پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷

طراحی مدل ارزیابی عملکرد دوسطحی پارک‌های علم‌وفناوری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

مهدی نیک‌نشان[۱]، عادل آذر[۲]*، سیدحسین اخوان علوی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی و مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران
۲- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه مدیریت دولتی و امور عمومی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷

چکیده

در عصر اقتصاد دانش‌بنیان، یکی از مهم‌ترین نهادهای تأثیرگذار بر رشد این اقتصاد ارزیابی عملکرد است. هدف این پژوهش ارائه مدلی جهت ارزیابی کارایی پارک‌های علم‌وفناوری و شرکت‌های مستقر در آن‌ها با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی ایران است. در این پژوهش، ابتدا پژوهشگران با استفاده از مبانی نظری و نظر خبرگان متغیرهای مورداستفاده برای ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری را شناسایی نمودند. به‌علاوه برای بالا بردن روایی مدل از توپولوژی‌های متفاوت متغیرها استفاده شد تا بهترین ارتباط میان این متغیرها و همچنین بالاترین سطح کارایی واحدهای تصمیم‌گیری شناسایی شود.

از طرف دیگر، مدل تحلیل پوششی داده‌های دوسطحی استوار برای ارزیابی عملکرد پارک انتخاب شد. مدل ریاضی با توجه به ماهیت مسئله و همچنین بسط موری و بنکر توسعه داده شد. این تغییرات موجب توسعه مدل دوسطحی استوار تحلیل پوششی داده‌ها با متغیر غیراختیاری شد. درنهایت، کارایی پارک‌های

* نویسنده مسئول مقاله: E-mail: Azar@modares.ut.ac

علم‌وفناوری و واحدهای مستقر در دو مدل، بدون استفاده از متغیر غیراختیاری و با استفاده از متغیر اختیاری تشکیل و نتایج آن‌ها موردمقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج متغیرهای غیراختیاری درصد تولید ناخالص هر استان و طول عمر پارک به‌عنوان متغیر میانجی شناسایی شدند.

واژگان کلیدی: پارک‌های علم‌وفناوری؛ ارزیابی عملکرد دوسطحی؛ تحلیل پوششی استوار؛ متغیر غیراختیاری.

۱- مقدمه

در عصر کنونی تحولات شگرف دانش مدیریت، وجود نظام ارزشیابی اجتناب‌ناپذیر است؛ به‌گونه‌ای که فقدان نظام ارزیابی در ابعاد مختلف سازمان اعم از ارزیابی در استفاده از منابع و امکانات، اهداف و استراتژی‌ها، مدیران و کارکنان را به‌عنوان یکی از علائم بیماری‌های سازمان قلمداد می‌نمایند [۱].

پارک علم و فناوری سازمانی است که به‌وسیله متخصصان حرفه‌ای اداره می‌شود و هدف اصلی آن افزایش ثروت جامعه از طریق تشویق و ارتقاء فرهنگ نوآوری و افزایش توان رقابت در میان شرکت‌ها و مؤسساتی است که متکی بر علم و دانش در محیط پارک فعالیت می‌کنند. برای دستیابی به این هدف، یک پارک علمی با ایجاد انگیزش و مدیریت جریان دانش و فناوری در میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهش و توسعه، شرکت‌های خصوصی و بازار، ایجاد و رشد شرکت‌های متکی بر نوآوری را از طریق مراکز رشد و فرآیندهای زایشی، تسهیل می‌نماید. پارک‌های علمی همچنین خدماتی با ارزش‌افزوده بالا، و فضاهای کاری و تأسیسات مناسب و باکیفیت به مؤسسات مستقر در پارک ارائه می‌نمایند [۲]. پارک‌های فناوری از مهم‌ترین محرک‌های هر کشور برای توسعه و انتقال فنّاوری‌های جدید هستند. در سه دهه گذشته تحقیقات متعددی در مورد پارک‌های علم‌وفناوری انجام شده است [۳].

از طرف دیگر، ارزیابی و اندازه‌گیری مهم‌ترین ابزار کنترل و مدیریت هر پدیده است. بنابراین اهمیت ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری، با توجه ظرفیت‌های توسعه اقتصاد و فناوری این نهادها در سطح ملی، باید در اولویت قرار گیرد. به‌عبارت‌دیگر، دولت‌ها هزینه توسعه و نگهداری پارک‌های علم‌وفناوری را با هدف توسعه اقتصاد و فناوری متقبل می‌شوند. بنابراین،

میزان بازگشت سرمایه و ارزیابی عملکرد در سطح هر پارک برای دولت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. برای واضح‌تر شدن اهمیت ارزیابی عملکرد این نهاد، نگاهی گذرا به بودجه مورد تصویب سالیانه آن می‌اندازیم. بودجه پارک‌های ۳۶ گانه علم‌وفناوری مستقیماً و بدون احتساب هزینه‌های بالاسری و مرتبط حدود هزار و پانصد میلیارد ریال است. به‌تنهایی، این حجم از هزینه‌کرد سالیانه نیازمند توجیه و خروجی قابل دفاع از سمت نهادهای مرتبط است. از طرف دیگر، اهمیت ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری بدون توجه به عوامل زمینه‌ای و متغیرهای خارج از کنترل واحدهای تصمیم‌گیری (پارک‌های علم‌وفناوری) خطا است [۴].

سؤال اصلی این پژوهش پاسخ به چگونگی ارزیابی منصفانه از عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری با توجه به شرایط و منابع تحت کنترل آن‌ها است. این پرسش تاکنون با توجه عوامل زمینه تأثیرگذار بر عملکرد پارک‌های علم و فناوری موردبررسی قرار نگرفته است. پاسخ به این سؤال با استفاده از ارائه مدل دوسطحی استوار ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری با در نظر گرفتن ماهیت دوسطحی این پدیده (پارک علم‌وفناوری و شرکت‌های مستقر در آن) و با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی ایران انجام شده است. همچنین با توجه به نحوه اندازه‌گیری داده‌ها، از استوارسازی برای تأمین دقت نتایج استفاده شده است. چگونگی توسعه مدل با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی در متغیرهای پژوهش منعکس شده‌اند. یکی از دستاوردهای این پژوهش، بررسی میزان تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری است.

در بخش اول این پژوهش که هم‌اکنون مطالعه می‌کنید به علل و پرسش اصلی این پژوهش پرداختیم. در بخش ۲ به معرفی پژوهش‌های تأثیرگذار بر شناسایی و همچنین تعریف متغیرهای استفاده‌شده برای ارزیابی عملکرد پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های مستقر در آن پرداخته شده است. در بخش سوم مقاله به معرفی روش ریاضی مورداستفاده و همچنین علل تغییر در این مدل ریاضی و ایجاد مدل جدید پرداختیم. در بخش چهارم به بررسی نتایج ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری و همچنین نتایج استخراج‌شده اختصاص داده شد. درنهایت در بخش پنجم به بررسی نتایج حاصل از این پژوهش و مقایسه آن با پژوهش‌های مشابه پرداخته شده است.

