت منابع طبیعی در همان سال باشد، پس‌انداز حقیقی منفی می‌شود. اگر سرمایه‌گذاری خالص بیش از رانت منابع طبیعی باشد، پس‌انداز حقیقی مثبت می‌شود که مصداق آن کشورهایی مانند نروژ هستند. آشکار است کشورهایی که منابع طبیعی را به‌خوبی مدیریت نمی‌کنند، کل سرمایه‌گذاری آن‌ها از برداشت منابع طبیعی در سال کم‌تر است. برای نمونه، همیلتون و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از قاعده هارتویک و بکارگیری داده‌های سرمایه‌گذاری در ۳۰ سال و استفاده از رانت منابع تجدیدنپذیر، موجودی سرمایه را برای ۷۰ کشور محاسبه می‌کنند. بر مبنای این یافته‌ها، اگر نیجریه از سال ۱۹۷۰ قاعده هارتویک را رعایت می‌کرد، موجودی سرمایه آن در سال ۲۰۰۰ تقریباً ۲/۵ برابر موجودی سرمایه واقعی این کشور در سال ۲۰۰۰ می‌شد.<sup>۳</sup> نتایج دیگری که همیلتون و همکاران (۲۰۰۶) به آن دست می‌یابند، این است که کشورهایی با وفور منابع طبیعی، کم‌تر از قاعده هارتویک پیروی می‌کنند. هدف پژوهش حاضر این است که مشخص کند ثروت کشور (موجودی سرمایه)، در حالی که قاعده هارتویک را رعایت کند، چه میزان با ثروت کنونی آن تفاوت دارد؟ به عبارت دیگر، این پژوهش به دنبال بررسی وضعیت پس‌انداز حقیقی اقتصاد ایران در یک دوره مشخص تاریخی (۱۳۹۱-۱۳۷۱) است. برای این منظور نیاز است که موجودی سرمایه با فرض برقراری قاعده هارتویک دوباره برآورد شود. در این پژوهش، موجودی سرمایه با روش PIM<sup>۴</sup> و روش استاندارد هارتویک محاسبه و مقایسه می‌شوند. با توجه به این که اقتصاد ایران وابسته به درآمدهای منابع طبیعی از جمله نفت است، نمی‌توان قاعده استاندارد هارتویک را به صورت کامل برای آن بکار گرفت و باید آن را با توجه به شرایط ساختاری اقتصاد ایران تعدیل کرد. به همین منظور در این پژوهش، قاعده استاندارد هارتویک متناسب با اقتصاد ایران تعدیل می‌شود که آن را قاعده تعدیل شده هارتویک می‌نامیم. این پژوهش از پنج بخش تشکیل شده است: پس از مقدمه، بخش دوم

1. Genuine Savings

2. Hamilton

4. Perpetual Inventory Method

۳. تقریباً ۳۵۰ درصد

به ادبیات و قاعده هارتویک می‌پردازد؛ بخش سوم، به روش‌های محاسبه موجودی سرمایه از جمله روش استاندارد هارتویک می‌پردازد؛ در بخش چهارم، محاسبه موجودی سرمایه به روش PIM و روش استاندارد هارتویک انجام می‌شود. همچنین در این بخش، قاعده هارتویک تعدیل‌شده توضیح داده می‌شود. بخش پایانی به نتایج و توصیه‌های سیاستی می‌پردازد.

## مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### قاعده هارتویک

معیار پایداری هارتویک این است که مصرف جامعه در طول زمان غیرنزولی باشد. او با یک روش ساده به تعیین مشخصه‌های اقتصاد و ارتباط فناوریانه حاکم بر تولید می‌پردازد. در این تجزیه و تحلیل، بر امکانات جانشینی بین نهاده‌های مولد تأکید می‌شود. هارتویک با طراحی الگویی توانست یک قاعده شرطی استخراج کند که از آن با نام قانون یا قاعده هارتویک یاد می‌شود. این قاعده شرط کافی برای دستیابی اقتصاد به پایداری است؛ ساختار و عناصر این قاعده در ادامه اشاره می‌شود. چنانچه تمام تولیدها مصرف و سرمایه‌گذاری شوند، آن‌گاه بر اساس اتحاد حسابداری درآمد ملی خواهیم داشت:

$$C_t = f(k_t, R_t) - \dot{K}_t \quad (1)$$

که در آن  $C_t$  مصرف،  $f(0)$  تابع تولید،  $K_t$  موجودی سرمایه پایان‌ناپذیر، نیز  $\dot{K}_t = \frac{dk}{dt}$  نرخ تغییر موجودی سرمایه (سرمایه‌گذاری)، و  $R_t$  میزان استخراج و بکارگیری منابع طبیعی زیست‌محیطی پایان‌پذیر است. فرض کنید که دو رابطه (۲) و (۳) برقرار باشد:

$$\frac{\dot{f}_R}{f_R} = f_K \quad (2)$$

$$\dot{K}_t = R_t \cdot f_R \quad (3)$$

به طوری که  $f_R = \frac{\partial f}{\partial R}$  و  $f_K = \frac{\partial f}{\partial K}$  به ترتیب تولید نهایی منابع طبیعی پایان‌پذیر و سرمایه پایان‌ناپذیر باشند. از طرف دیگر،  $\dot{f}_R = \frac{df_R}{dt}$  نشان‌دهنده رشد تولید نهایی عامل منابع طبیعی است و در شرایط بهینه با بیشینه‌سازی سود، تولید نهایی عامل برابر با بازده واقعی عامل است. پس معادله (۲) نشان می‌دهد که رشد بازدهی واقعی عامل منابع طبیعی باید برابر با نرخ بازدهی عامل سرمایه

(نرخ بهره) باشد که به قاعده هتلینگ برای استخراج منابع طبیعی شهرت دارد.<sup>۱</sup> به عبارت دیگر، در صورت برقرار بودن معادله (۲)، برنامه استخراج منابع طبیعی از نظر اقتصادی کارآمد است. معادله (۳)، به قاعده هارتویک مشهور است. بر اساس این قاعده، ارزش بکارگیری منابع طبیعی که برابر با حاصل ضرب مقدار منابع طبیعی ( $R_t$ ) و بازده هزینه استخراج خالص منابع طبیعی ( $f_R$ ) است، باید برابر با ارزش سرمایه‌گذاری جدید در موجودی سرمایه باشد. اگر یک اقتصاد از قاعده هارتویک پیروی کند، به سازوکاری دست می‌یابد که در آن منافع ناشی از منابع طبیعی پایان‌پذیر، در سرمایه‌های فیزیکی جدید سرمایه‌گذاری می‌شود. هارتویک (۱۹۷۷) نشان می‌دهد که اگر از این قاعده پیروی شود و منابع طبیعی به‌طور کارآمد استخراج شوند و معادله (۲) برقرار باشد، آن‌گاه برای هر اقتصادی، یک مصرف ثابت و مثبت در طول زمان میسر خواهد بود. تحت شرایط معین، حتی اگر یک منبع طبیعی پایان‌پذیر تا حد اتمام مورد استفاده قرار گیرد، این مصرف ثابت می‌تواند به‌طور نامحدود در طول زمان استمرار داشته باشد. اثبات این قاعده در زیر آمده است. با دیفرانسیل‌گیری از معادله (۱) و (۳) نسبت به زمان خواهیم داشت:

$$\dot{C}_t = f_k \dot{K}_t + f_R \dot{R}_t - \frac{d^2 k}{dt^2} \quad (۴)$$

$$\frac{d^2 k}{dt^2} = f_R \dot{R}_t + R_t \dot{f}_R \quad (۵)$$

با جایگذاری معادله (۵) در (۴) خواهیم داشت:

$$\dot{C}_t = f_k \dot{K}_t + f_R \dot{R}_t - f_R \dot{R}_t - R_t \dot{f}_R \quad (۶)$$

$$\dot{C}_t = f_k \dot{K}_t - R_t \dot{f}_R \quad (۷)$$

با جایگذاری معادله (۳) در معادله (۷)، داریم:

$$\dot{C}_t = f_k R_t f_R - R_t \dot{f}_R \quad (۸)$$

سرانجام با مرتب کردن معادله (۲) و جایگذاری آن در معادله (۸) خواهیم داشت:

$$\dot{C}_t = f_k R_t f_R - f_k f_R R_t \quad (۹)$$

و بنابراین،

$$\dot{C}_t = 0 \quad (۱۰)$$

۱. اگر نرخ بهره بالاتر از رشد بازده واقعی منابع طبیعی باشد، باید سرعت استخراج را افزایش داد و اگر کم‌تر باشد، باید سرعت استخراج را کاهش داد.

از این رو، پیروی از قاعده پس انداز هارتویک، مصرف ثابت را در هر اقتصادی میسر می کند و منابع طبیعی پایان پذیر، به طور کارآمد استخراج خواهند شد. پیش از بحث درباره این قاعده، ابتدا درون مایه تفکر هارتویک تحلیل می شود. فرض کنید که یک اقتصاد دارای مقادیر ثابتی از انواع منابع طبیعی تجدیدنپذیر باشد، اگر بازیافت این منابع ناممکن باشد، مصرف این منبع طبیعی تنها روش کسب مطلوبیت است. بیشترین نرخ مصرف ثابت که از این ذخایر طبیعی در یک دوره زمانی مشخص به دست می آید، چقدر است؟ این نرخ برابر با صفر است؛ زیرا ذخیره این منبع محدود است. فرض بعدی این است که بگوییم این موجودی (منبع طبیعی) فقط صرف مصرف نمی شود، بلکه به عنوان نهاده به همراه سرمایه فیزیکی در فرایند تولید بکار گرفته می شود؛ محصول ناشی از این فرایند تولید را می توان مصرف کرد یا به صورت سرمایه فیزیکی ذخیره کرد. حال پرسش بالا به گونه دیگری طرح می شود: بیشترین نرخ مصرف ثابت در این اقتصاد در یک دوره زمانی نامحدود چقدر است؟ هارتویک نشان می دهد که در چنین شرایطی، نرخ مصرف برابر صفر نیست، بلکه این مصرف می تواند همیشه یک مقدار مثبت باشد. برای دستیابی به چنین نتیجه ای به چه شروطی نیاز است؟

اولین شرط، قابلیت جانشینی بین سرمایه فیزیکی و منبع طبیعی پایان پذیر است. این نهاده ها باید بتوانند به یک روش خاص، جانشین یکدیگر شوند<sup>۱</sup>. این شرط مستلزم این است که وقتی منبع طبیعی پایان پذیر در حال بهره برداری است، سرمایه فیزیکی در حال انباشت است، و این سرمایه جانشین منبع طبیعی پایان پذیر در فرایند تولید است، سطح محصول کاهش نیابد. شرط دوم، برقراری قاعده هارتویک است. بر اساس این قاعده، رانت (مازاد درآمدها نسبت به هزینه های تولید) ناشی از استخراج منبع پایان پذیر باید پس انداز و سپس، به صورت سرمایه فیزیکی ذخیره و انباشت شود. و شرط سوم این که برای یک منبع طبیعی پایان پذیر باید یک برنامه استخراج (تعیین مقادیری که در هر لحظه زمانی باید استخراج شوند) مشخص شود. استخراج منبع طبیعی پایان پذیر باید با توجه به یک برنامه کارآمد انجام گیرد، که یکی از آن ها قاعده هتلینگ است. البته در قاعده هتلینگ، باید به گونه ای نرخ رشد فناوری های جایگزین منابع طبیعی مانند نفت را لحاظ کرد. برای مثال، کشورهای نفتی اکنون با این موضوع روبه رو هستند که در آینده نه چندان دور، نسل های جدید فناوری انرژی، جایگزین نفت خواهند شد. در این صورت، مبنای کشورها بیشترین استخراج از ظرفیت خواهد شد، که قاعده هتلینگ باید از این راه تعدیل شود. همچنین، می توان از قواعد دیگری استفاده کرد، مانند

۱. برای اطلاعات بیشتر درباره جانشینی نهاده منابع طبیعی پایان پذیر و سایر نهاده های تولید مراجعه شود به فصل پنجم کتاب «اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی» نوشته برمن و همکاران (۱۳۹۲).

قاعده‌ای که داسگاپوتا و هیل<sup>۱</sup> (۱۹۷۹) به آن اشاره می‌کنند.

هارتویک باور دارد که اگر سه شرط یادشده برقرار باشد، مصرف جامعه در طول زمان مقدار مثبت و ثابت خواهد گرفت. این گزاره به نظریه یا قاعده هارتویک معروف است. نظریه هارتویک مبتنی بر یک ایده بسیار ساده است. بر اساس قاعده هارتویک، در خلال دوره‌ای که منابع طبیعی پایان‌پذیر بهره‌برداری می‌شوند، ذخایر آن دسته از منابع طبیعی که قابلیت بازتولید دارند، یک افزایش جبرانی به خود می‌گیرند. بنابراین، قاعده هارتویک از برخی وجوه، ضامن حفظ مقدار کل سرمایه در یک سطح ثابت است. این قاعده مبتنی بر فروض مختلف است: این‌که منابع طبیعی باید در طول زمان به صورت کارا مورد بهره‌برداری قرار گیرند؛ منابع طبیعی پایان‌پذیر، و سرمایه دارای قابلیت جانشینی باشند. ممکن است که رعایت این قاعده در عمل به صورت کامل میسر نباشد؛ با این اوصاف، این قاعده به استخراج درست منابع پایان‌پذیر و تبدیل آن‌ها به عوامل تولید، و همچنین دستیابی به نرخ رشد مصرف پایدار کمک خواهد کرد. اولین نکته این است که پیروی از قاعده هارتویک به هیچ‌وجه مصرف را در آینده کاهش نخواهد داد؛ زیرا وقتی منبع طبیعی پایان‌پذیر در حال تقلیل و اتمام است، ذخیره سرمایه فیزیکی باید برای جبران کاهش منبع طبیعی پایه ذخیره شود. در غیر این صورت، مصرف آتی با کاهش ذخیره دارایی‌های مولد کاهش خواهد یافت؛ بنابراین، توجه به قاعده هارتویک برای حفظ رفاه ضروری می‌نماید.

