

**بهره وری نوآوری دو مرحله­ای سرمایه گذاری های جدید انرژی در چین:**

**یک رویکرد DEA غیر شعاعی**

**چکیده**

سرمایه­گذاریهای رانده شده توسط توانایی برای نوآوری موثر و محصولات و خدمات بازار (سرمایه­گذاریهای نوآوری خوانده می­شود) تجربه یک پیشرفت پیچیده از تحقیقات اولیه برای سودآوری را دارند. این مقاله فعالیتهای مرتبط با نوآوری در طول دو مرحله رشد تجربه شده توسط سرمایه­گذاریهای جدید انرژی را در نظر می­گیرد: فرآیند تحقیق و توسعه و فرایند بازاریابی. از یک روش تحلیل پوششی داده­های غیرشعاعی برای ساخت شاخصها در جهت اندازه­گیری بهره­وری تحقیق و توسعه، کارایی بازار و بهره­وری نوآوری یکپارچه استفاده شد. پژوهش تجربی با استفاده از این شاخصها و داده­ها در مورد 38 سرمایه­گذاری جدید انرژی در چین از سال 2009 تا 2013 سه یافته مهم را آشکار ساخت. اول، سرمایه­گذاریهای جدید انرژی معمولا زمانیکه به نوآوری کشیده می­شوند ناکارآمد هستند. این حالت مخصوصا در طول مرحله تحقیق و توسعه نوآوری صدق می­کند و بطور دوره­ای یک پدیده که سرمایه­گذاریها کمتر بر روی تحقیق و توسعه بجای تاکید بر بازاریابی تمرکز دارند وجود دارد. دوم، انواع مختلف سرمایه­گذاریهای انرژی با توجه به بهره­وری آنها در نوآوری با هم تفاوت دارند. از این تعداد، سرمایه­گذاریهای انرژی هسته­ای بیشترین کارآمدی را در بازارایابی و نوآوری ادغام شده دارند، سرمایه­گذاریهای انرژی بادی بیشترین کارامدی را در نوآوریهای تحقیق و توسعه دارند و سرمایه­گذاریهای انرژی خورشیدی در بهره­وری تحقیق و توسعه پشت سر بقیه قرار دارد. سوم، فعالیتهای نوآوری بصورت موثر و فشرده تنها در تعداد کمی از سرمایه­گذاریها در نظر گرفته می­شوند، نوآوری در اکثر سرمایه­گذاریها می­تواند بطور کلی گسترده و ناکارآمد در نظر گرفته شود. سرمایه­گذاریهای با نواوری و حالتهای مختلف بهره­وری بازاریابی باید استراتژیهای پیشرفت هدفمند را بر اساس ویژگیهای بهره­وری پیاده­سازی کند.

**کلید واژه ها:** شرکت های انرژی نو کارایی نوآوری کارایی دو مرحله ای DEA غیر شعاعی

**1. مقدمه**

مصرف کلی انرژی چین در نتیجه رشد سریع اقتصادی در حال افزایش است. در سال 2013، مصرف انرژی چین 75/3 میلیون زغال سنگ استاندارد است که 4/22 درصد مصرف جهانی را تشکیل می­دهد. با توجه به پیش­بینیهای آژانس بین­المللی انرژی، پیش­بینی می­شود که مصرف انرژی چین در دهه­های آتی رشد داشته باشد. زغال سنگ مهمترین منبع انرژی در چین است و آلودگیهای زیست محیطی ایجاد شده توسط مصرف زغال سنگ چالشهایی را برای توسعه پایدار ایجاد می­کند. بهبود بهره­وری انرژی کمک می­کند که این مسئله را نشان دهیم و بسیاری از مطالعات بر روی تخمین بهره­وری انرژی تمرکز کرده­اند. با این حال بهینه­سازی ساختار مصرف انرژی نیز باید منجر به صرفه­جویی در انرژی و کاهش انتشار به سطوح مورد نظر شود. چین باید جایگزینهای انرژی جدید را برای کاهش وابستگی به زغال سنگ و سوختهای فسیلی و رسیدن به تقاضاهای انرژی در حال رشد اجرا و پیاده­سازی کند.

دولت مرکزی چین اهمیت توسعه منابع انرژی جدید را تصدیق می­کند و سیاستهای حمایتی را آغاز کرده است. برنامه دوازدهم پنج ساله پیشنهاد کرد که انرژی تجدیدپذیر، مانند انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی هسته­ای 4/11 درصد کل مصرف انرژی را تا سال 2015 تشکیل می­دهد. تا سال 2020، هدف رسیدن به 15 درصد مصرف انرژی کلی است که از منابع غیرفسیلی آمده است. صنعت انرژی جدید یک صنعت در حال ظهور با اهمیت استراتژیک زیاد در چین است، این صنعت قویا توسط دولت حمایت می­شود و افزایشی در ظرفیت منابع انرژی جدید مانند خورشیدی، بادی، برق­آبی و دیگر انرژیهای جدید وجود داشته است.

متاسفانه، سرمایه­گذاریهای جدید انرژی چین قابلیتهای تحقیق و توسعه ضعیفی دارد، و سرمایه­گذاری تحقیق و توسعه 20 درصد کمتر از متوسط بین­المللی است. این امر منجر به فناوری هسته­ای جدید ناکافی و ناتوانی برای سرمایه­گذاریهای جدید انرژی در جهت تولید درآمد کافی از محصولات نوآورانه می­شود. در سالهای اخیر، ظرفیت تولید بیش از حد چین آشکار شده است. صادرات تجهیزات و اجزای انرژی جدید نیز به دلیل رکودهای اقتصادی جهانی و سیاستهای حمایتی در کشورهای توسعه یافته خیلی مشکل شده است.