۲- پیشینه پژوهش

طی دو دهه گذشته، پژوهش‌های متعددی به ارزیابی و پایش عملکرد و مقایسه پارک‌های علم‌وفناوری پرداخته‌اند. در این بخش به معرفی مهم‌ترین آن‌ها و همچنین معرفی متغیرهای استخراج‌شده برای ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری می‌پردازیم:

یکی مهم‌ترین تیم‌های پژوهشی در ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری لیندل و لوفتسن هستند. این دو پژوهشگر اعتقاد دارند که عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری باید به بهبود عملکرد شرکت‌های مستقر این پارک منجر شود. در این راستا، عملکرد این شرکت‌ها (شرکت‌های مستقر) با شرکت‌های مشابه خارج از پارک علم‌وفناوری مقایسه شده است [۹-۵]. با گذشت زمان، از متغیر خلق شغل جدید، هزینه تحقیق‌وتوسعه، تعداد حق اختراعات جدید، تعداد دانشمندان و مهندسان به کرّات مورداستفاده پژوهشگران قرار گرفت؛ این در حالی است که متغیر «نرخ بقای شرکت»، برخی اوقات به «عمر شرکت» تغییر شکل داده است. تعداد محصولات جدید ساخته‌شده، متغیر دیگری است که در گذر زمان به نحوی دیگر موردتوجه قرار گرفت. با توجه به اینکه تولید محصول جدید ولی بدون مشتری ثمری برای شرکت و پارک ندارد، پژوهشگران میزان فروش محصولات جدید را مورد ارزیابی قرار دادند [۶, ۱۶-۱۰].

سیگل، وستهد و رایت پژوهشی را در مورد ارزیابی نقش پارک علم‌وفناوری در بهبود بهره‌وری پژوهش انجام دادند. بر همین اساس، این تیم از شاخص‌هایی همچون هزینه تحقیق‌وتوسعه، نرخ بقای شرکت، خلق شغل جدید، تعداد دانشمندان و مهندسان فعال در پارک، تعداد حق اختراع‌های ثبت‌شده و کارایی در تحقیق‌وتوسعه استفاده کردند [۱۱]. دبرسکا در پژوهشی به بررسی عوامل موفقیت پارک‌های علم‌وفناوری پرداخت. خروجی این پژوهش مجموعه شاخص‌های ارزیابی عملکرد برای پارک‌های علم‌وفناوری بود. شاخص‌هایی که توسط این پژوهش‌گر به مبانی نظری اضافه شد، عبارت‌اند از حجم سرمایه‌گذاری سالیانه، نرخ فضای مورداستفاده توسط شرکت‌ها به‌کل فضای قابل‌ارائه، رضایت شرکت‌های مستقر، صادرات، متوسط حقوق کارکنان در پارک، تعداد نشریات چاپ‌شده توسط شرکت‌ها و جوایز دریافت شده توسط شرکت‌ها. گفتنی است این پژوهش از داده‌های کیفی و نظر خبرگان و مدیران پارک‌ها

برای استخراج شاخص‌ها استفاده نموده است [۱۶]. لیبراتی و همکاران به توصیف و تحلیل پارک‌های علم‌وفناوری و نقش آن‌ها در توسعه شرکت‌ها در ایتالیا پرداختند. در این پژوهش از همکاری با دانشگاه، خدمات ارائه‌شده به پارک‌های علم‌وفناوری، مجموعه شاخص‌های مالی (ازجمله بازگشت سرمایه، ارزش‌افزوده، فروش، حاشیه سود عملیاتی بر دارایی، میزان سرمایه‌گذاری و...) و تعداد کارکنان (با جزئیات وظایف) استفاده شده است [۱۷].

بر اساس این پژوهش‌ها، متغیرهایی با تکرار بیشتر در مبانی نظری برای ارزیابی عملکرد کارایی پارک‌های علم‌وفناوری شناسایی و جدول ۱ به‌عنوان نتیجه تشکیل شد.

جدول ۱ متغیرهای شناسایی‌شده در مبانی نظری پس از تائید خبرگان

شاخص	تعریف عملیاتی و توضیحات	مراجع
مساحت پارک	مساحتی از پارک که جهت فعالیت‌های اقتصادی در اختیار شرکت‌ها قرار می‌گیرد	[۲۰-۱۸]
تعداد دانشگاه‌ها در نزدیکی پارک	تعداد دانشگاه‌ها در نزدیکی پارک علم و فناوری به‌عنوان متغیر قابل‌اندازه‌گیری در این پژوهش جانشین تعداد توافق‌نامه با پارک‌های علم و فناوری شد. در مرحله بعد با توجه به اینکه تعداد دانشجویان دانشگاه‌های هر استان معیار مناسب‌تری برای اندازه‌گیری کیفیت دانش و همچنین امکانات هر استان است، این شاخص ابتدا در کنار شاخص تعداد دانشگاه و سپس به‌تنهایی اضافه شد.	[۱۴-۱۲، ۱۶، ۱۸-۲۴]، خبرگان
میزان دارایی شرکت و گردش مالی	بر اساس نظر خبرگان و مبانی نظری، این متغیر به عنوان یکی از مهم‌ترین ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری سطح پایین‌تر جهت ارزیابی، انتخاب شد. به علت عدم وجود داده، از جریان گردش مالی به‌جای این متغیر استفاده شد تا حداقل توانایی مالی شرکت ارزیابی شده باشد.	[۲۰، ۲۷، ۲۸]
پژوهانه-حمایت دولتی	انواع حمایت مالی برای شرکت از طرف دولت. گفتنی است این متغیر از تعهدات پارک‌ها به وزارت علوم برای کمک به شرکت‌ها استخراج شده است.	[۲۵]
فروش (یا سود شرکت)	میزان فروش (یا سود شرکت) در سال مالی، این متغیر یکی از پرتکرارترین متغیرها برای ارزیابی عملکرد یک شرکت و یک پارک است.در پژوهش‌ها، اشکال متفاوتی از این متغیر مورداستفاده قرار گرفته است. فروش، لگاریتم فروش و تغییرات فروش از مهم‌ترین این اشکال هستند.	[۹-۷، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۳۲-۲۹]
صادرات	صادرات سالیانه شرکت. این متغیر تا حد زیادی در متغیر فروش موردبررسی قرار گرفته است، اما از طرفی به‌منظور بررسی میزان انسجام با بازارهای جهانی و مقبولیت کالاها و خدمات تولیدشده در سطح بین‌الملل مفید است. از طرفی در پژوهش‌های انگشت‌شماری به‌جای استفاده از میزان صادرات به دلار یا واحد پولی مرتبط، از لگاریتم این متغیر استفاده شده است.	[۱۶، ۲۶، ۲۷]
محصولات جدید ساخته‌شده	تعداد یا حجم فروش (دو شاخص تعداد خلق ایده و تبدیل ایده به محصول در پارک‌های علم و فناوری)، تعداد محصولات جدید ساخته‌شده به کرّات در پژوهش‌های مرتبط ارزیابی فناوری یا مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری	[۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۲۱، ۳۰-۲۸]