نکته دیگر این‌که، سطح انباشت سرمایه فیزیکی مورد نیاز باید در یک بازار اقتصادی عرضه شود (به‌طوری که تمام تصمیم‌گیرندگان از یک نرخ تنزیل بهینه اجتماعی استفاده کنند). از آن‌جا که چنین مسئله‌ای تقریباً در هیچ بازاری اتفاق نمی‌افتد، بنابراین، به یک سازوکار دیگر نیاز است. برای به‌دست‌آوردن مقدار بهینه پس‌انداز در طول زمان، هارتویک معتقد است که دولت باید از منافع مربوط به منابع طبیعی مالیات بگیرد و آن را در ایجاد سرمایه‌های فیزیکی سرمایه‌گذاری کند. در رابطه با قاعده هارتویک پژوهش‌های زیادی انجام شده است که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

همیلتون (۱۹۹۵)، اعتقاد دارد که توسعه پایدار به همراه نبود کاهش در رفاه جامعه با قانون هارتویک و رشد بهینه، زمانی انطباق دارد که منابع از حالت تجدیدنپذیر به تجدیدپذیر تبدیل شوند. این مفهوم با استفاده از تابع تولید با کشش ثابت (CES)<sup>۲</sup> اثبات می‌شود. آن‌ها نشان می‌دهند که وجود یک مسیر مصرف ثابت بیشینه به کشش جانشینی وابسته است؛ اگر کشش جانشینی بین منابع

1. Dasgupta & Heal  
2. Constant Elasticity of Substitution

تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کم‌تر از واحد باشد، مصرف کاهش می‌یابد؛ اگر مقدار آن بیش از واحد باشد، مصرف بیشینه نیست. اگر نرخ ترجیح زمانی صفر باشد، مصرف همراه با مسیر بهینه خواهد بود. بوخ‌هولتس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵)، با استفاده از بهینه‌یابی پویا، مسیرهای مختلف دیگر را که مصرف آن در طول زمان ثابت است، بررسی می‌کنند. آن‌ها نشان می‌دهند که برای ثابت نگه داشتن مصرف در طول زمان، مسیرهای مختلفی برای سرمایه‌گذاری منابع طبیعی در کالاهای سرمایه‌ای وجود دارد. در همین رابطه، میترا<sup>۲</sup> (۲۰۰۸)، یک‌بار دیگر قاعده هارتویک را با فرض رشد جمعیت مدلسازی می‌کند. او نشان می‌دهد که با فرض رشد جمعیت، باز هم قاعده مصرف ثابت در طول زمان با سرمایه‌گذاری منافع منابع طبیعی در کالاهای سرمایه‌ای (قاعده هارتویک) صادق است.

#### مفهوم موجودی سرمایه

انباشت سرمایه یکی از عوامل کلیدی رشد اقتصادی کشورهاست. موجودی سرمایه به مفهوم مجموع کالاهای سرمایه‌ای است که با یک واحد مشترک تبدیل و باهم جمع می‌شوند. موجودی سرمایه به دلیل نهاده تولید و تشکیل ثروت ملی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نرخ موجودی سرمایه برابر نرخ سرمایه‌گذاری خالص است. موجودی سرمایه یا دارایی‌های تولیدشده ثابت مشهود عبارت است از مجموعه کالاهای سرمایه‌ای فیزیکی مشهود کشور که قابل اندازه‌گیری است و در فرایند تولید کالا و خدمات، و ایجاد درآمد نقش دارند. بنا به تعریف نظام حساب‌های ملی، موجودی سرمایه خالص ارقام تجمعی تشکیل سرمایه با توجه به طول عمر مفید آن‌هاست. بنابراین موجودی سرمایه عبارت است از مجموع ارزش ساختمان، تاسیسات، ماشین‌آلات و تجهیزاتی که در فرایند تولید بهره‌برداری می‌شوند و بر اساس نظام حساب‌های ملی اداره حساب‌های اقتصادی بانک مرکزی از روش موجودی‌گیری دائمی برای برآورد موجودی سرمایه استفاده می‌شود. در بانک اطلاعات داده‌های بانک مرکزی موجودی سرمایه از سال ۱۳۹۱-۱۳۷۰ در دسترس است.

برای محاسبه موجودی سرمایه از روش‌های آلمون، نسبت سرمایه به تولید، روش تجمعی یا موجودی دائمی، روش PIM استفاده می‌شود. شرافتمند و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از تابع سرمایه‌گذاری، موجودی سرمایه را در زیربخش‌های کشاورزی برآورد می‌کنند. تهامی‌پور (۱۳۸۸)، از روش PIM برای برآورد موجودی سرمایه در بخش کشاورزی استفاده می‌کند. همچنین، امینی و

1. Buchholz et al  
2. Mitra



همکاران (۱۳۷۷)، و امینی و نشاط (۱۳۸۴) موجودی سرمایه را برآورد می‌کنند.

### روش پژوهش و برآورد مدل

در این بخش، ابتدا به روش PIM، موجودی سرمایه در ایران در دوره ۱۳۷۰-۱۳۹۱ برآورد می‌شود. سپس موجودی سرمایه با قاعده استاندارد هارتویک محاسبه می‌شود و با روش PIM مقایسه می‌شود. در آخر، قاعده هارتویک تعدیل شده برای اقتصاد ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### برآورد موجودی سرمایه با روش PIM

در این روش، برای محاسبه موجودی سرمایه در اقتصاد ایران در سال ۱۳۷۰ از فرمول (۱۱) استفاده می‌شود که به ۲۰ سال گذشته برمی‌گردد. دلیل انتخاب سال ۱۳۷۰ این است که جنگ تحمیلی تمام شده و اقتصاد ایران وارد مرحله سازندگی و پایدار شده است. منای انتخاب ۲۰ سال گذشته، همان‌طور که در پژوهش همیلتون (۲۰۰۶) اشاره شد، طول عمر ۲۰ سال تقریباً میانگین وزنی دارایی‌هایی با طول عمر زیاد است.

$$K_t = \sum_{s=0}^{T-1} I_{t-s} (1-\gamma)^s \quad (11)$$

در رابطه (۱۱)،  $K$  موجودی سرمایه است.  $T$  زمان،  $I$  سرمایه‌گذاری ناخالص، و  $\gamma$  نرخ استهلاک که ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود<sup>۱</sup>. با در نظر گرفتن  $T = 20$  و نرخ استهلاک برابر ۵ درصد ( $\gamma = 0.05$ )، و جایگزینی در رابطه (۱۱)، موجودی سرمایه در سال ۱۳۷۰ به دست می‌آید.

$$K_{1370} = K_{20} = \sum_{s=0}^{19} I_{t-s} (1-0.05)^s \quad (12)$$

نحوه محاسبه آن به شرح زیر است:

$$K_{1370} = 11370(1-5\%)^0 + 11369(1-5\%)^1 + 11368(1-5\%)^2 + \dots + 11351(1-5\%)^{19} = 3,460,480$$

از داده‌های تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بانک مرکزی<sup>۲</sup> در سال ۱۳۷۰-۱۳۵۰ برای محاسبه موجودی سرمایه استفاده شده است. خالص موجودی سرمایه به روش PIM در سال ۱۳۷۰ به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ برابر با ۳۴۶۰۴۸۰ میلیارد ریال است. این برآورد توسط بانک مرکزی نیز انجام شده

۱. نرخ استهلاک سرمایه در ایران بر اساس گزارش بانک مرکزی، حدود ۴/۵ درصد است که در این جا عدد گرد می‌شود و ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود (امینی و نشاط، ۱۳۸۴).