سرمایه­گذاریهای جدید انرژی باید باید رقابت خود را در بازار افزایش دهند و توسعه پایدار را با داشتن فناوری هسته­ای و تجاری­سازی موفق فناوریها و محصولات جدید به دست آورند. توسعه فناوری هسته­ای و تجاری­سازی محصولات به توانایی سرمایه­گذاری برای نوآوری مستقل بستگی دارد. بنابراین، افزایش بهره­وری فعالیتهای نوآورانه (بهره­وری نوآوری) برای سرمایه­گذاریهای جدید انرژی اهیمت دارد. محققین قبلی فناوریهای انرژی تجدیدپذیر و سیستمهای نوآوری و بهره­وری صنایع با فناوری بالا را توضیح داده­اند. با این حال، برخی بر روی تحلیل بهره­وری نوآوری در سرمایه­گذاریهای جدید انرژی و بهره­وری مراحل مختلف در طول فرآیند نوآوری تمرکز داشته­اند.

این مقاله دو مرحله بهره­وری نوآوری سرمایه­گذاریهای انرژی جدید را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده­های غیر شعاعی (DEA) ارزیابی می­کند. هر دو بهره­وری نوآوری یکپارچه و بهره­وری در طول فازهای مختلف توسعه در نظر گرفته می­شوند. این تحلیلها ممکن است به آشکار شدن منابع بهره­وری گم شده و اندازه­گیریهای پیشرفت خاص کمک کند.

**2. مروری بر ادبیات موضوع**

برای اندازه­گیری بهره­وری نوآوری، محققیق قبلا از یک نسبت ورودی منفرد به خروجی منفرد بعنوان مقدار بهره­وری استفاده می­کردند. این روش ساده و بصری است، و در تشخیص منابع بدون بهره­وری با شکست مواجه می­شود. چونکه روشهای محاسبه بهره­وری پیشرفت کرده است، محققین شروع به استفاده از ابزارهایی کرده­اند که روش تحلیل مرزی را به کار می­برد، مانند آنالیز مرزی اتفاقی (SFA) و DEA. این ابزارها به روشهای اصلی برای محاسبه بهره­وری نوآوری تبدیل شده­اند.

روش SFA یک روش تحلیلی پارامتری است که توسط آینر و همکاران پیشنهاد شده است. این روش یک شکل خاص را در رابطه بین توابع ورودی و خروجی فرض می­کند و از تجهیزات اقتصادی برای تخمین پارامترهای مجهول استفاده می­کند. روش SFA برای هدایت ارزیابی­های بهره­وری در تولید، بانکداری و دیگر حوزه­ها استفاده شده است. با استفاده از SFA، وانگ و هوانگ بهره­وریهای نوآوری در 30 کشور را به احتساب فاکتورهای محیطی و بررسی رابطه بین بهره­وری تحقیق و توسعه و سطوح درآمد محاسبه کردند. لی (2009) از یک روش SFA که توسط کولی (1995) برای محاسبه عملکرد نوآوری منطقه­ای و قابلیتها در 30 استان چین از سال 1998 تا 2005 پیشنهاد شده استفاده کرد. روشهای SFA تاثیر عوامل تصادفی را بر روی خروجی را به حساب می­آورد، با این حال آنها برای نشان دادن سناریوهای با خروجیهای چندگانه مناسب نیستند.

در مقابل، روش DEA داده­ها را از ورودیها و خروجیهای چندگانه بدون تنظیم شکل عملکردی خاص در پیشرفت تطبیق می­سازد. روش DEA بطور گسترده­ای برای اندازه­گیری بهره­وری استفاده می­شود و بسیاری از مطالعات بهره­وری نوآوری که از DEA استفاده می­کنند در ادبیات موضوع یافت می­شوند. چن و همکاران (2006) از DEA برای اندازه­گیری عملکرد شش صنعت با فناوری بالا در تایوان از سال 1991 تا 1999 استفاده کردند. هاشیموتو (2008) تحقیق و بهره­وری نوآوری صنعت دارویی را بین سالهای 1983 تا 1992 با استفاده از روش DEA-malmquist تجزیه و تحلیل کرد. ایجاد روش DEA با بهره­وری خیلی بالا، اشمیت و زلوستی (2011) بهره­وری نوآوری 13 صنعت در 17 کشور شامل آلمان، امریکا و دانمارک با شناسایی شماری از صنایع با تکنولوژی بالا محاسبه و مقایسه کرد.

مطالعات توصیف شده در بالا بهره­وری نوآوری را با استفاده از روشهای DEA مختلف اندازه­گیری می­کند، اما همه فرآیند نوآوری سرمایه­گذاری را بعنوان یک جعبه سیاه می­بینند، جاییکه فرآیند یک فرآیند تک مرحله­ای تبدیل ورودی به خروجی است. این نوع از مطالعات مکانیک داخلی سیستم نوآوری را ارزیابی نمی­کند و نشان نمی­دهد که چگونه سیستمهای عملیاتی داخلی و فرآیندهای همراه با نوآوری بر روی بهره­وری نوآوری یکپارچه تاثیر می­گذارند.

فرآیندهای نوآوری تک مرحله­ای عمل تولید را منعکس نمی­کنند. در حقیقت، فرآیندهای نوآوری در صنایع و کسب و کارهای با فناوری بالا شامل دو فاز است: توسعه فناوری بالادستی و تغییر اقتصادی پایین دستی. برای این دلیل، برخی از محققین یک مدل DEA دو مرحله­ای را برای ارزیابی بهره­وری نوآوری به کار برده­اند. گان و چن (2010) از مدل DEA شبکه ارتباطی برای مقایسه بهره­وریهای صنایع با فناوری بالا در 26 استان چین بین سالهای 2002 و 2003 استفاده کرد. آنها دریافتند که بهره­وری تجاری بهتر از بهره­وری تحقیق و توسعه است و بهره­وری نوآوری کلی با بهره­وری تجاری به شدت در ارتباط است.