شاخص	تعریف عملیاتی و توضیحات	مراجع
	مورداستفاده قرار گرفته است. در برخی از پژوهش‌ها به اهمیت موفقیت محصولات جدید نیز پرداخته شده و میزان فروش آن را مورد ارزیابی قرار داده‌اند.	
مکان پارک-سرانه GDP منطقه	در مصاحبه‌های انجام‌شده، منطقه اقتصادی که پارک در آن قرار دارد به‌عنوان عاملی غیراختیاری (متغیر میانجی) از طرف خبرگان معرفی شد. این متغیر تنها یک‌بار در مقالات نسبتاً جدیدتر یافت شد. متغیر غیراختیاری متغیری است که امکان تغییر آن توسط تصمیم‌گیرنده وجود ندارد، اما بر عملکرد واحد تصمیم‌گیری تأثیرگذار است.	مصاحبه با خبرگان، [۲۴]
بودجه مصوب پارک	بودجه مصوب سالیانه پارک، پارک‌های علم و فناوری بودجه‌ای از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دریافت می‌کنند. این بودجه بر اساس عملکرد هر پارک (با توجه به شاخص‌های داخلی وزارتخانه) و همچنین میزان بلوغ و... تخصیص داده می‌شود.	[۱۴، ۱۸، ۲۰، ۲۶-۲۴]
اندازه پارک- مساحت پارک	کل مساحت در اختیار پارک. گفتنی است مساحت پارک نشانگر دو مسئله عمده است. اول، مساحت در اختیار پارک، یکی از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر تعداد و حجم فعالیت‌های شرکت‌ها است. دوم، این متغیر نشانگر حجم عملیات و درنتیجه، اندازه پارک است.	[۲۰-۱۸، ۳۴]
تعداد کارکنان، اشتغال و رشد اشتغال	تعداد کارکنان شرکت مستقر در پارک را از دو جنبه متفاوت موردبررسی قرار می‌دهند؛ از طرفی به‌عنوان اشتغال ایجادشده در پارک و حفظ اشتغال ایجادشده در منطقه اقتصادی که یکی از اهداف پارک‌های علم‌وفناوری است. در پژوهش‌های متعددی از مقدار این نفرات به‌صورت مستقیم یا لگاریتم آن استفاده‌شده است. جنبه دیگر، میزان رشد اشتغال است. رشد اشتغال نیز بارها در پژوهش‌ها مورداستفاده قرارگرفته است، اما به‌جای بیشتر به‌صورت مستقیم و یا درصدی از سال قبل.	[۸، ۱۳، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۳۲-۲۸]
بلوغ پارک، طول عمر پارک	این متغیر در آخرین مرحله با توجه به مصاحبه با خبرگان وارد پژوهش شد. ازنظر خبرگان، بلوغ پارک‌های علم‌وفناوری تأثیر مستقیمی بر امکانات در دسترس شرکت‌های مستقر در آن دارد.	مصاحبه با خبرگان

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش ازنظر ماهیت در میان پژوهش‌های کاربردی و ازنظر روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها در میان روش‌های توصیفی (غیرآزمایشی) است و از مدل‌سازی ریاضی برای این توصیف استفاده کرده است. پژوهشگر از تغییر جزئی مدل کوک و گرین توسط آذر و همکاران استفاده نموده است [۱].

در *مرحله اول*، جدولی متشکل از ۹۸ متغیر از مجموع ۵۰ پژوهش در حوزه ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری، تأثیر این نهادها بر منطقه (اقتصادی و یا غیراقتصادی) و تأثیر این نهادها بر عملکرد شرکت‌های مستقر در آن‌ها تشکیل شد. سپس بر اساس تشابه تعاریف و نظر خبرگان، برخی از این متغیرها با توجه به مبانی نظری با هم ادغام شدند. در این مرحله، تعداد تکرار متغیرها در پژوهش‌ها موردبررسی قرار گرفت.

در *مرحله دوم*، متغیرهایی که بیشترین تعداد تکرار را داشتند و همچنین ازنظر عملیاتی با توجه به نوع روش ارزیابی (تحلیل پوششی داده‌ها) امکان استفاده از آن‌ها وجود داشت، انتخاب شدند. شرط امکان استفاده، کمّی بودن داده (یا امکان تبدیل آن به داده کمّی با توجه به امکانات پژوهشگر) و امکان استفاده از آن در مدل ارزیابی عملکرد تحلیل پوششی داده‌ها بوده است. به علت اهمیت برخی از متغیرها حذف‌شده، پژوهشگر با مشورت خبرگان از متغیرهایی به‌عنوان جایگزین آن‌ها استفاده کرد تا درصدی بالایی از واریانس (تأثیرات) آن‌ها را منتقل کند. به‌عنوان‌مثال، ون ویل متغیر فاصله و تعداد مراکز تحقیقاتی و دانشگاه را ابزار و نشانگری برای سنجش دانش فنی در دسترس شرکت‌های عضو پارک در نظر گرفته است؛ بنابراین برای سنجش دانش فنی در دسترس پارک و شرکت‌های مستقر می‌توان از این متغیر جایگزین که ازنظر عملیاتی بسیار ساده‌تر است، استفاده نمود [۳۳, ۳۴].

در *مرحله سوم*، از خبرگان مستقر در پارک در مورد متغیرها نظرسنجی شد. این نظرسنجی با حالت پرسشنامه باز برای خبرگان ارسال شد. بر اساس نظر خبرگان، دو متغیر به متغیرهای پژوهش اضافه شد. خبرگان این پژوهش مجموعاً هفت نفر از مدیران پارک‌های علم‌وفناوری در سطح میانی و عالی و همچنین کارشناسان وزارت علوم در حوزه ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری بودند. جدول ۱ نتیجه بررسی مبانی نظری در زمینه ارزیابی پارک‌های فناوری و مراکز رشد، و همچنین مصاحبه با خبرگان و استخراج متغیرهای مرتبط است.

همان‌طور که در مقدمه اشاره شد، یکی از اهداف این مقاله ارائه راهکاری کاربردی با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی ایران برای ارزیابی عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری است. چگونگی توسعه مدل با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی در متغیرهای پژوهش منعکس‌شده‌اند. به‌طور مشخص، متغیر مکان پارک-سرانه GDP منطقه تنها برای متعادل‌سازی متغیرهای زمینه (شرایط اقتصادی هر منطقه) در فعالیت پارک‌ها اضافه شده است. این متغیر با توجه مصاحبه خبرگان استخراج شده است. همچنین میزان بلوغ پارک‌های علم‌وفناوری نیز به‌عنوان متغیر تأثیرگذار در عملکرد پارک‌ها موردبررسی قرار

گرفت. بر اساس نظر خبرگان، به علت عدم وجود داده معتبرتر، از طول عمر پارک به‌عنوان شاخص جایگزین بلوغ پارک علم‌وفناوری استفاده شد.

۱-۳- مدل ریاضی پژوهش: (مدل استوار دوسطحی با متغیر غیراختیاری و خروجی نامطلوب)

کوک و گرین در سال ۱۹۹۸ مدل تحلیل پوششی دوسطحی دومرحله‌ای را توسعه دادند [۳۵]. این تیم پژوهشی در سال ۲۰۰۵ مدل دوسطحی تک‌مرحله‌ای را بر اساس مدل سال ۱۹۹۸ خود توسعه دادند [۳۶]. دانشور و همکاران مدل استوار دوسطحی-دومرحله‌ای و دوسطحی-تک مرحله‌ای را توسعه دادند (آذر و همکاران، ۱۳۹۱). مدل پیشنهادی پژوهشگر مدل دوسطحی-تک مرحله‌ای استوار با متغیر غیراختیاری است. با توجه به نیازمندی‌های مسئله، پژوهشگران از متغیر غیراختیاری برای توسعه توصیف واقعیت استفاده نموده‌اند. این امر موجب تغییرات جزئی در مدل‌سازی دوسطحی و همچنین استوار می‌شود.