2. <https://www.cbi.ir/>

که برابر با ۳۷۲۰۹۹۲ میلیارد ریال است. آشکار است که این برآورد با برآورد بانک مرکزی اختلاف اندکی دارد. حال با استفاده از رابطه (۱۳)، موجودی سرمایه برای سال ۱۳۹۱ محاسبه می‌شود. موجودی سرمایه برای دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۰ مطابق رابطه (۱۳) قابل محاسبه است؛ ولی این محاسبه ضروری نیست و محاسبه سال ۱۳۹۱ برای تحلیل کافی است. در این رابطه،  $N_s$  سرمایه‌گذاری خالص است.

$$K_{1391} = K_{1370} + \sum_{s=1371}^{1391} N_s \quad (13)$$

$$K_{1391} = K_{1370} + N_{1371} + N_{1372} + \dots + N_{1391} \quad (14)$$

$$N_s = K_s - K_{s-1} \quad (15)$$

مجموع سرمایه‌گذاری خالص ( $\sum_{s=1371}^{1391} N_s$ ) از حساب‌های ملی بانک مرکزی برای سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۷۱ اخذ شده است:

$$\sum_{s=1371}^{1391} N_s = 4218227 \quad (16)$$

پس، مجموع سرمایه‌گذاری خالص از سال ۱۳۷۱-۱۳۹۱ برابر با ۴۲۱۸۲۲۷ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ است. این عدد در رابطه (۱۳) جایگذاری، و موجودی سرمایه به روش PIM در سال ۱۳۹۱ برآورد می‌شود:

$$K_{1391} = 3,460,480 + 4218227 = 7678707 \quad (17)$$

بنابراین، موجودی سرمایه در اقتصاد ایران به روش PIM در سال ۱۳۹۱ به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ برابر با ۷۶۷۸۷۰۷ میلیارد ریال است. بانک مرکزی موجودی سرمایه را برای سال ۱۳۹۱ به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳، ۷۹۳۹۲۱۹ میلیارد ریال برآورد می‌کند که تفاوت اندکی با برآورد این پژوهش دارد.

### برآورد موجودی سرمایه با قاعده استاندارد هارتویک

در این روش، برای محاسبه موجودی سرمایه، طبق قاعده استاندارد هارتویک، متغیر  $N_s$  در رابطه (۱۳) به صورت رابطه (۱۸) تعریف می‌شود:

$$N_s = R_s + \bar{S}_G \quad (18)$$

که  $R_s$  درآمد منابع طبیعی و  $\bar{S}_G$  مقدار ثابت است. اثبات رابطه (۱۸) ساده است. ابتدا باید مفهوم

پس انداز حقیقی روشن شود. پس انداز حقیقی  $\overline{S}_G$  در یک سال مشخص، برابر با سرمایه گذاری خالص منهای درآمد طبیعی در همان سال است:

$$\overline{S}_G = N_s - R_s \quad (19)$$

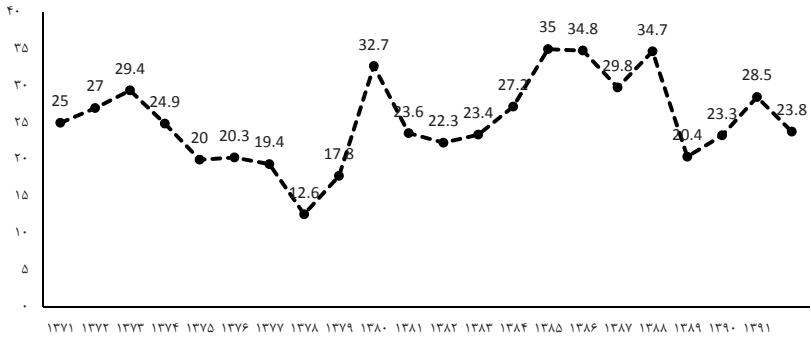
$$N_s = R_s + \overline{S}_G \quad (20)$$

بنابراین، سرمایه گذاری خالص در سال S برابر با درآمد منابع طبیعی در سال S و یک مقدار مشخص  $\overline{S}_G$  است که این مقدار همان مفهوم پس انداز حقیقی است<sup>۱</sup>. طبق قاعده هارتویک، تمام رانت منابع طبیعی باید در اقتصاد سرمایه گذاری شود؛ بنابراین،  $N_s = R_s$  خواهد بود. به عبارت دیگر، در قاعده هارتویک مقدار ثابت  $\overline{S}_G = 0$  است. در رابطه (۱۳)، به جای  $N_s$  متغیر  $R_s$  را قرار می دهیم:

$$K_{1391}^* = K_{1370} + \sum_{s=1371}^{1391} R_s \quad (21)$$

محاسبه  $K_{1391}^*$  بر اساس رابطه (۲۱) معروف به موجودی سرمایه با رعایت نمودن قاعده هارتویک است. در این پژوهش،  $R_s$  مجموع رانت منابع طبیعی در نظر گرفته می شود. بانک جهانی، همه ساله سهم رانت منابع طبیعی را از تولید ناخالص داخلی کشورها منتشر می کند. درصد رانت منابع طبیعی از تولید ناخالص داخلی در ایران از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۱ به شرح نمودار (۱) است.

۱. خالص سرمایه گذاری در هر سال یا برابر با میزان عایدی منابع طبیعی (نه تنها نفت بلکه همه منابع طبیعی) است، یا کم تر از آن است یا بیش تر از آن. از این سه حالت خارج نیست. اگر سرمایه گذاری خالص برابر با عایدی منابع طبیعی باشد، پس انداز خالص (Genuine Saving) صفر است؛ اگر سرمایه گذاری خالص کم تر از عایدی منابع طبیعی در همان سال باشد، پس انداز خالص منفی است (که مورد ایران این گونه است)؛ و اگر سرمایه گذاری خالص بیش تر از عایدی منابع طبیعی باشد، پس انداز خالص مثبت است، مانند کشور نروژ. به صورت خلاصه، کشورهایی که منابع طبیعی را به خوبی مدیریت نمی کنند، کل سرمایه گذاری آن ها از برداشت منابع طبیعی در سال کم تر است.



نمودار ۱: درصد رانت منابع طبیعی از تولید ناخالص داخلی در ایران ۱۳۷۱-۱۳۹۱  
منبع: بانک جهانی، WDI

با استفاده از داده‌های تولید ناخالص داخلی بانک مرکزی (حساب‌های ملی) به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ و ضرب آن‌ها در درصد رانت منابع طبیعی که در نمودار (۱) آمده است، ارزش رانت منابع طبیعی در ایران از سال ۱۳۷۱-۱۳۹۱ به دست می‌آید:

$$\sum_{S=1371}^{1391} R_S = 8079753 \quad (22)$$

حال مجموع  $R_S$  را همراه با  $K_{1370}^*$  که از پیش محاسبه شد، در رابطه (۲۱) قرار می‌دهیم و  $K_{1391}^*$  به شرح رابطه (۲۳) محاسبه می‌کنیم:

$$K_{1391}^* = 3,460,480 + 8079753 = 11,540,233 \quad (23)$$

$K_{1391}^*$  موجودی سرمایه به روش استاندارد هارتویک است که ۱۱۵۴۰۲۳۳ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ است.