مطالعه بعدی بهره­وری نوآوری یک سطح ملی را با بررسی فرآیندهای تولید دانش بالادستی و فرآیندهای تجاری­سازی دانش پایین­دستی در 30 کشور اندازه­گیری کرد. کولمن و همکاران (2012) بطور تجربی بهره­وری نوآوری صنعتی را در سازمانی برای همکاری اقتصادی و پیشرفت کشورها با استفاداز روش DEA دومرحله­ای شبه پارامتری مطالعه می­کنند. این مطالعه اندازه­گیریها را برای بهینه­سازی تخصیص منابع بهبود داد. وانگ و همکاران (2013) فاز اول فرآیند نوآوری را به تولید پایه و کارهای تحقیق و توسعه تقسیم کرد و بهره­وریهای سودآوری و بازاریابی 65 سرمایه­گذاری با فناوری بالای کشور تایوان را بین سالهای 2006 و 2007 تخمین زد. این مطالعه یک ماتریس تصمیم­گیری تحقیق و توسعه را برای شناسایی منابع عملیاتی و بهره­وری تحقیق و توسعه شرکتهای با تکنولوژی بالا ایجاد می­کند. روش DEA دو مرحله­ای برای مطالعه بانکهای تجاری، بیمه و سیستمهای صنعتی به کار برده شده است.

اکثر مطالعات بهره­وری نوآوری بر روی سطح کلان تمرکز کرده­اند، مانند یک منطقه جغرافیایی یا یک صنعت. مطالعات کمتری سرمایه­گذاریهای در سطح خرد را بررسی کرده­اند، مانند سرمایه­گذاریهای انرژی جدید. بسیاری از مطالعات از روش DEA شعاعی برای محاسبه بهره­وری نوآوری دومرحله­ای استفاده می­کنند. این روش نمی­تواند برای نارکارآمدی همراه با سستی­های غیر شعاعی هر ورودی و خروجی به کار آید. به این ترتیب این مطالعه از یک روش DEA غیرشعاعی و یک فرآیند نوآوری دومرحله­ای برای محاسبه بهره­وری نوآوری یکپارچه و بهره­وری در طول فازهای توسعه­ای مختلف با تمرکز بر سرمایه­گذاریهای جدید انرژی استفاده کرد. این مطالعه استراتژیهای بهینه­سازی مربوطه را بر اساس حالتهای مختلف بهره­وری نیز پیشنهاد می­دهد.

**3. مدل DEA غیرشعاعی بهره­وری نوآوری دو مرحله­ای**

* 1. **مراحل فعالیتهای نوآوری**

شامپیتر، بنیانگذار نظریه نوآوری، نوآوری را بصورت یک ترکیب جدید از فاکتورهای تولید از چشم­­انداز فرآیند تولید استفاده کرد. ترکیبی از فاکتورهای تولید بطور مستقیم بهره­وری نوآوری را تحت تاثیر قرار می­دهد، فرآیند نوآوری سرمایه­گذاری شامل مجموعه­ای از فعالیتهای نوآوری شامل تحقیق، توسعه و گسترش است.

ورودیهای فعالیت نوآوری شامل نیروی انسانی، امور مالی و منابع می­باشد. خروجیها شامل خروجیهای حدوسط مرحله تحقیق و توسعه و خروجی­های نهایی تجاری سازی تکنولوژی است (مانند سود و ارزش بازار). خروجیهای حدوسط (مانند دستاوردهای تکنولوژیکی و علمی، محصولات جدید) از نتایج مرحله تحقیق و توسعه هستند اما بصورت پایه و اصولی برای بازاریابی فناوری نیز در نظر گرفته می­شوند. این نتایج در دو مرحله فعالیت نوآوری در سرمایه­گذاری جدید از جمله در سرمایه­گذاریهای جدید انرژی می­باشد.

اولین مرحله در فرآیند تحقیق و توسعه که شامل ورودیهای تحقیق و توسعه و محصولات و فناوری جدید است. این فرآیند بهره­وری تحقیق و توسعه را با ارزیابی ورودیها و خروجیهای منبع نوآوری اندازه می­گیرد. مرحله دوم از خروجیهای تحقیق و توسعه برای به دست آوردن سود و ایجاد ارزش بازار استفاده می­کند. این فرآیند بهره­وری بازار را منعکس می­کند و تبدیل دستاوردهای تحقیق و توسعه را به سودهای اقتصادی ارائه می­دهد. دو مرحله مستقل از هم نیستند، آنها توسط خروجیهای مرحله تحقیق و توسعه به هم ارتباط دارند. هر دو مرحله با هم بهره­وری نوآوری یکپارچه را ارتقا می­دهند.

* 1. **مدل بهره­وری نوآوری دو مرحله­ای**

این مطالعه فرض می­کند که N سرمایه­گذاری جدید انرژی وجود دارد، که توسط  مشخص می­شود. هر DMU دارای ورودیهای  و خروجیهای حدوسط  از اولین مرحله نوآوری یعنی تحقیق و توسعه است. پس، خروجیهای حدوسط R مرحله دوم را تغذیه می­کنند(بازاریابی، تجاری­سازی).



شکل 1. تقسیم­بندی مرحله­ای فعالیتهای نوآوری

مرحله دوم خروجی نهایی  را دارد. بنابراین، فناوری تولید (T) بصورت معادله 1 تعریف می­شود:



Xi می­تواند yr را در طول مرحله تحقیق و توسعه ایجاد کند و yr می­تواند yk را در طول مرحله بازاریابی تولید کند.

فرض می­شود که فناوری تولید مربوط به T یک مجوعه بسته با تحدب محدود باشد. بعلاوه، فرض می­شود که ورودیها و خروجیها قویا و آزادانه قابل عرضه باشند. با استفاده از مدل DEA، معادله 2 فناوری تولید را تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) برای مرحله تحقیق و توسعه (TD) تعریف می­کند. معادله 3 فناوری تولید را تحت شرایط CRS برای مرحله بازاریابی(TM) تعریف می­کند.