جدول ۲ متغیرها، زیروندها (اندیس‌ها) و مؤلفه‌های مدل

نام	توضیح	نام	توضیح
K	تعداد واحدهای تصمیم‌گیری سطح دو (پارک‌ها) و زیروند k نشان‌دهنده واحد تصمیم‌گیری است.	j_k	زیروندی که نشان می‌دهد واحد تصمیم‌گیری سطح ۱ به پارک K تعلق دارد
$\gamma_0^{x^1}$	تعداد نهاده‌های غیرقطعی سطح ۱	$\gamma_0^{y^1}$	تعداد ستانده‌های غیرقطعی سطح ۱
m	تعداد نهاده‌های سطح اول	$\gamma_0^{x^2}$	تعداد نهاده‌های غیرقطعی سطح ۲
s	تعداد ستانده‌های سطح اول	$\gamma_0^{y^2}$	تعداد ستانده‌های غیرقطعی سطح ۲
$\acute{m}$	تعداد نهاده‌های سطح دوم	p_{rjk}	متغیر استواری مربوط به ستانده r ام شرکت j ام در پارک k ام.
$\acute{s}$	تعداد ستانده‌های سطح دوم	q_{ijk}	متغیر استواری مربوط به نهاده i ام شرکت j ام در پارک k ام.
v_i	وزن نهاده i ام (سطح اول)	f_{ak}, c_{bk}	متغیر مربوط به ستانده $\acute{r}$ ام(نهاده $\acute{\imath}$ ام) پارک k ام یا مجموع ستانده r ام(نهاده $\acute{\imath}$ ام) شرکت‌های درون پارک k
u_r	وزن ستانده r ام (سطح اول)	z_{jk}	متغیر استواری مربوط به شرکت j ام در پارک k ام
$\acute{v}_{\acute{\imath}}$	وزن نهاده $\acute{\imath}$ ام (سطح دوم)	$\theta_{\acute{r}j}^k$	تغییر متغیر برای خطی سازی $\theta_{\acute{r}j}^k = \propto_{\acute{r}j}^k \acute{u}_{\acute{r}}$
$\acute{u}_{\acute{r}}$	وزن ستانده $\acute{r}$ ام (سطح دوم)	R	متغیر استواری مربوط به پارک k ام
x_{ijk}^1	نهاده i ام، مربوط به شرکت j ام در پارک k (زیروند i برای نهاده‌های سطح ۱ به‌کاررفته است)	$t_r, \acute{t}_{\acute{r}}$	متغیر استواری مربوط به وزن ستانده r ام و وزن ستانده $\acute{r}$ام (به ترتیب شرکت و پارک)
y_{rkj}^1	ستانده r ام، مربوط به شرکت j ام در پارک k	d_i, $\acute{d}_{\acute{\imath}}$	متغیر استواری مربوط به وزن نهاده i ام و وزن نهاده $\acute{\imath}$

	(زیروند r برای ستانده‌های سطح ۱ به‌کاررفته است)		ام (به ترتیب شرکت و پارک)
β_{ij}^{k}	نسبتی از نهاده x_{ik}^{2} که به شرکت j ام پارک k اختصاص‌یافته است (دقت در زیروند بتا نشان می‌دهد به تعداد نهاده‌های سطح ۲، متغیر بتا داریم)	$\propto_{\acute{r}j}^{k}$	نسبتی از ستانده $y_{\acute{r}k}^{2}$ که به شرکت j ام پارک k ام اختصاص‌یافته است (دقت در زیروند آلفا نشان می‌دهد به تعداد ستانده‌های سطح ۲، متغیر آلفا داریم)
Y_{rk}^{1}	مجموع ستانده‌های Ir م شرکت‌ها که عضو پارک k هستند؛ $(Y_{rk}^{1}=\sum_{j\in k} y_{ijk}^{1})$	X_{ik}^{1}	مجموع نهاده‌های i ام شرکت‌ها که عضو پارک k هستند $(X_{ik}^{1}=\sum_{j\in k} x_{ijk}^{1})$
x_{ik}^{2}	نهاده $\acute{\imath}$ ام پارک k (زیروند $\acute{\imath}$ برای نهاده‌های سطح ۲ به کار می‌رود)	$y_{\acute{r}k}^{2}$	ستانده $\acute{r}$ ام پارک k (زیروند $\acute{r}$ برای ستانده سطح ۲ بکار می‌رود)
D	متغیر استواری مربوط به نهاده i ام شرکت j ام در پارک k ام	$\gamma_0^{x^{ND}}$	تعداد متغیر غیراختیاری غیرقطعی ورودی در سطح ۲
ND	مجموعه متغیرهای غیراختیاری (Non-Discretionary Factors)	$\gamma_0^{x^{2D}}$	تعداد متغیر اختیاری غیرقطعی در سطح ۲
δ_{ij}^{k}	تغییر متغیر برای خطی سازی، $\delta_{ij}^{k}=\beta_{ij}^{k}\acute{v}_{i}$	e	متغیر مربوط به ستانده $\acute{r}$ ام پارک k ام یا مجموع ستانده r ام شرکت‌های درون پارک k

آذر و همکاران همتای استوار مدل دوسطحی تحلیل پوششی داده‌های کوک و گرین را با استفاده از الگوریتم برتسمیس و سیم همتای تشکیل دادند [۱]. در این پژوهش، این مدل به‌عنوان مدل ریاضی مناسب برای ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری انتخاب شد. به علت ماهیت مسئله و وجود متغیرهای غیراختیاری نیاز به تغییر در مدل ریاضی به وجود آمد. درنتیجه از ترکیب مدل دوسطحی تحلیل پوششی داده‌های ایجادشده توسط کوک و گرین و بسط بنکر و موری در استفاده از متغیر غیراختیاری و همچنین الگوریتم برتسمیس و سیم همتای استوار مدل دوسطحی هم‌زمان با استفاده از متغیر غیراختیاری مدل ریاضی زیر تشکیل شد [۱, ۴, ۳۶, ۳۷]:

$$\max e^{p}=\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{\mathrm{rp}}^{1}+\sum_{\acute{r}=1}^{\acute{s}} \acute{u}_{\acute{r}} y_{\acute{\mathrm{r}}\mathrm{p}}^{2}-\sum_{\acute{\imath}\in ND} \acute{v}_{\acute{\imath}} x_{\acute{\imath}p}^{2}-\left(\gamma_0^{y^1}+\gamma_0^{y^2}+\gamma_0^{x^{ND}}\right)R_p-\sum_{r=1}^{\gamma_0^{y^1}} f_{rp}-\sum_{\acute{r}=1}^{\gamma_0^{y^2}} \acute{f}_{\acute{r}p}-\sum_{\acute{\imath}\in ND} \acute{c}_{\acute{\imath}p} \quad (۱)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i X_{ip}^{1}+\sum_{\acute{\imath}\in D} \acute{v}_{\acute{\imath}} x_{\acute{\imath}p}^{2}-\left(\gamma_0^{x^1}+\gamma_0^{x^{2D}}\right)R_p+\sum_{i=1}^{\gamma_0^{x^1}} c_{ip}+\sum_{\acute{\imath}\in D}^{\gamma_0^{x^2}} \acute{c}_{\acute{\imath}p}=1 \quad (۲)$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{rk}^1 + \sum_{\acute{r}=1}^{\acute{s}} \acute{u}_{\acute{r}} y_{\acute{r}k}^2 + \left(\gamma_0^{y^1} + \gamma_0^{y^2}\right) R_k + \sum_{r=1}^{\gamma_0^{y^1}} f_{rk} + \sum_{\acute{r}=1}^{\gamma_0^{y^2}} \acute{f}_{\acute{r}k} - \sum_{i=1}^{m} v_i X_{ik}^1 - \sum_{\acute{i}=1}^{\acute{m}} \acute{v}_i x_{\acute{i}k}^2 + \left(\gamma_0^{x^1} + \gamma_0^{x^2}\right) R_k + \sum_{i=1}^{\gamma_0^{x^1}} c_{ik} + \sum_{i=1}^{\gamma_0^{x^2}} \acute{c}_{ik} \leq 0 \,, k = 1,2,\dots,K \quad (۳)$$