روش استاندارد هارتویک برای محاسبه موجودی سرمایه به این معناست که تمام سرمایه‌گذاری خالص که در کشور انجام می‌شوند، از رانت منابع طبیعی است. به عبارت دیگر، هرچه منابع طبیعی استخراج شده باشند، همه منافع آن به سرمایه‌گذاری تبدیل می‌شوند.

$K_{1391}^*$  که ۱۱۵۴۰۲۳۳ میلیارد ریال است؛ بدین معناست که اگر در ایران از سال ۱۳۷۰-۱۳۹۱ تمام رانت ناشی از منابع طبیعی از جمله نفت، گاز، و معادن به سرمایه‌گذاری اختصاص می‌یافتند، در سال ۱۳۹۱ موجودی سرمایه حدود ۱۱۵۴۰۲۳۳ میلیارد ریال می‌شد؛ در حالی که در سال ۱۳۹۱

موجودی سرمایه<sup>۱</sup> ۷۷۷۰۰۴۵ میلیارد ریال است<sup>۲</sup>. پس، بخش عمده‌ای از رانت ناشی از منابع طبیعی مصرف شده است.

### قاعده هارتویک تعدیل شده برای اقتصاد ایران

مبنای قاعده هارتویک تعدیل شده، بومی‌سازی نظریه هارتویک یا تطبیق آن با شرایط اقتصادی و سیاسی کشور است. طبیعی است که در دنیای واقعی، کشورهایی مانند ایران این قاعده را نمی‌توانند رعایت کنند. چون کشورهای درحال توسعه در شرایط بحرانی، اگر سراغ منابع نفتی نروند، در همان مقطع مشکلاتی پیدا می‌کنند که آینده آن کشورها را با ابهام روبه‌رو می‌کند. این که کشور در شرایط بحرانی به سراغ نفت نرود تا در آینده وضعیت بهتری پیدا کند، یک ریسک بزرگ است. اگر نتوانست از شرایط بحرانی بیرون بیاید، در آن صورت ممکن است که مجموعه مسائل اقتصادی و سیاسی بزرگ‌تری اتفاق بیفتند. بر همین اساس، بهتر است به جای قاعده سخت هارتویک، که بیان می‌کند تمام رانت منابع طبیعی سرمایه‌گذاری شود، یک قاعده منعطف‌تری ارائه شود که شرایط محیطی کشور را در نظر بگیرد. قاعده استاندارد هارتویک برای کشورهایی مثل نروژ که از زیرساخت‌های نهادی مناسب برخوردار هستند و اقتصاد آن‌ها به رانت ناشی از فروش منابع طبیعی وابسته نیست، درست است؛ ولی برای کشورهایی که سال‌های طولانی، اقتصاد آن‌ها به رانت منابع طبیعی وابسته است، می‌تواند ایجاد مشکل کند. کشوری مانند ایران که معیشت مردم به درآمد ارزی ناشی از فروش نفت بستگی دارد، نمی‌تواند ۱۰۰ درصد رانت نفت را سرمایه‌گذاری کند. بنابراین، بخشی از رانت منابع طبیعی به ناچار باید به مصرف و واردات کالاهای مصرفی ضروری مردم اختصاص یابد. به همین منظور، قاعده هارتویک وقتی در این کشورها کاربرد پیدا می‌کند که تعدیل شود. با بکارگیری ضریب تعدیل می‌توان قاعده هارتویک را تعدیل کرد. قاعده هارتویک به صورت  $N_s = R_s$  است که به معنای برابر بودن رانت ناشی از منابع طبیعی و سرمایه‌گذاری خالص است. اگر  $\lambda$  به عنوان ضریب تعدیل معرفی شود ( $\lambda > 1$ )، قاعده هارتویک تعدیل شده به صورت رابطه (۲۴) خواهد بود:

$$N_s = \lambda R_s \quad (24)$$

برای مثال، اگر  $\lambda = 0/8$  باشد، به این معناست که قاعده هارتویک ۲۰ درصد تعدیل شده است.

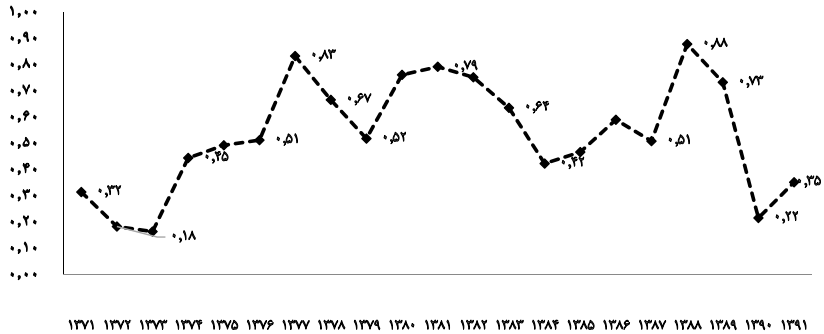
۱. بر اساس روش PIM. بر اساس تخمین بانک مرکزی ۷۹۳۹۲۱۹ میلیارد ریال است.

۲. تمام اعداد به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ است.

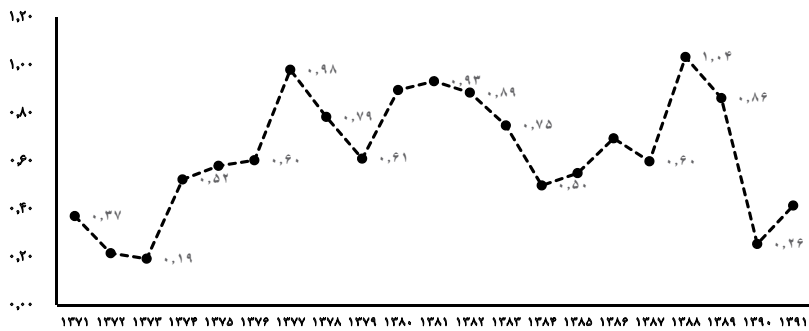
به این ترتیب که ۸۰ درصد رانت منابع طبیعی باید به سرمایه‌گذاری و ۲۰ درصد آن به مصرف اختصاص یابد تا قاعده هارتویک تعدیل‌شده برقرار شود. روشن است که مقدار  $\lambda$  پرسش اصلی برای تعیین ضریب تعدیل در قاعده هارتویک است. برای کشورهایی با شرایط مختلف،  $\lambda$  از صفر تا یک تغییر می‌کند. برای کشورهایی که ثبات سیاسی، اقتصادی، و نهادی دارند،  $\lambda$  حدود یک است و هرچه کشور مشکلات ساختاری بیش‌تری داشته باشد، مقدار  $\lambda$  از عدد یک به سمت صفر حرکت می‌کند. برای کشور ایران با توجه به زیرساخت‌های توسعه،  $1 < \lambda$  است، ولی نمی‌توان به‌درستی تشخیص داد که مقدار دقیق آن چقدر است. در زیر دو روش برای تخمین  $\lambda$  معرفی می‌شود.