در معادلات 2 و 3، بالانویس D مربوط به مرحله تحقیق و توسعه و بالانویس M مربوط به مرحله بازاریابی است. متغیرهای  به ترتیب وزنهای سرمایه­گذاری j همراه با مراحل بازاریابی و تحقیق و توسعه را ارائه می­دهند. برای شناسایی سستی­های موجود در ورودیها و خروجیها، روشهای DEA شعاعی ارائه شده توسط CRS و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) بطور نسبی ورودیها را کاهش و خروجیها را افزایش می­دهد.

این روشها برای سستی­های مختلف هر رودی و خروجی به کار نمی­اید. در عوض با دنبال کردن مطالعه چن و همکاران (2012) این مقاله یک روش غیرشعاعی را با ترکیب تابع فاصله با اندازه­گیری راسل ناکارآمدی تطبیق می­دهد. این کار اجازه مقیاس­گذاری همزمان ورودیها و خروجیها را می­دهد و همه سستی­های مربوط به ورودی و خروجی را دربر می­گیرد.

با استفاده از مدل CRS، مدلهای ورودی جهت دار و خروجی جهت دار نیز همان نتایج را به ما می­دهند. برای مدل DEA غیر شعاعی، جهت مختلف نتایج مختلفی را ایجاد می­کند زیرا هر ورودی و خروجی بطور غیر متناسب مقیاس­گذاری شده است. بنابراین، جهت دار کردن مدل بصورت ورودی جهت دار و خروجی جهت دار قبل از استفاده از مدل DEA غیرشعاعی برای ارزیابی بهره­وری اهمیت دارد.

برای این مرحله نوآوری، بیشینه کردن بهره تحقیق و توسعه شامل انقباض ورودیها تا حد ممکن بدون تنظیم خروجیهای تحقیق و توسعه است. همینطور برای ورودی جهت دار. با توجه به مقدار خاص خروجی تحقیق و توسعه، ما می­خواهیم که خروجیهای نهایی را بیشینه کنیم. بنابراین، مدل خروجی جهت دار برای ارزیابی بهره­وری مرحله دوم (بازاریابی) استفاده می­شود. این جهت مخلوط این واقعیت را که خروجیهای حدوسط نمی­توانند در همان مدل مانند مراحل دیگر قرار بگیرند را تطبیق می­دهد. برای مثال، یک مدل خروجی جهت دار را که برای هر مرحله استفاده شده است را در نظر بگیرید. اگر عملکرد مرحله تحقیق و توسعه با افزایش خروجی حدوسط با استفاده از مدل DEA جهت دار بهبود پیدا کند، خروجیهای حدوسط ممکن است بهره­وری مرحله بازاریابی را در یک خروجی جهت دار جاگذاری کنند.

این مطالعه پتانسیل کاهش ورودیهاو همچنین افزایش خروجیهای فعالیت نوآوری را تصدیق می­کند. این کار با استفاده از یک شاخص بهره­وری نوآوری و شاخصهای بهره­وری زیر مرحله­ای صورت گرفت. ما مدل DEA غیرشعاعی را تحت فرض CRS برای بیشینه کردن ترکیب مفید همه سستی­های ورودی و خروجی همانطور که در شکل 4 نشان داده شده است تعریف می­کنیم. [[1]](#footnote-1)



این عبارت منوط به معادلات زیر است:

آ. مرحله تحقیق و توسعه



ب. مرحله بازاریابی



در معادله 4،  مربوط به کاهش ورودی i در طول مرحله تخقیق و توسعه است، در حالیکه  مربوط به پتانسیل افزایش یافته خروجی k در طول مرحله بازاریابی است. متغیرهای شدتی مرتبط با مراحل تحقیق و توسعه و بازاریابی به ترتیب عبارتند از  . در تابع هدف،  عبارتست از مقدار متوسط پتانسیل کاهش تمام ورودیها در طول مرحله تحقیق و توسعه و  مقدار متوسط افزایش تمام خروجیها در طول مرحله بازاریابی را اندازه­گیری می­کند. متغیر IP پتانسیل پیشرفت کلی کاهش ورودیها و افزایش خروجیها در طول فعالیتهای نواوری را نشان می­دهد. مقدار بزرگتر IP توانایی بالاتر را برای کاهش ورودیها و افزایش خروجیها نشان می­دهد. اگر این مقدار برابر با صفر باشد، شرکت نمی­تواند ورودیها و خروجیها را بهبود بخشد و سطح استفاده منابع خود را بهینه­سازی کرده است.

چن و همکاران (2012) ناکارآمدیهای واحدهای سوزاندن در تایوان را مطالعه کردند و این ناکارآمدیها را از بین بردند. با یک روش متضاد، ما بر روی بهره­وری سرمایه­گذاری تمرکز کردیم. بعد از محاسبه پیشرفتهای نسبی در ورودیها و خروجیها ما بهره­وری تحقیق و توسعه، بهره­وری بازاریابی و شاخصهای بهره­وری نوآوری را تعریف کردیم. در معادله 4، با توجه به همان سطح خروجی، ورودی اضافی i در طول مرحله تحقیق و توسعه بصورت  ارائه می­شود. این اندازه­گیری ناکارآمدی است، بهره­وری بصورت  ارائه می­شود، معادله 5 فاصله بین ورودی بهینه بر روی مرز تولید و ورودی واقعی را تعریف می­کند.