$$\sum_{r}^{s} u_r y_{rjk}^1 + \sum_{\acute{r}=1}^{\acute{s}} \theta_{\acute{r}j}^k y_{\acute{r}k}^2 + \left(\gamma_0^{y^1} + \gamma_0^{y^2}\right) z_{jk} + \sum_{r=1}^{\gamma_0^{y^1}} p_{rjk} + \sum_{\acute{r}=1}^{\gamma_0^{y^2}} \acute{p}_{\acute{r}jk} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ijk}^1 - \sum_{\acute{i}=1}^{\acute{m}} \delta_{\acute{i}j}^k x_{\acute{i}k}^2 + \left(\gamma_0^{x^1} + \gamma_0^{x^2}\right) z_{jk} + \sum_{i=1}^{\gamma_0^{x^1}} q_{ijk} + \sum_{i=1}^{\gamma_0^{x^2}} \acute{q}_{ijk} < 0 \quad , \forall j \in k, k = 1,2,\dots,K \leq 0 \,, k = 1,2,\dots,K \quad (۴)$$

$$L_j^k \theta_{\acute{r}1}^k \leq \theta_{\acute{r}j}^k \leq U_j^k \theta_{\acute{r}1}^k \quad (۵)$$

$$L_j^k \delta_{\acute{i}1}^k \leq \delta_{\acute{i}j}^k \leq U_j^k \delta_{\acute{i}1}^k \quad (۶)$$

$$\sum_{j \in k} \theta_{\acute{r}j}^k = \acute{u}_{\acute{r}} \;\; \forall \acute{r}, \acute{r} = 1,2,\dots,\acute{s} \quad (۷)$$

$$\sum_{j \in k} \delta_{\acute{i}j}^k = \acute{v}_{\acute{i}} \;\; \forall \acute{i}, \acute{i} = 1,2,\dots,\acute{m} \quad (۸)$$

$$R_k + f_{rk} \geq e Y_{rk}^1 t_r \quad (۹)$$

$$z_{jk} + p_{rjk} \geq e y_{rjk}^1 t_r \quad (۱۰)$$

$$R_k + \acute{f}_{\acute{r}k} \geq e y_{\acute{r}k}^2 \acute{t}_{\acute{r}} \quad (۱۱)$$

$$z_{jk} + \acute{p}_{\acute{r}jk} \geq e y_{\acute{r}k}^2 \acute{t}_{\acute{r}} \quad (۱۲)$$

$$z_{jk} + q_{ijk} \geq e x_{ijk}^1 d_i \quad (۱۳)$$

$$z_{jk} + \acute{q}_{ijk} \geq ex_{ik}^{2}\acute{d}_{i} \quad (۱۴)$$

$$R_k + c_{ik} \geq eX_{ik}^{1}d_i \quad (۱۵)$$

$$R_k + c_{ik} \geq ex_{ik}^{2}\acute{d}_{i} \quad (۱۶)$$

$$-t_r \leq u_r \leq t_r \quad \forall r \quad (۱۷)$$

$$-\acute{t}_{\acute{r}} \leq \acute{u}_{\acute{r}} \leq \acute{t}_{\acute{r}} \quad \forall r \quad (۱۸)$$

$$-d_i \leq v_i \leq d_i \quad \forall i \quad (۱۹)$$

$$-\acute{d}_{i} \leq \acute{v}_{i} \leq \acute{d}_{i} \quad \forall \acute{\imath} \quad (۲۰)$$

$$\gamma_0^{x^1} \leq m \quad (۲۱)$$

$$\gamma_0^{y^1} \leq s \quad (۲۲)$$

$$\gamma_0^{x^2} \leq \acute{m} \quad (۲۳)$$

$$\gamma_0^{y^2} \leq \acute{s} \quad (۲۴)$$

$$\delta_{ij}^{k}, \theta_{\acute{r}j}^{k}, u_r, v_i, \acute{u}_{\acute{r}}, \acute{v}_{i} > 0, \qquad all\ r, \acute{r}, i, \acute{\imath}, k, j \quad (۲۵)$$

$$z_{jk}, R_k, f_{rk}, \acute{f}_{\acute{r}k}, c_{ik}, \acute{c}_{ik}, p_{rjk}, \acute{p}_{\acute{r}jk}, q_{ijk}, \acute{q}_{ijk}, t_r, \acute{t}_{\acute{r}}, d_i, \acute{d}_{i} \geq 0 \quad (۲۶)$$

برای توسعه مدل با متغیرهای غیراختیاری از روش موری و بنکر استفاده کردیم. در ابتدا، مدل را به شکل عادی (بدون در نظر گرفتن غیراختیاری بودن متغیر نهاده) توسعه دادیم. این مدل دوسطحی توسط کوک و گرین بسط یافته و تشریح شده است. در مرحله بعد با مشخص کردن

این متغیرهای غیر اختیاری، آن‌ها را از تابع هدف کم می‌کنیم ($\sum_{i\in ND} \acute{v}_i x_{ip}^2$) و آن را از محدودیت اول (محدودیت مخرج برابر یک در مدل تحلیل پوششی داده‌ها) نیز حذف می‌کنیم[2]. در بقیه محدودیت‌ها هیچ تغییری ایجاد نمی‌کنیم. در مرحله بعد، متغیرهای استوارساز و همچنین محدودیت‌های مرتبط را برای استوارسازی متغیرها و ضرایب اضافه می‌کنیم.

۴- تجزیه‌وتحلیل نتایج

برای نشان دادن اهمیت متغیر اختیاری، مدل‌های معرفی‌شده در روش‌شناسی پژوهش بدون در نظر گرفتن متغیر غیراختیاری نیز اجرا شدند. همتای استوار این دو مدل دوسطحی (یکی با متغیر غیراختیاری و دیگری بودن متغیر غیراختیاری) توسط پژوهشگران تشکیل شد. برای مقادیر متفاوت رویکرد استوارسازی (E)، هر دو مدل اجرا شد تا مقادیر کارایی واحدهای تصمیم‌گیری به‌صورت قابل‌مقایسه و تحلیل درآید. رویکردهای متفاوت استوارسازی در اندازه‌های یک‌صدم (۰/۰۱)، پنج‌صدم (۰/۰۵)، یک‌دهم (۰/۱)، دو دهم (۰/۲)، سه‌دهم (۰/۳) و پنج‌دهم (۰/۵) اجرا شد. نتایج این دو مدل در جدول ۳ قابل‌مشاهده است. در ستون اول با عنوان «با» از متغیر غیراختیاری برای توسعه مدل استفاده شده است. در ستون دیگری با عنوان «بدون» از متغیر غیراختیاری استفاده نشده است. همچنین در ستون «تفاوت»، فاصله کارایی هر واحد تصمیم‌گیری در سطوح استواری برابر استخراج شده است.