### روش اول: سهم واردات کالاهاى مصرفی

یک راه برای تعیین  $\lambda$  این است که سهم واردات کالاهاى واسطه‌ای و سرمایه‌ای از کل واردات برای دوره زمانی طولانی محاسبه شود. رانت منابع طبیعی در کشورهایی با وفور منابع طبیعی به دو نوع واردات کالاهاى مصرفی و کالاهاى سرمایه‌ای (یا واسطه‌ای) اختصاص داده می‌شود. سهمی از رانت منابع طبیعی که به واردات کالاهاى سرمایه‌ای و واسطه‌ای اختصاص می‌یابد، تقریب مناسبی برای  $\lambda$  است. زیرا این عدد بر اساس ساختار اقتصاد و نهادهاى اقتصادی و سیاسی موجود در جامعه به صورت درون‌زا ظهور می‌کند. بر اساس گزارش گمرک جمهوری اسلامی ایران، حدود ۱۵ درصد از واردات، کالاهاى مصرفی و نهایی است. با این استدلال، قاعده هارتویک برای ایران به صورت  $N_s = 0.85R_s$  خواهد بود. تقریباً در بیش‌تر سال‌ها این عدد بین ۷۵ تا ۸۵ درصد در نوسان بوده است. نسبت  $\frac{N_s}{\lambda R_s}$ ، قاعده هارتویک تعدیل‌شده را نشان می‌دهد؛ وقتی این نسبت به عدد یک نزدیک می‌شود، به معنای رعایت قاعده هارتویک تعدیل‌شده است و وقتی به صفر نزدیک می‌شود، به معنای نقض قاعده هارتویک تعدیل‌شده است. وقتی  $\lambda = 1$  است، این نسبت برای سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۰ در نمودار (۲) ترسیم شده است. یادآوری می‌شود که  $\lambda = 1$  قاعده هارتویک تعدیل‌شده را به قاعده هارتویک استاندارد تبدیل می‌کند. ملاحظه می‌شود که اقتصاد ایران در دهه ۱۳۷۰ با یک روند صعودی، به سوی رعایت کردن قاعده هارتویک استاندارد حرکت کرده است. در دهه ۱۳۸۰، این روند صعودی کم شده و در اوایل دهه ۱۳۹۰ روند کاهش پیدا کرده است. وقتی  $\lambda = 0.85$  انتخاب شود، وضعیت رعایت قاعده هارتویک به صورت نمودار (۳) خواهد بود. در اواخر دهه ۱۳۸۰، تقریباً قاعده هارتویک تعدیل‌شده رعایت شده است. این نتیجه منوط به این است که  $\lambda = 0.85$  را بپذیریم؛ هرچه  $\lambda$  کوچک‌تر باشد، رعایت کردن قاعده هارتویک آسان‌تر می‌شود.



نمودار ۲: نسبت سرمایه‌گذاری به درآمد منابع طبیعی از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱، وقتی  $\lambda = 1$  است  
منبع: بانک جهانی (WDI) و بانک مرکزی ج.ا.ا.

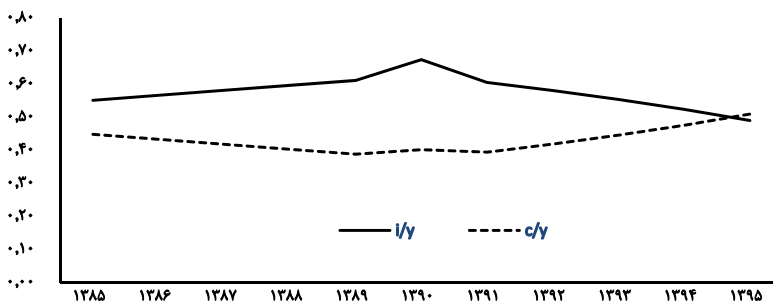


نمودار ۳: نسبت سرمایه‌گذاری به درآمد منابع طبیعی از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱، وقتی  $\lambda = 0.85$  است  
منبع: بانک جهانی و بانک مرکزی ج.ا.ا.

### روش دوم: مسیر بهینه برای مصرف، سرمایه‌گذاری و تولید

برای پیدا کردن این که چه مقدار از رانت منابع طبیعی، سرمایه‌گذاری و چه مقدار مصرف شود (۲)، روش علمی، استفاده از تابع هدف و بهینه‌یابی است. به همین منظور در روش دوم، برای تخمین  $\lambda$  بهینه از پژوهش‌های دیگران استفاده می‌شود که سهم درآمد کل کشور به سرمایه‌گذاری و مصرف را از تابع هدف با روش بهینه‌یابی پیدا می‌کنند. چه نسبتی از درآمد باید به مصرف و چه نسبتی به سرمایه‌گذاری اختصاص یابد تا رفاه جامعه بیشینه شود؟ پاسخ این پرسش می‌تواند مقدار  $\lambda$  را تعیین کند. به عبارت دیگر، یک روش دیگر برای تخمین  $\lambda$  پیدا کردن مسیر بهینه مصرف یا سرمایه‌گذاری در جامعه است. هر نوع منافع، از جمله رانت منابع طبیعی با توجه به شرایط کشور

در حالت بهینه چگونه باید بین سرمایه‌گذاری و مصرف تقسیم شود؟ بدین منظور، از پژوهش کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) استفاده می‌شود. هدف اصلی پژوهش آن‌ها، کالیبره کردن الگوی رمزی تعمیم‌یافته با فرض باز بودن اقتصاد در ایران در دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۴۱۵ است. برای رسیدن به این هدف، ابتدا آن‌ها پژوهش‌های تجربی انجام‌شده توسط پژوهشگران دیگر را مورد ملاحظه قرار دادند، سپس الگوی رمزی بسط داده‌شده را با وارد کردن رابطه مبادله و همچنین، سازوکار تاثیرگذاری رابطه مبادله بر سرمایه‌گذاری شرح دادند.<sup>۱</sup> نسبت سرمایه‌گذاری بهینه به درآمد ملی بهینه یا تولید ملی بهینه با تکیه بر پژوهش کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) را می‌توان جایگزینی برای تخمین  $\lambda$  به‌شمار آورد (نمودار ۴). همچنین، نسبت مصرف بهینه به درآمد ملی بهینه (تولید ناخالص داخلی بهینه) برآوردی است، برای این‌که بدانیم چه مقدار از درآمد باید مصرف شود. این دو نسبت در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ در نمودار (۴) ترسیم شده است.