بطور مشابه، در طول مرحله بازاریابی با توجه به مقدار خاص ورودیها، خروجیهای بیشینه بر روی بهترین مرز تولید بصورت  ارائه می­شود. معادله 6 نشان می­دهد که بهره­وری خروجی k برابر با نسبت خروجی واقعی به خروجی بیشینه بر روی روی مرز تولید است. معادلات 7 و8 شاخصهای بهره­وری بازار و بهره­وری تحقیق و توسعه را بیان می­کنند. بهره­وری نوآوری یکپارچه عبارتست از عملکرد جامع همه ورودیها و خروجیها در طول مراحل تحقیق و توسعه و بازاریابی. معادله 9 شاخص بهره­وری نوآوری یکپارچه که ترکیبی از همه سطوح بهره­وری ورودی و خروجی است را نشان می­دهد.

[[2]](#footnote-2)

در معادلات 7 و 9،  مربوط است به وزن ورودی i در طول مرحله تحقیق و توسعه، که اهمیت ورودی i را در ارزیابی بهره­وری تحقیق و توسعه نشان می­دهد. متغیر  مربوط به وزن خروجی k است و اهمیت آنرا نشان می­دهد. متغیرهای  وزنهای مربوط به هر دو مرحله است. زمانیکه  ، سرمایه­گذاری انرژی جدید ورودیها و خروجیها را در طی فرآیند نوآوری بدون هیچ پتانسیل پیشرفت بیشتر بهینه­سازی کرده است. در این مورد، هر دو بهره­وری تحقیق و توسعه و بهره­وری بازاریابی برابر با یک هستند و بهره وری نوآوری یکپارچه نیز برابر با یک است.

**4. تحلیل تجربی و بحث**

* 1. **داده­ها و نمونه**

با استفاده از پایگاه اطلاعاتی IFinD که توسط شرکت شبکه اطلاعاتی Hithink Flush در چین گسترش داده شده است، ما داده­ها را از سالهای 2013-2007 در مورد 68 سرمایه­گذاری جدید استخراج کردیم. سرمایه­گذاریهای با سود کلی منفی و آنهایی که با خطر لغو نامگذاری در طول این دوره مواجه شدند از نمونه حذف شدند. بر اساس داده­های باقیمانده در دسترس، 38 سرمایه­گذاری انرژی بعنوان نمونه در نظر گرفته شد. همه این 38 مورد در بازار سهام چین در طول سالهای 2013-2009 ذکر شده­اند و مرتبط با توسعه انرژی جدید مانند خورشیدی، بادی و هسته­ای بودند.

همانطور که در بالا بیان شد، تحقیق و توسعه اولین مرحله نوآوری انرژی جدید است و منابع ورودی عمدتا نیروی انسانی، مواد و امور مالی هستند. مطابق با مطالعه ژنگ و همکاران (2011) این مطالعه نیز از هزینه­های تحقیق و توسعه بعنوان ورودی مالی، دستمز کارکنان بعنوان ورودی منابع انسانی و ارزیابیهای ثابت سالانه بعنوان ورودی مواد استفاده کرد.

خروجیهای تحقیق و توسعه شکل فناوریهای جدید، محصولات جدید و ثبت اختراعات را تشکیل می­دهند. همه اختراعات ثبت نمی­شوند و ثبت اخراعات از لحاظ کیفی با هم متفاوت هستند. این مطالعه از ارزیابی­های نرم­افزاری بعنوان یک نماینده برای خروجیهای تحقیق و توسعه استفاده کرد. افزایش­ها در محصولات جدید و پیشرفت فرآیند تولید نیز بطور موثری نتایج عملیاتی را ارتقا داده و درآمد را افزایش می­دهند. بنابراین، درآمدها مانند یک شناساگر خروجی تحقیق و توسعه عمل می­کنند.

خروجیهای تحقیق و توسعه، ورودیهای مرحله بازاریابی هستند (برای مثال، درامدها و ارزیابی­های نرم­افزاری). سودهای کلی و ارزش بازار سرمایه­گذاری انرژی جدید بعنوان خروجیهای بازاریابی عمل می­کند. سودهای کلی سوداوری جامع سرمایه­گذاریهای انرژی جدید که عبارتست از خروجی کسب شده در طول مرحله بازاریابی را نشان می­دهند. ارزش بازار انتظارات مخترعین و ظرفیت رقابتی برای سرمایه­گذاری را ارائه می­دهد. علاوه بر داده­های ورودی و خروجی استخراج شده از پایگاه اطلاعاتی IFinD، داده­ها از گزارشات سالانه برای سرمایه­گذاریهای جدید در بازار سهام چین نیز گرفته شد. جدول 2 آمارهای توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی را نشان می­دهد.

* 1. **نتایج و بحث**

**4.2.1 تحلیل کلی بر روی بهره­وری نوآوری**

شکل 2 بهره­وری نوآوروی یکپارچه و بهره­وری در مراحل مختلف سرمایه­گذاریها بین سالهای 2009 و 2013 را نشان می­دهد.

جدول 1. سرمایه­گذاریهای نمونه



جدول 2. آمارهای توصیفی برای 38 سرمایه­گذاری انرژی موجود در نمونه



بهره­وری نوآوری یکپارچه 38 شرکت انرژی جدید بین سالهای 2009 تا 2013 برابر بود با 435/0. این نشان می­دهد که این 38 سرمایه­گذاری کمتر از حد توان خود نوآوری انجام داده­اند و پتاسیل پیشرفت قابل ملاحظه­ای دارند. بهره­وری تحقیق و توسعه متوسط سرمایه­گذاریهای انرژی و بهره­وری بازار به ترتیب 368/0 و 502/0 بودند، و انحراف استانداردهای 306/0 و 277/0 نیز برای آنها به ترتیب مشاهده شد. بهره­وریهای پایین تحقیق و توسعه و بازاریابی عوامل رایج محدودکننده پیشرفتهای بهره­وری نوآوری با مهمترین کمبود بهره­وری در مرحله تحقیق و توسعه هستند.