به کمک جدول ۳، شناسایی بیشتر سطح تغییرات در کارایی واحدهای تصمیم‌گیری امکان‌پذیر است. به‌عبارت‌دیگر می‌توان از این جدول برای شناسایی حداکثر تغییرات در کارایی واحدها استفاده کرد. برای تفسیر این تغییرات نیز باید از متغیرهای غیراختیاری استفاده نمود. به‌عبارت‌دیگر، متغیرهای غیراختیاری باعث تغییر بیشینه در کارایی واحدهای تصمیم‌گیری شده‌اند. در جدول ۳، شش پارک علم‌وفناوری چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی، ایلام، البرز، کردستان و پارک علم‌وفناوری آذربایجان غربی به ترتیب بیشترین تعداد تکرار تأثیر از متغیرهای غیراختیاری را داشته‌اند. به‌عبارت‌دیگر، تغییرات کارایی با استفاده از متغیرهای غیراختیاری و اختیاری شناسایی‌شده است. ۱۰ درصد بیشترین تغییرات در مقدار

2. $\sum_{i\in ND} \acute{v}_i x_{ip}^2 + \sum_{i\in D} \acute{v}_i x_{ip}^2 = \sum_{i=1}^{\acute{m}} \acute{v}_i x_{ik}^2$

کارایی علامت‌گذاری شد. در مرحله بعد این تغییرات در تمامی سطوح استواری موردبررسی قرار گرفت و تعداد هرکدام از این تغییرات به‌عنوان یک واحد در نظر گرفته شد. ۲۰ درصد پارک‌های دارای حداکثر تغییرات شش پارک فوق بودند. در پاسخ به این سؤال که از کجا می‌توان اطمینان داشت که این تغییرات حاصل از حذف و اضافه شدن متغیرهای غیراختیاری است، به این نکته باید توجه کرد که تنها تغییر در این دو مدل وجود متغیرهای غیراختیاری (و متغیرهای استوارساز متغیرهای اختیاری) است. بنابراین، تمامی تغییرات را می‌توان به وجود یا عدم وجود این متغیرهای غیراختیاری وابسته نمود.

اما نکته مهم‌تر وضعیت تغییرات در وزن‌های واحدهای تصمیم‌گیری در مقایسه باهم است. جدول زیر نشان‌دهنده تغییرات وزن‌های متغیرها در حالت بهینه واحدهای تصمیم‌گیری در دو مدل اختیاری و غیراختیاری است. متغیرهای I۲، I3 و O1، O2 و O3 به ترتیب ورودی‌ها و خروجی‌های سطح یک (شرکت‌ها) و In1 تا In5 و همچنین Ou2 تا Ou5 ورودی و خروجی سطح دوم (پارک) هستند. همچنین In1 و In2 ورودی غیراختیاری هستند. در جدول ۴، خانه‌های خالی به معنای صفر مطلق و صفر با اعشار به معنای مقدار بسیار کوچک و قابل‌اغماض است. میزان وزن هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری نشان دهنده وابستگی این جواب بهینه به آن متغیر است. بنابراین با افزایش مقادیر وزن هر یک می‌توان ادعا کرد که این متغیر (و شاخص عملیاتی) در عملکرد واحد تصمیم‌گیری تأثیرگذارتر است. بر اساس نتایج استخراج‌شده از وزن‌های این دو مدل می‌توان به این نتیجه رسید که تغییرات در کارایی واحدهای تصمیم‌گیری سطح دوم (پارک‌های علم‌وفناوری) به متغیر طول عمر پارک که به‌عنوان نشانگر بلوغ پارک‌های انتخاب شده است، وابستگی بیشتری دارد؛ گرچه باید گفت میان دو متغیر اختیاری همبستگی بالایی وجود دارد و اجرای مدل با یک متغیر نیز که توسط پژوهشگر انجام شده است، نتایج نسبتاً مشابهی را ارائه می‌دهد. با توجه به وزن‌های بررسی‌شده، می‌توان دریافت که برای توسعه کارایی پارک علم‌وفناوری ایلام، چهارمحال‌وبختیاری و کردستان می‌توان بر توسعه بلوغ پارک تمرکز کرد؛ هرچند به علت همبستگی طول عمر

پارک و میزان توسعه اقتصادی منطقه، بلوغ پارک نیز به توسعه اقتصادی وابسته است.

همچنین پژوهشگران به تحلیل رگرسیون تغییرات وزن‌های متغیرهای پژوهش با متغیرهای غیراختیاری پرداختند. بر اساس این تحلیل تغییرات در وزن‌های متغیرهای مدل، میزان زیادی از واریانس هر دو متغیر غیراختیاری تبیین شد (۰/۹۶ ضریب همبستگی برای متغیر شرایط اقتصادی و ۰/۹۴ ضریب همبستگی برای متغیر طول عمر پارک). همچنین بالابودن آماره F در تحلیل رگرسیون (به ترتیب ۱۵/۸ و ۱۱/۵) به رد فرضیه صفر یا رد عدم وجود رابطه میان این تغییرات وزن این دو متغیر و متغیرهای دیگر است. این نتیجه به آن معناست که درصد بالایی از رگرسیون این داده‌ها (دو متغیر اقتصادی) به‌صورت غیرمستقیم از طریق دیگر متغیرهای پژوهش بر کارایی تأثیر گذاشته است. به‌عبارت‌دیگر، گرچه متغیرهای غیراختیاری شرایط اقتصادی و طول عمر پارک به‌صورت مستقیم در مدل اول وارد نشده‌اند، اثرات غیرمستقیم آن‌ها در مدل واردشده است و درصد بالایی از اثرات آن‌ها منتقل شده است.

درنهایت به بررسی روایی مدل نیز پرداختیم. برای ارزیابی روایی مدل‌های ساخته‌شده می‌توان از تحلیل رگرسیون استفاده کرد. هدف این مرحله به دست آوردن میزان انطباق میان نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها با نتایج حاصل از رگرسیون است. در بسیاری از موارد، به علت بی‌نظمی و بی‌قاعدگی موجود در داده‌ها، قدرت تشخیص تحلیل پوششی داده‌ها در کارایی واحدهای تصمیم‌گیری‌ها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، نیاز به سنجش قدرت تشریحی مجموعه شاخص استفاده‌شده در روش تحلیل پوششی داده‌ها احساس می‌شود. تجزیه‌وتحلیل رگرسیون خطی به‌عنوان یک ابزار آزمون در این‌گونه موارد پیشنهاد می‌شود. به‌منظور انجام آزمایش، رتبه‌های حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های نهایی انتخاب‌شده به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند [۱].

همچنین برای تبیین تأثیر متغیرهای غیراختیاری، سه مدل متفاوت (با تعداد متفاوت متغیر و متغیر غیراختیاری) تشکیل و اعتبارسنجی شده‌اند. سه مدل

ساخته‌شده در سطح استواری یک‌صدم و همچنین با صفر متغیر اختیاری (مدل یک)، یک متغیر اختیاری-شرایط اقتصادی منطقه (مدل دو) و دو متغیر اختیاری (مدل سوم) تشکیل‌شده‌اند. نتایج تحلیل رگرسیون رتبه متغیرها در جدول ۵ تشریح شده است.