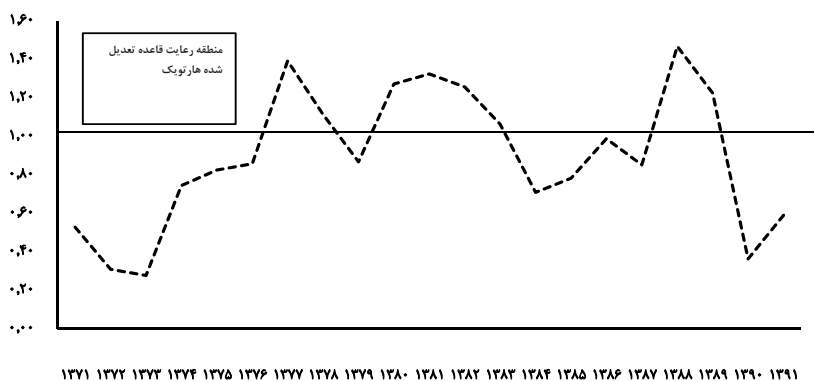
نمودار ۴: مسیر بهینه مربوط به سهم مصرف و سرمایه‌گذاری از تولید ملی در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵  
منبع: کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱)

نسبت سرمایه‌گذاری به تولید در شرایط بهینه بین ۵۰ تا ۶۰ درصد است. همچنین، نسبت مصرف به تولید در شرایط بهینه باید ۴۰ تا ۵۰ درصد باشد. بنابراین، با توجه به شرایط بهینه، میزان  $\lambda$  برای ایران بین ۰/۵ تا ۰/۶ است. بالاترین حد را در نظر می‌گیریم که  $\lambda = ۰/۶$  است. اگر  $\lambda = ۰/۶$  باشد، نسبت  $\frac{N_S}{\lambda R_S}$  برای سال‌های ۱۳۷۱-۱۳۹۱ در نمودار (۵) ترسیم شده است. در برخی از سال‌ها، قاعده هارتویک تعدیل‌شده رعایت شده است. این امر با تقسیم‌بندی سال‌ها وقتی  $\frac{N_S}{\lambda R_S} > 1$  است، و وقتی که  $\frac{N_S}{\lambda R_S} < 1$  مشخص شده است. برای مثال، از سال ۱۳۷۹-۱۳۸۳، اقتصاد ایران، قاعده هارتویک

۱. برای اطلاعات بیشتر مراجعه شود به کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱).



تعدیل شده را رعایت کرده است؛ ولی در اوایل دهه ۱۳۹۰، دوباره قاعده هارتویک تعدیل شده رعایت نشده است (نمودار ۵).



نمودار ۵: نسبت سرمایه‌گذاری به درآمد منابع طبیعی از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱، وقتی  $\lambda = 0/4$  است  
منبع: بانک جهانی و بانک مرکزی ج.ا.ا.

در روش اول، ضریب تعدیل حدود ۸۵ درصد است؛ در صورتی که در روش دوم، حدود ۶۰ درصد است. یکی از معیارهای مهم که نشان می‌دهد ضریب تعدیل روش دوم نسبت به روش اول برتر است، کارایی سرمایه‌گذاری است. وقتی ۸۵ درصد رانت منابع طبیعی به واردات کالاهای سرمایه‌ای اختصاص یابد و این کالاها در صنایع داخلی به عنوان عامل تولید استفاده شوند، ولی محصولات تولیدشده از کیفیت پایین برخوردار باشند و نتوانند با کالاهای مشابه خارجی رقابت کنند، می‌توان ادعا کرد که ضریب تعدیل یادشده بیش از حد در نظر گرفته شده است. این یک معیار برای برتر بودن ضریب تعدیل در روش دوم است. با استفاده از رابطه (۲۴) می‌توان مقدار  $\lambda$  را به دست آورد که قاعده هارتویک تعدیل شده را تضمین می‌کند.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1371}^{1391} N_S}{\sum_{i=1371}^{1391} R_S} = 1 \Rightarrow \frac{\sum_{i=1371}^{1391} N_S}{\sum_{i=1371}^{1391} R_S} = \lambda \frac{\sum_{i=1371}^{1391} R_S}{\sum_{i=1371}^{1391} R_S} = 1$$

با استفاده از اطلاعات مربوط به مجموع سرمایه‌گذاری و مجموع رانت ناشی از منابع طبیعی در سال‌های ۱۳۷۱-۱۳۹۱،  $\lambda = 0/52$  خواهد بود ( $\frac{4218227}{8079753}$ ). اگر پژوهش‌های مختلف به این نتیجه برسند که ۵۲ درصد از درآمد منابع طبیعی باید سرمایه‌گذاری شود و ۴۸ درصد آن مصرف شود، و با

این ترکیب، اقتصاد ایران در شرایط بهینه قرار گیرد، آن‌گاه می‌توان نتیجه گرفت که در مجموع ۲۰ سال (۱۳۹۱-۱۳۷۱) قاعده هارتویک تعدیل‌شده رعایت شده است. ولی اگر پژوهش‌ها نشان دهند که ایران در ۲۰ سال باید بیش‌تر از ۵۲ درصد رانت منابع طبیعی را به سرمایه‌گذاری اختصاص می‌داد، آن‌گاه قاعده هارتویک نقض شده است. با توجه به کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) که این عدد را بین ۵۰ تا ۶۰ درصد بهینه می‌دانند، می‌توان گفت ایران تا حدودی قاعده هارتویک تعدیل‌شده را رعایت کرده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هارتویک (۱۹۷۷) بیان می‌کند که اگر کشورها تمام رانت منابع طبیعی خود را سالانه سرمایه‌گذاری کنند و سود ناشی از سرمایه‌گذاری را مصرف کنند، رانت منابع طبیعی بین نسل‌های کنونی و آینده به‌طور مساوی تقسیم می‌شود. همچنین بر اساس قاعده هارتویک، اگر کشورها بتوانند سود ناشی از سرمایه‌گذاری را نیز سرمایه‌گذاری کنند، پس‌انداز حقیقی آن‌ها مثبت می‌شود. در این پژوهش، ابتدا موجودی سرمایه سال ۱۳۹۱ به روش PIM و روش استاندارد هارتویک محاسبه می‌شود. مقایسه این دو روش نشان می‌دهد که اگر ایران از سال ۱۳۹۱-۱۳۷۰ بر اساس قاعده استاندارد هارتویک عمل می‌کرد، موجودی سرمایه در سال ۱۳۹۱ به میزان ۱۱۵۴۰۲۳۳ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ می‌شد؛ در صورتی که طبق گزارش بانک مرکزی ایران، موجودی سرمایه سال ۱۳۹۱ حدود ۷۹۳۹۲۱۹ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ است.