دو نمونه غیر پارامتری ویلکوکسون برای ارزیابی اینکه آیا بهره­وریها از لحاظ اماری بین دو مرحله متفاوت است استفاده شد. جدول 3 نشان می­دهد که بهره­وری بازار از لحاظ آماری بیشتر از بهره­وری تحقیق و توسعه بود، و بهره­وری تحقیق و توسعه کمتر بهره­وی­های پایین را کنترل می­کند. مدیریت تحقیق و توسعه باید قوی باشد و سرمایه­گذاریهای تحقیق و توسعه باید از هدر رفتن منابع پرهیز کنند.

یافته ما که بهره­وری بازار بهتر از بهره­وری تحقیق و توسعه است مطابق با مطالعه گوان (2010) می­باشد، او در یافت که بهره­وری تحقیق و توسعه پتانسیل تحت سواستفاده بیشتری از بهره­وری تجاری دارد. با این حال، زمانیکه بهره­وری دو مرحله­ای شرکتهای با فناوری بالای تایوانی را بررسی می­کرد دریافت که بهره­وری تحقیق و توسعه متوسط بزرگتر از بهره­وری بازاریابی بود. این اختلاف ممکن است به دلیل موضوعات یا دوره­های مختلف تحقیق باشد.

زمانی که نمودار رسم شد، بهره­وری نوآوری یکپارچه یک رون U شکل را نشان می­دهد: یک روند روبه بالای ابتدایی وجود دارد، پیک بهره­وری نوآوری در سال 2011، و سپس بهره­وری افت می­کند. در سپتامبر 2010، دولت چین شورای دولتی برای تسریع توسعه استراتژیک صنایع در حال ظهور را آغاز کرد. صنایع انرژی جدید بصورت یک حوزه استراتژیکی در حال ظهور کلیدی فهرست­بندی شدند. این تصمیم منجر به تسریع قابل ملاحظه­ای در بروزرسانی­های فناوری و تحقیقو نیز تجاری­سازی که بهره­وری را بهبود بخشید شد. روند بهره­وری تحقیق و توسعهو نیز بهره­وری بازار در جهت­های مخالفی حرکت می­کنند. برای شرکتها سخت است که هر دوی تحقیق و توسعه فناوری و تحول تحقیق را داشته باشند. زمانیکه برای بهبود بهره­وری یک مرجله خاص تلاش می­کند، ممکن است بهره­وری دیگر حوزه­ها متحمل رنج باشند.



شکل 2. بهره­وری نوآوری دومرحله­ای و یکپارچه در تمام دوره مطالعه

**4.2.2 بهره­وری نوآوری انواع مختلف**

نوع صنعتی یک فاکتور در بهره­وری نوآوری برای هر دو مراحل تحقیق و توسعه و بازاریابی است، همینطور ما اختلافات بهره­وری را بر اساس نوع انرژی جدید مورد بررسی ارزیابی کردیم. انرژی خورشیدی، انرژی بادی و انرژی هسته­ای مهمترین منابع انرژی جدید در چین هستند. جدول 4 و شکل 3 نیز بر روی بهره­وری نوآوری این انواع سرمایه­گذاریهای انرژی تمرکز دارد.

شاخص بهره­وری نوآوری یکپارچه سرمایه­گذاریهای توان هسته­ای بیشتر از بقیه بود و برابر با 500/0 بود. سرمایه­گذاریهای انرژی خورشیدی و بادی بهره­وریهای نوآوری مشابهی را داشتند که به ترتیب برابر بود با 399/0 و 398/0. هر دو زیر متوسط قرار دارند. بهره­وری توان هسته­ای و انرژی بادی ابتدا در طول مطالعه کاهش داشتند و سپس افزایش پیدا کردند. هر دو بین سالهای 2009 و 2011 مشابه بودند. با شروع سال 2011، بهره­وری نوآوری سرمایه­گذاریهای باد بطور قابل ملاحظه­ای کاهش پیدا کردند. در سال 2013 نیز این کاهش وجود داشت که منجر به کمترین سطح آن شد.

برای بهره­وری تحقیق و توسعه، بهره­وری انرژی بادی بیشترین مقدار و برابر با 447/0 بود، و انرژی خورشیدی کمترین مقدار و برابر با 248/0 بود. این ممکن است توسط نرخ توجه بالای بازار تولید تجهیزات توان بادی در زمینه انرژی جدید کنترل شود. این به سرمایه­گذاریهای انرژی بادی اجازه می­دهد که منابع و قابلیتهای برتر خود را بر روی بهبود بهره­وری تحقیق و توسعه قرار دهند. نوسانات بهره­وری تحقیق و توسعه هر سه سرمایه­گذاری انرژی مطابق با بهره­وری نوآوری یکپارچه است. بهره­وری تحقیق و توسعه سرمایه­گذاریهای خورشیدی و هسته­ای به کمترین مقدار خود در سال 2010 سقوط کرد و سپس بطور مداوم پیشرفت داشت. بهره­ورویها در سال 2012 به اوج خود رسیدند و سپس بطور قابل ملاحظه­ای کاهش پیدا کردند. نوسانات در بهره­وری تحقیق و توسعه سرمایه­گذاریهای انرژی بادی دیده شدند. پیک آن در 594/0 و در سال 2011 بود که با کاهش ناگهانی 8/50 درصد به 292/0 در سال 2013 همراه بود. این به دلیل بهره­وری در حال کاهش ارزیابی­های ثابت در مرحله تحقیق و توسعه بود.

بهره­وری بازار متوسط انرژی خورشیدی، انرژی بادی و انرژی هسته­ای به ترتیب برابر با 550/0، 349/0 و 604/0 بود. در میان اینها بهره­وری بازار سرمایه­گذاریهای انرژی بادی زیر متوسط بود، بهره­وری بازار انرژی خورشیدی و هسته­ای بالای متوسط بودند.

شکل 3 مقادیر بهره­وری نوآوری متوسط را در طول مراحل نوآوری تحقیق و توسعه و بازاریابی برای این سه نوع از انرژی نشان می­دهد. سرمایه­گذاریهاید هسته­ای و خورشیدی بهره­وری بازار بزرگتری از بهره­وری تحقیق و توسعه دارند، این بهره­وری کمتر عامل عمده بهره­وری نواوری ضعیف این سرمایه­گذاریها است. برای مثال، برای سرمایه­گذاریهای انرژی خورشیدی، بهره­وری تحقیق و توسعه کمتر از نصف بهره­وری بازار است. برای به تعادل رساندن نوآوری در مراحل تحقیق و توسعه و بازاریابی، تمرکز سرمایه­گذاریهای انرژی خورشیدی باید بر روی ارتقای بهره­وری تحقیق و توسعه باشد.

برای سرمایه­گذاریهای انرژی باد، بهره­وری تحقیق و توسعه بزرگتر از بهره­وری بازاریابی است، پیشرفتها در مدیریت در طول مرحله بازاریابی منجر به انتقال قوی دستاوردهای تحقیق و توسعه به کاربردهای تجاری می­شود. بعلاوه، شکاف بین بهره­وری تحقیق و توسعه سرمایه­گذاری و بهره­وری بازار در مقایسه با انرژی خورشیدی کوچک است. این نشان می­دهد که، با وجود بهره­وری نوآوری یکپارچه، سرمایه­گذاریهای توان بادی رابطه بین تحقیق و توسعه و بازاریابی را هماهنگ و متعادل می­کنند.

**4.2.3 استراتژی بهبود بهره­وری نواوری**

برای این مرحله از تحلیل، ما مقدار بهره­وری توسعه را بصورت بعد افقی و بهره­وری بازار را بصورت بعد عمودی در نظر گرفتیم.

جدول 3. نتایج تست رتبه­بندی ویلکوکسون



اینها مرزها را برای ماتریس ترکیبی نشان داده شده در شکل 4 گسترش می­دهند. سرمایه­گذاریهای انرژی جدید بر اساس بهره­وری نواوری به چهار نوع طبقه­بندی شدند: نوع A: کارآمد و شدید نوع B: تاکید بر تحقیق و توسعه، تمرکز کمتر بر بازار نوع C: گسترده و ناکارامد نوع D: تاکید بر بازار و تمرکز کمتر بر تحقیق و توسعه. سپس ما استراتژیهای بهینه­سازی ممکن را بر اساس مشخصات بهره­وری هر نوع توصیف می­کنیم.

مجموع پنج سرمایه­گذاری در گروه نوع A هستند: کارامد و شدید. این سرمایه­گذاریها سطوح بهره­وری نسبتا بالایی را در طول فرآیند نواوری دارند و ممکن است معیار بهبود بهره­وری برای دیگر سرمایه­گذاریها باشند. برای این سرمایه­گذاریها، بهبود نواوری آنها در صورت افزایش ندادن ورودیها و خروجیها مشکل است. بنابراین، این سرمایه­گذاریها باید بر روی افزایش کیفیت نواوری برای تحقیات سطح بال، افزایش بهره­وری بازار و حفظ مزایای رقابتی با تنظیم استراتژی نوآوری تمرکز کند.

مجموع 9 سرمایه­گذاری در گروه نوع B قرار دارند: تاکید بر تحقیق و توسعه و تمرکز کمتر بر روی بازار. این سرمایه­گذاریها بهره­وری تحقیق و توسعه بالایی دارند اما بهره­وری بازار انها پایین است. سرمایه­گذاریهای این نوع باید بهره­وری تحقیق و توسعه خود را حفظ کنند و عملکرد کسب و کار خود را افزایش دهند. این ممکن است شامل تمرکز بر روی افزایش سود، کنترل هزینه­های نواوری و ایجاد ارزش بازار شود.

مجموع 15 سرمایه­گذاری در گروه نوع C هستند: گسترده و ناکارامد. سرمایه­گذاریهای این گروه بطور قابل ملاحظه­ای نیروی انسانی، مواد و منابع مالی را در مرحله تحقیق و توسعه جمع کرده است. متاسفانه، سودها بطور کامل تشخیص داده نشده­اند زیرا آنها بر روی عواملی مانند کیفیت سرمایه­گذاری و عملکرد کسب و کار در مرحله بازاریابی تمرکز نداشتند. این منجر به بهره­وروی بازاریابی پایینتر شد. این سرمایه­گذاریها باید نوآوری را در هر دو بازاریابی و تحقیق و توسعه افزایش دهند.

مجموع نه سرمایه­گذاری در نوع D قرار می­گیرند. این گروه بر روی بازار تاکید دارد، که منجر به بهره­وری پایین در مرحله تحقیق و توسعه می­شود. این الگوها نشان می­دهد که تحقیق و توسعه باید افزایش پیدا کند که شامل مدیریت فناوریهای هسته­ای، و ارتقای هر دو تحقیق و توسعه و بهره­وری نوآوری یکپارچه می­شود. برای سرمایه­گذاریهای نوع B,C,D سه مسیر ممکن است که بهره­وریها را در راهی که منجر به بهره­وری بالای تحقیق و توسعه و بازار می­شود بهبود دهد. مسیر 1 یک مسیر بهینه­سازی یک جانبه است.

نوع B و C می­توانند بهره­وری نوآوری یکپارچه خود را با بهبود مدیریت در طول مرحله بهره­وری پایینتر افزایش دهند. مسیر 2 یک پیشرفت تدریجی است، جاییکه سرمایه­گذاریهای نوع C از مزایای خود برای رسیدن به نوع B و D و در نهایت رسیدن به نوع A استفاده می­کند. مسیر 3 مسیر بهینه­سازی جهشی است، که نیازمند سرمایه­گذاریهایی است که به سرعت به تقاضای بازار پاسخ می­دهند و منابع مالی اساسی را تامین و تحول سرمایه­گذاری سریع را تسهیل می­کنند.

جدول 4. بهره­وری دو مرحله­ای و یکپارچه برای انواع مختلف انرژی جدید



**5. نتیجه­گیری**

سرمایه­گذاریهای جدید انرژی در چین غالبا دو مشکل در رابطه با نوآوری دارند: ظرفیت تحقیق و توسعه پایین و فقدان تکنولوژی هسته­ای. افزایش قابلیت نوآوری کلیدی است برای رشد پایدار سرمایه­گذاریهای انرژی جدید. این مقاله فعالیتهای نواوری را به دو مرحله تقسیم کرد، و سپس 38 سرمایه­گذاری جدید انرژی را در چین بین سالهای 2009 تا 2013 بررسی کرد. نتیجه­گیریهای کلیدی بصورت زیر هستند.

بطور کلی، بهره­وری نوآوری متوسط در تمام نمونه­ها 435/0 بود. شاخصهای بهره­وری تحقیق و توسعه و بهره­وری بازار بطور قابل ملاحظه­ای متفاوت بودند، در 368/0 و 502/0. بهره­وری پایین در طول مرحله تحقیق و توسعه یک عامل کنترل­کننده برای بهره­وری نوآوری پایین یک سرمایه­گذاری بودند.

برای بهبود بهره­وری نوآوری سرمایه­گذاریهای انرژی جدید، سطوح بهره­وری باید در طول تحقیق و توسعه بهبود پیدا کنند. از لحاظ بهره­وری در چارچوب زمانی مورد مطالعه، بهره­وری نوآوری یکپارچه بین سالهای 2009 و 2013 یک روند U شکل را نشان می­دهند. بهره­وری تحقیق و توسعه و بازار مشخصات متضادی را نشان می­دهند. این نشان می­دهد که باید تحقیق و توسعه را در نظر بگیرند و تحول دستیابی تحقیق در طول فرآیند بهینه­سازی بهره­وری نوآوری را بهبود بخشند.

 انواع مختلف سرمایه­گذاریهای انرژی از لحاظ بهره­وری نوآوری بطور متفاوتی عمل کردند. سرمایه­گذاریهای انرژی هسته­ای بیشترین بهره­وری نوآوری را داشتند، انرژی بادی و انرژی خورشیدی بهره­وری نواوری کمتری داشتند. سرمایه­گذاریهای انرژی بادی بیشترین بهره­وری تحقیق و توسعه را دارا بودند، توان هسته­ای بیشترین بهره­وری بازار را داشت. بهره­وری تحقیق و توسعه برای انرژی خورشیدی و هسته­ای کمتر از بهره­وری بازار است.این سرمایه­گذاریها باید قابلیت تحقیق و توسعه را افزایش دهند و مدیریت را برای محدود کردن شکاف بهره­وری و تعادل بین تحقیق و توسعه و بازاریابی بهبود بخشتند. سرمایه­گذاریهای انرژی باد بهره­وری تحقیق و توسعه بیشتری نسبت به بهره­وری بازار دارند و باید بر روی بهبود مدیریت در طول بازاریابی و قوی کردن سرعت انتقال دستاوردهای تحقیق و توسعه تمرکز کنند.

اکثر سرمایه­گذاریهای انرژی جدید سطح نوآوری نسبتا پایینی دارند و می­توانند بصورت گسترده و ناکارآمد توصیف شوند. تنها تعداد کمی از سرمایه­گذاریها را می­توان کارامد و شدید نامید. سرمایه­گذاریهای با حالتهای بهره­وری مختلف باید استراتژیهای خود را بر اساس مشخصات بهره­وری خود تنظیم کنند. برای سرمایه­گذاریهای بدون بهره­وری تحقیق و توسعه بالا اما بهره­وری بازار بالا، سه مسیر ممکن است: مسیر بهبود یک جانبه، مسیر پیشرفت تدریجی و مسیر پیشرفت جهشی. بهترین مسیر بستگی به توانایی­های سرمایه­گذاری و بهره­وریهای فعلی دارد.



شکل 3. بهره­وریهای نوآوری دومرحله­ای برای انواع مختلف سرمایه­گذاریهای انرژی جدید



شکل 4. ماتریس بهره­وری نوآوری دو مرحله­ای



شکل5. استراتژی بهره­وری نوآوری









1. هالکوس و همکاران (2014) کارهای صورت گرفته بر روی مدلهای DEA دو مرحله­ای را در چهار گروه طبقه­بندی کرد. 1) روش دو مرحله­ای مستقل 2) روش دومرحله­ای مرتبط شامل مدل زنجیره ارزش و DEA شبکه­ای 3) روش دو مرحله­ای رابطه­ای با در نظر گرفتن هر رابطه ریاضی که بین آنها وجود دارد 4) روش تئوری بازی. تفاوتهایی بین مدل استفاده شده در اینجا و مدلهای DEA شبکه­ای وجود دارد. اول، DEA شبکه­ای دو مرحله­ای ارائه شده توسط گروسکوف (1996) منتهی به بهره­وریهای منفرد نمی­شود، مدل این مقاله بطور همزمان بهره­وری یکپارچه و اختلافات را نتیجه می­دهد. دوم، مدلهای DEA شبکه­ای معمول بهره­وری را براساس CRS، VRS و اندازه­گیریهای بر اساس سستی اندازه­گیری می­کنند. در مقابل، مدل ماتابع فاصله را با اندازه­گیری راسل ناکارآمدی ترکیب می­کند. [↑](#footnote-ref-1)
2. با در نظر گرفتن مراحل تحقیق و توسعه و بازاریابی بعنوان حوزه­های مورد توجه برای سرمایه­گذاریها، فاکتورهای مختلف در همان مرحله همان اهمیت را به اشتراک می­گذارند. بنابراین، این مقاله وزن یکسانی را برای هر فاکتور در همان مرحله می­دهد ( و به مراحل دوگانه نیز همان وزن داده می­شود  . [↑](#footnote-ref-2)