جدول ۳ مقایسه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در سطوح متفاوت و با استفاده از متغیر غیراختیاری

مدل	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت	با	بی	تفاوت
سطح E	۰/۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۱	۰/۰۱		۰/۰۵	۰/۰۵		۰/۱۰	۰/۱۰		۰/۲۰	۰/۲۰		۰/۳۰	۰/۳۰		۰/۵۰	۰/۵۰				
Park01	۰/۹۵	۰/۹۳۳	۰/۰۲	۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۰۲	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۷
Park02	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۰۰	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۰۲	۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۰۲	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۷
Park03	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park04	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۰۰	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park05	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۰۰	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۰۲	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۸
Park06	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۰۳	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۰۴	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park07	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۰۰	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park08	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۰۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۰۰	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۱۰
Park09	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۰۰	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۰۳	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۵
Park12	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۰۰	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۸
Park13	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۰۱	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۰۴	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۶
Park14	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park15	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۰۰	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰
Park16	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۰۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۰۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰
Park17	۰/۹۹	۰/۹۷۹	۰/۰۱	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۰۲	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park18	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۰۱	۰/۶۳	۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۰۴	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۵
Park19	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۰۱	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۰۲	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۹
Park20	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۰۰	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۰۰	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۰۰	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park22	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۰۰	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۰۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park23	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۰۱	۰/۷۵	۰/۷۴	۰/۰۱	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park24	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park25	۰/۹۷	۰/۹۶۲	۰/۰۱	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۰۱	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۰۲	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹
Park26	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۷۴	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park27	۱/۰۰	۰/۹۸۳	۰/۰۲	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۰۲	۰/۷۵	۰/۷۲	۰/۰۲	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸
Park28	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۰۰	۰/۶۳	۰/۶۲	۰/۰۰	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰

Park29	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۰۰	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۰	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰
Park30	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۰۰	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۰	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰
Park32	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۰۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰
Park33	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۰۱	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰
Park34	۱/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۰۰	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۰۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰

جدول ۴ بررسی میزان تغییر وزن در دو مدل با و بدون متغیر غیراختیاری در سطح استواری پنج‌صدم (برای تسهیل بررسی، وزن‌ها در ۱۰۰ ضرب شده‌اند)

		I2	I3	O1	O2	O3	In1	In2	In3	In4	In5	Ou2	Ou3	Ou4	Ou5
		تعداد دانشجویان استان	گردش مالی	فروش	صادرات	(تعداد ایده‌های تبدیل‌شده به	متغیر غیر اختیاری (مکان پارک – سرانه GDP منطقه)	متغیر غیراختیاری (طول عمر پارک)	بودجه مصوب پارک	حمایت مالی پارک از واحدهای مستقر (بنا بر قرارداد)	اندازه پارک-مساحت پارک	تغییرات نیروی انسانی بر کل	لگاریتم تعداد کارکنان	تغییرات فروش	لگاریتم‌تغییرات صادرات
پارک علم‌وفناوری آذربایجان غربی	با غیراختیاری	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰,۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری آذربایجان غربی	بدون	۰/۰۲	۰/۰۴	۰,۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰,۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری آذربایجان غربی	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری البرز	با غیراختیاری	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۳۷	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری البرز	بدون	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری البرز	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۳۷	۰/۰۴	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری ایلام	با غیراختیاری	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری ایلام	بدون	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری ایلام	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۰	-۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری خراسان جنوبی	با غیراختیاری	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۸۹	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰,۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳
پارک علم‌وفناوری خراسان جنوبی	بدون	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۲۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳
پارک علم‌وفناوری خراسان جنوبی	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۲۸	۰/۸۹	۰/۰۹	-۰/۰۳	-۰/۰۴	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱
پارک چهارمحال و بختیاری	با غیراختیاری	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۷	۲/۳۵	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۰
پارک چهارمحال و بختیاری	بدون	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۶/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۰۰
پارک چهارمحال و بختیاری	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	-۳/۷۳	۰/۰۰	۰,۰۸	-۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰

پارک علم‌وفناوری کردستان	با غیراختیاری	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۲۹	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری کردستان	بدون	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۵۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۷/۷۸	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
پارک علم‌وفناوری کردستان	تفاوت وزن	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	-۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	-۷/۷۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

جدول ۵ مقایسه روایی سه مدل پیشنهادی پژوهشگران

مدل	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
تعداد متغیر	۱۲	۱۳	۱۴
تعداد متغیر غیراختیاری	۰	۱	۲
تعداد متغیر اختیاری	۱۲	۱۲	۱۲
ضریب همبستگی	۰/۸۳۹۲۶۲	۰/۸۴۷۶۱۴	۰/۸۷۰۹۰۹
ضریب تعیین	۰/۷۰۴۳۶۱	۰/۷۱۸۴۵	۰/۷۵۸۴۸۲
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۴۹۵۶۷۵	۰/۴۸۹۶۹	۰/۵۳۳۰۶۵
انحراف معیار	۶/۲۵۱۸۱۴	۶/۲۸۶۰۰۲	۶/۰۱۵۵۹۹
آماره فریدمن	۳/۳۷۵۲۱۷	۳/۱۴۰۶۳۲	۳/۳۶۴۸
سطح معنی داری آماره فریدمن	۰/۰۱۱۱۸۵	۰/۰۱۶۴۰۹	۰/۰۱۲۹۹۱

بر اساس نتایج جدول ۵ از تحلیل رگرسیون هر سه مدل در سطح خطای پنج‌صدم دارای اعتبار مناسب هستند.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش مدل ارزیابی عملکرد دوسطحی استوار پارک‌های علم‌وفناوری ایجاد شد. برای ایجاد مدل ابتدا در چند مرحله به شناسایی غربال متغیرها با استفاده ازنظر خبرگان و تعاریف موجود در مبانی نظری پرداخته شد. در چارچوب مدل ریاضی که منطبق بر مسئله دوسطحی پارک‌های علم‌وفناوری و همچنین شرکت‌های مستقر در آن انتخاب‌شده بود، با توجه به نیازهای خاص مسئله، از بسط بنکر و موری (متغیر غیراختیاری) استفاده شد. چارچوب مدل دوسطحی استوار برای ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری و شرکت‌های مستقر بسیار مناسب است. علت این برتری در نوع نهاد موردبررسی (پارک علم‌وفناوری) و همچنین ترکیب عملکرد شرکت‌ها مستقر و ستاد پارک علم‌وفناوری به‌عنوان نهاد تأثیرگذار بر عملکرد این شرکت‌ها است. بعلاوه به

علت ساختار و نحوه جمع‌آوری داده‌ها، پژوهشگر مجبور به استفاده از مدل‌های استوار شد. همچنین با استفاده از متغیر غیراختیاری با سطح بالاتری از شفافیت عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار گرفت (بالاتر رفتن سطح همبستگی در اعتبار سنجی) اعمال شد. بر اساس بررسی پژوهشگر، این مدل تنها مدل دوسطحی ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری است. همچنین این مدل به ارائه راهکاری جدید برای ارزیابی پارک‌های علم‌وفناوری با توجه به مختصات جغرافیایی-اقتصادی و همچنین میزان بلوغ این نهادها پرداخته که پژوهشگر مشابه آن را در مبانی نظری مشاهده نکرده است.

بر اساس این نتایج، سطح بالایی از واریانس متغیرهای غیراختیاری به‌صورت غیرمستقیم توسط بقیه متغیرهای مدل اعمال شده بود. با توجه به محدوده پژوهش، بررسی علل و همچنین متغیرهایی که به‌صورت غیرمستقیم در کارایی تأثیر داشته‌اند، امکان‌پذیر نشد. بررسی وجود دیگر علل و نحوه انتقال تأثیر عوامل مکنون تأثیرگذار بر عملکرد پارک‌های علم‌وفناوری هر دو متغیر غیراختیاری مهم‌ترین پیشنهاد پژوهشی این مقاله است.

۶- منابع

[1] Azar, a., et al., *Designing of working Groups Performance Evaluation Model: Multi level DEA Approach.* Organizational Resources Management Researchs, 2012. **2**(3): p. 1-22.

[2] McCarthy, I.P., et al., *A typology of university research park strategies: What parks do and why it matters.* Journal of Engineering and Technology Management, 2018. **47**: p. 110-122.

[3] Monck, C. and K. Peters, *science park as an instrument of regional competitiveness: measuring success and impact*, in *ISAP*. 2009.

[4] D. Banker, R. and R. C. Morey, *Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs*. Vol. 34. 1986. 513-521.

[5] Lindelöf, P. and H. Löfsten, *Science Park Location and New Technology-Based Firms in Sweden – Implications for Strategy and Performance.* Small Business Economics, 2003. **20**(3): p. 245-258.

[6] Lindelöf, P. and H. Löfsten, *Proximity as a Resource Base for Competitive Advantage: University–Industry Links for Technology Transfer.* The Journal of Technology Transfer, 2004. **29**(3): p. 311-326.

[7] Löfsten, H. and P .Lindelöf, *Science Parks and the growth of new technology-based firms—academic-industry links, innovation and markets.* Research policy, 2002. **31**(6): p. 859-876.

[8] Löfsten, H. and P. Lindelöf, *Determinants for an entrepreneurial milieu: Science Parks and business policy in growing firms.* Technovation, 2003. **23**(1): p. 51-64.

[9] Löfsten, H. and P. Lindelöf, *R&D networks and product innovation patterns—academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks.* Technovation, 2005. **25**(9): p. 1025.۱۰۳۷-

[10] Westhead, P. and D.J. Storey, *Links between higher education institutions and high technology firms.* Omega, 1995. **23**(4): p. 345-360.

[11] Siegel, D.S., P. Westhead, and M. Wright, *Assessing the impact of university science parks on research productivity: exploratory firm-level evidence from the United Kingdom.* International Journal of Industrial Organization, 2003. **21**(9): p. 1357-1369.

[12] Colombo, M.G. and M. Delmastro, *How effective are technology incubators?* Research Policy, 2002. **31**(7): p. 11.۱۱۲۲-۰۳

[13] EIB, *PLAN AND MANAGE A SCIENCE PARK IN THE MEDITERRANEAN GUIDEBOOK FOR DECISION MAKERS*. 2010, Europiean Investment Bank.

[14] Ringlever, J., *Assessment of Technology Parks: a University case*, in *ndustrial Engineering and Management*. 2012, Twente: Enschede, the Netherlands.

[15] Angulo-Guerrero, M.J., S. Pérez-Moreno, and I.M. Abad-Guerrero, *How economic freedom affects opportunity and necessity entrepreneurship in the OECD countries.* Journal of Business Research, 2017. **73**: p. 30-37.

[16] Dabrowska, J., *Measuring the success of science parks: performance monitoring and evaluation*, in *XXVIII IASP World Conference on Science and Technology Parks, 2011*. 2012, IASP.

[17] Liberati, D., M. Marinucci, and G.M. Tanzi, *Science and technology parks in Italy :main features and analysis of their effects on the firms hosted.* The Journal of Technology Transfer, 2016. **41**(4): p. 694-729.

[18] Mansour, A.M.H. and L. Kanso, *Science park implementation–A proposal for merging research and industry in developing Arab countries.* HBRC journal, 2018. **14**(3): p. 357-367.

[19] Cheba, K. and J. Hołub-Iwan, *How to measure the effectiveness of technology parks? The case of Poland*. 2014.

[20] Lin, C.-L. and G.-H. Tzeng, *A value-created system of science (technology) park by using DEMATEL*. Vol. 36. 2009. 9683-9697.

[21] Soenarso, W.S., D. Nugraha, and E. Listyaningrum, *Development of Science and Technology Park (STP) in Indonesia to Support Innovation-Based Regional Economy: Concept and Early Stage Development.* World Technopolis Review, 2013. **2**(1): p. 32-42.

[22] M'Chirgui, Z., et al., *University technology commercialization through new venture projects: an assessment of the French regional incubator program.* The Journal of Technology Transfer, 2016: p. 1-19.

[23] van Weele, M., F.J .van Rijnsoever, and F. Nauta, *You can't always get what you want: How entrepreneur's perceived resource needs affect the incubator's assertiveness.* Technovation, 2017. **59**: p. 18-33.

[24] Albahari, A., et al., *The influence of Science and Technology Park characteristics on firms' innovation results.* Papers in Regional Science, 2018. **97**(2): p. 253-279.

[25] Jarunee, W., *Technology auditing and risk management of technology incubators/science parks.* World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development, 2017. **13**(1): p. 44-56.

[26] Soenarso, W., D. Nugraha, and E. Listyaningrum, *Development of Science and Technology Park (STP) in Indonesia to Support Innovation-Based Regional Economy: Concept and Early Stage Development*. Vol. 2. 2013.

[27] Ramírez-Alesón, M. and M. Fernández-Olmos, *Unravelling the effects of Science Parks on the innovation performance of NTBFs.* The Journal of Technology Transfer, 2018. **43**(2): p. 482-505.

[28] Mian, S., W. Lamine, and A. Fayolle, *Technology Business Incubation :An overview of the state of knowledge.* Technovation, 2016. **50-51**(Supplement C): p. 1-12.

[29] Sun, C.C., *Evaluating and benchmarking productive performances of six industries in Taiwan Hsin Chu Industrial Science Park*. Vol. 38. 2011. 2195-2205.

[30] Van Dierdonck, R., K. Debackere, and B. Engelen, *University-industry relationships: How does the Belgian academic community feel about it?* Research Policy, 1990. **19**(6): p. 551-566.

[31] Monck, C., *Performance monitoring and evaluation*, in *UKSPA conference proceedings*. 2010

[32] Mansour, A.M.H. and L. Kanso, *Science park implementation – A proposal for merging research and industry in developing Arab countries.* HBRC Journal, 2017.

[33] Rubin, T.H., T.H. Aas, and A. Stead, *Knowledge flow in Technological Business Incubators: Evidence from Australia and Israel.* Technovation, 2015. **41-42**: p. 11-24.

[34] van Weele, M., F.J. van Rijnsoever, and F. Nauta, *You can't always get what you want: How entrepreneur's perceived resource needs affect the incubator's assertiveness* .Technovation, 2017. **59**(Supplement C): p. 18-33.

[35] Cook, W.D., et al., *Hierarchies and Groups in DEA.* Journal of Productivity Analysis, 1998. **10**(2): p. 177-198.

[36] Cook, W.D. and R.H. Green, *Evaluating power plant efficiency: a hierarchical model.* Computers & Operations Research, 2005. **32**(4): p. 813-823.

[37] Azizi, H., A. Amirteimoori, and S. Kordrostami, *Measurement of the worst practice of decision-making units: Incorporating both undesirable outputs and non-discretionary inputs into imprecise DEA.* Modern Research in Decision Making, 2018. **3**(2): p. 197-222.