با توجه به این‌که اقتصاد ایران به درآمد منابع طبیعی، به‌ویژه درآمد نفت، و معیشت مردم به درآمدهای منابع طبیعی وابسته است، روش استاندارد قاعده هارتویک نمی‌تواند در اقتصاد ایران کاربرد داشته باشد؛ زیرا ممکن است که با رعایت کامل قاعده هارتویک، اقتصاد وابسته به درآمد منابع طبیعی دچار بحران‌های دیگری شود. به همین منظور، قاعده هارتویک تعدیل‌شده ویژه اقتصاد ایران طراحی شد. بر اساس پژوهش‌های پیشین از جمله کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) که مسیر بهینه مصرف، سرمایه‌گذاری، و تولید را مشخص می‌کنند، اگر ایران ۵۰ تا ۶۰ درصد رانت منابع طبیعی را به سرمایه‌گذاری اختصاص دهد، قاعده هارتویک تعدیل‌شده را رعایت کرده است. به عبارت دیگر، ضریب تعدیل بهینه برای تقسیم درآمد منابع طبیعی به سرمایه‌گذاری و مصرف بین ۰/۵ تا ۰/۶ است. آمار و اطلاعات سال‌های ۱۳۷۱-۱۳۹۱ نشان می‌دهد که در مجموع این ۲۱ سال، ۵۲ درصد از درآمد منابع طبیعی برابر با کل سرمایه‌گذاری خالص است. بنابراین، اگر ضریب تعدیل بهینه برای اقتصاد ایران بین

۰/۵ تا ۰/۶ باشد، اقتصاد ایران در حد پایین قاعده هارتویک تعدیل شده را رعایت کرده است. نکته مهم دیگر این که در دهه ۱۳۷۰، روند حرکت به سوی رعایت کردن قاعده هارتویک صعودی و شتابان بوده است، ولی این روند در دهه ۱۳۸۰ هرچند صعودی است، اما شتاب آن نسبت به دهه ۱۳۷۰ به شکل قابل توجهی کاهش یافته است. در اوایل دهه ۱۳۹۰، اقتصاد ایران دوباره در وضعیت رعایت نکردن قاعده هارتویک تعدیل شده قرار می‌گیرد.

در طول زمان، ضریب تعدیل مربوط به قاعده هارتویک تعدیل شده متناسب با تغییرهای نهادی تغییر می‌کند. اگر وضعیت نهادهای سیاسی و اقتصادی بهبود یابد، ضریب تعدیل، بزرگ‌تر از ۰/۶ و به عدد یک نزدیک می‌شود. اگر شرایط نهادی و ساختاری بهبود پیدا نکند، توجه دارد که ضریب تعدیل ثابت بماند. بنابراین، بهبود شرایط نهادهای سیاسی و اقتصادی می‌تواند قاعده هارتویک را با ضریب تعدیل نزدیک عدد یک عملی کند.

دولت‌ها باید با توجه به ضریب تعدیل قاعده هارتویک، رانت منابع طبیعی را به مصرف و سرمایه‌گذاری اختصاص دهند و سالانه با توجه به شرایط کشور، ضریب تعدیل را افزایش دهند. لازم به اشاره است که این مهم با اعمال ماده قانونی صندوق توسعه ملی که هر سال درصد بیش‌تری از منابع نفت را به خود اختصاص می‌دهد و درصد منابع نفت را در بودجه کاهش می‌دهد، در قالب مواد قانونی برنامه توسعه‌ای کشور در حال انجام است. بنابراین، مهم‌ترین دستاورد این پژوهش، پشتوانه پژوهشی قانون یادشده در برنامه توسعه‌ای پنج‌ساله ایران است.

## منابع

### الف) فارسی

- امینی، علیرضا، و نشاط، حاجی محمد (۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۳۸، *فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه*، ۱۰(۱)، ۵۳-۸۶.
- امینی، علیرضا؛ نهاوندی، مجید، و صفاری‌پور، مسعود (۱۳۷۷). برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخش‌های اقتصادی ایران، *فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه*، ۳(۳۱ و ۳۲)، ۶۹-۹۷.
- برمن، راجر؛ ما، یو، و مک‌گیل‌ری، جیمز (۱۳۹۲). *اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی*، ترجمه حمیدرضا ارباب، چاپ سوم، انتشارات نی.
- تهامی‌پور، مرتضی (۱۳۸۸). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در بخش کشاورزی در دوره

- ۱۳۸۳-۱۳۳۸، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۶(۶۱)، ۵۶-۳۷.
- شرافتمند، حبیبه؛ همایونی‌فر، مسعود؛ مهربانی بشرآبادی، حسین، و باغستانی، علی‌اکبر (۱۳۸۸).  
برآورد موجودی سرمایه در زیربخش‌های کشاورزی ایران، *مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمان*، ۳(۱)،  
۱۵۹-۱۴۱.
- کریم‌زاده، مصطفی؛ نصراللهی، خدیجه؛ صمدی، سعید، و دلالی اصفهانی، رحیم (۱۳۹۱). مسیر  
بهینه سرمایه‌گذاری، مصرف و تولید ناخالص ملی: کاربرد الگوی رمزی تعمیم‌یافته در اقتصاد ایران،  
*فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، ۱۲(۴)، ۲۵-۱.

#### (ب) انگلیسی

- Buchholz, W., Dasgupta, S., & Mitra, T. (2005). Intertemporal Equity and Hartwick's Rule in an Exhaustible Resource Model. *Scandinavian Journal of Economics*, 107(3), 547-561.
- Dasgupta, P. S., & Heal, G. M. (1979). *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press.
- Hamilton, K. (1995). Sustainable Development, The Hartwick Rule and Optimal Growth. *Environmental and Resource Economics*, 5(4), 393-411.
- Hamilton, K., Ruta, G., & Tajibaeva, L. (2006). Capital Accumulation and Resource Depletion: A Hartwick Rule Counterfactual. *Environmental and Resource Economics*, 34(4), 517-533.
- Hartwick, J. M. (1977). Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *The American Economic Review*, 67(5), 972-974.
- Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, 39(2), 137-175.
- Mitra, T. (2008). On Competitive Equitable Paths under Exhaustible Resource Constraints: The Case of a Growing Population. *International Journal of Economic Theory*, 4(1), 53-76.

# Capital Accumulation and Reduction of Income Sources: The Hartwick Model

Saleh Ghavidel<sup>1</sup>

Ghavidel@iaufb.ac.ir

Mahmoud Mahmoudzadeh<sup>2</sup>

mahmoudzadeh@iaufb.ac.ir

Rouhangiz Barimani<sup>3</sup>

berimani@std.iaufb.ac.ir

## Abstract

Natural resource management is of great importance for the countries with abundant resources to ensure capital accumulation and economic growth. The aim of this paper is to estimate capital stock accumulation in Iran on the basis of Hartwick's Rule. The question is how much capital would be ideal for Iran's economy? The results show that, based on Hartwick's rule, capital accumulation is 1.5 to 1.7 times the capital available, which in turn means that a large portion of the annual natural resource revenue is consumed and net saving is negative. When these findings are revalued according to Hartwick's Rule, adjusted in terms of natural resources rent (particularly oil rent), it indicates that if our economy has allocated 50 to 60 percent of natural resources rent to investment, then the adjusted Hartwick's rule would be observed. In other words, in the existing institutional arrangement, the optimal adjustment coefficient for allocating resource rent to investment and consumption is between 0.5 and 0.6, demonstrating this fact that Iran's economy holds the adjusted Hartwick's Rule at a low level.

**Keywords:** Hartwick's Rule, Capital Accumulation, Net Saving, Natural Resource, Oil Rent.

**JEL Classification:** R35, H54, Q30.

1. Associate Professor, Faculty of Human Science, Firuzkuh Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran (Corresponding Author).

2. Associate Professor, Faculty of Human Science, Firuzkuh Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran.

3. M.A. in Economics, Firuzkuh Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran.