

ارائه چارچوبی برای تعیین اولویتهای برنامه‌ریزی در پارک‌های علمی

با استفاده از روش دیماتل فازی؛ مطالعه موردی پارک علم و فناوری شیخ بهایی

علی اصغر سعدآبادی (نویسنده مسئول)
دانشگاه تهران، ایران
alisadabadi@ut.ac.ir

محمد مهدوی مزده
دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
mazdeh@iust.ac.ir

محمد ابراهیم صادقی
دانشگاه تهران، ایران
Sadeqi.m.e@ut.ac.ir

سعید میرزامحمدی
استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
mirzamohammadi@iust.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۳۰

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۳/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

پارک‌های علمی از ابزارهای شناخته شده در زمینه رشد و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان هستند. از همین روی، این نهادها در سال‌های اخیر مورد توجه سیاستگذاران علم و فناوری کشور قرار گرفته‌اند. مطالعه نحوه اثرگذاری این نهادها بر توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر کسب مزیت رقابتی توسط آنها موضوع این تحقیق بوده که پس از بررسی گسترده مطالعات موجود در این حوزه، عوامل کلیدی تأثیرگذار شناسایی شده و با استفاده از نظر خبرگان، متناسب با شرایط کشور اصلاح شده و در یک چارچوب مناسب قرار گرفته‌اند. این چارچوب شامل چهار بعد «منابع انسانی»، «تحقیق و توسعه و انتقال فناوری»، «تسهیلات» و «توسعه بازار» بوده و دارای دوازده زیرعامل می‌باشد. چارچوب پیشنهادی در پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان به کار گرفته شد و نتایج نشان داد که در این پارک باید توجه ویژه‌ای به بعد تسهیلات صورت پذیرد. این بعد بالاترین اهمیت را در میان ابعاد ۴ گانه دارا بود و به عنوان تنها بعد تأثیرگذار در پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان شناخته شد و سایر ابعاد مانند منابع انسانی، تحقیق و توسعه و انتقال فناوری و توسعه بازار تأثیرپذیر بودند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در این پارک، بیش از نیروی انسانی، فعالیت‌های دانشی و خدمات بازاریابی به تسهیلاتی همچون منابع مالی و زیرساخت‌های فیزیکی اولیه مورد نیاز وابسته است. استفاده از این چارچوب به منظور شناسایی ابعاد و عوامل تأثیرگذار در ایجاد مزیت رقابتی و تعیین اولویتهای عمل و برنامه‌ریزی برای سایر پارک‌های علمی کشور نیز پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی

توسعه بازار؛ پارک علم و فناوری؛ دیماتل فازی؛ تحقیق و توسعه.

مقدمه

پولیس^۲ در فرانسه اشاره نمود. از نمونه‌های آسیایی آن نیز می‌توان به تسوکوبا^۳ در ژاپن و دایدوک^۴ در کره جنوبی اشاره کرد. اکنون در بیش از ۶۵ کشور این پارک‌ها ایجاد شده‌اند. این پارک‌ها عمدتاً بر روی صنایع پیشرفته متمرکز هستند و به عنوان موتور توسعه صنایع پیشرفته شناخته می‌شوند. برای مثال، سیلیکون ولی^۵ موتور محرک توسعه صنایع اطلاعاتی و ارتباطی در ایالات متحده آمریکا بوده است و اکنون بیش از ۷۰۰۰ شرکت پیشرو در فناوری‌های برتر در آن مستقر هستند [۳]. این

پارک‌های علم و فناوری ابتدا در کشورهای غربی تأسیس شدند و پس از مشاهده اثرات مثبت آنها در توسعه علم و فناوری و نوسازی منطقه‌ای، مورد استفاده گسترده سایر کشورها قرار گرفتند. پارک‌های اولیه در آمریکا در بین سال‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی تأسیس شدند [۱] و [۲]. اولین پارک‌های علم و فناوری در اروپا در اواخر دهه‌ی ۶۰ شکل گرفتند که از آن جمله می‌توان به کمبریج و هریوت-وات^۱ در انگلیس و سوفیا آنتی

2. Sophia Antipolis
3. Tsukuba
4. Daedeok
5. Silicon valley

1. Heriot-Watt

جدول ۱- عوامل مؤثر در ایجاد مزیت رقابتی در پارک‌های علم و فناوری

سهم مناسبی از بازار داخلی [۷]	نیروی انسانی ماهر و تحصیل کرده در رشته‌های فنی [۶]
استفاده از حمایت‌های مالی (صندوق‌های تأمین مالی و سرمایه ریسک پذیر ... [۹ و ۱۰])	نیروی انسانی ماهر و تحصیل کرده در رشته‌های مدیریتی (مدیریت، بازرگانی، مالی، بازاریابی و ...) [۸]
دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در زمینه بازار [۱۲]	استفاده از آزمایشگاه‌های مرجع [۱۱]
دسترسی به تأمین کنندگان با کیفیت [۱۴]	برقراری ارتباط با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه [۱۳ و ۱۵]
وجود رقابت [۱۷ و ۱۸ و ۱۹]	همکاری با سایر شرکت‌های مشابه در پارک [۱۶ و ۱۵]
کیفیت تقاضای محلی [۲۱]	دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در زمینه فناوری [۲۰]
تقاضای محلی مورد انتظار در آینده [۲۳]	استفاده از معافیت‌های گمرکی، مالیاتی [۲۲]
وجود محیط مناسب برای سرمایه‌گذاری [۲۵]	توان صادراتی [۲۴]
وجود فرهنگ نوآوری و کارآفرینی [۲]	تامین زیرساخت‌های فیزیکی مورد نیاز [۲۶]

پارک علمی فناوری شیخ بهایی

استان اصفهان بنا بر ویژگی طبیعی و موقعیت منطقه‌ای آن به صورت یکی از بزرگترین قطبهای صنعتی کشور درآمد است و حضور اغلب صنایع ملی کشور در این منطقه، این استان را در ردیف دومین منطقه بزرگ صنعتی کشور در آورده است. شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان در سال ۱۳۷۲ با هدف هم سو کردن توان‌های علمی و فنی مراکز تحقیقاتی، دانشگاهی و صنعتی تأسیس گردیده است.

شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، پارک علم و فناوری شیخ بهایی را با هدف ایجاد زیر ساخت‌های لازم برای رشد و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان، در سال ۱۳۸۳ تأسیس نمود. این پارک در زمینی به وسعت ۳۶/۵ هکتار، در اراضی غربی دانشگاه صنعتی اصفهان شکل گرفته است. هم‌اکنون حدود ۹۰ شرکت و موسسه فناور در زمینه‌های مختلف نظیر فناوری نانو، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و ارتباطات، اتوماسیون و... در این پارک عضویت دارند که نزدیک به ۷۰ شرکت در پارک استقرار یافته‌اند. ارائه خدمات بازرگانی، تبلیغات و بازاریابی، ارائه انواع خدمات آموزشی و مشاوره‌ای از جمله در امور توسعه همکاری‌های بین‌الملل، حسابداری، بیمه، ثبت مالکیت معنوی و همکاری در تأمین منابع مالی و تسهیلات بانکی، از جمله خدماتی است که پارک علم و فناوری شیخ بهایی، درصدد عرضه آنها به شرکت‌های مستقر می‌باشد. همچنین می‌توان به وجود آزمایشگاه‌های متعدد نظیر آزمایشگاه مواد پیشرفته، عملیات حرارتی، آنالیز مواد، الکترونیک، اندازه‌گیری و آنالیز ارتعاشات صنعتی و کارگاه ساخت و تولید در این پارک اشاره کرد. پارک علم و فناوری شیخ

تجربه‌های موفق در آمریکا عامل مهمی در الگوبرداری از مدل پارک‌های علمی در سایر کشورها شد.

در ایران نیز طی سال‌های اخیر توجه بسیاری به توسعه فناوری‌های پیشرفته شده است که در نتیجه آن به پارک‌های علم و فناوری به منزله یکی از ابزارهای توسعه این فناوری‌ها توجه ویژه‌ای شده است. بنابراین بسیار مهم و ضروری است تا عوامل مهم و تأثیرگذار بر ظرفیت خلق مزیت رقابتی پارک‌های علم و فناوری در کشور شناسایی شده و از این طریق به ارتقای عملکرد و اثرگذاری آنها در توسعه کشور پرداخت.

یکی از مهم‌ترین اقداماتی که در راستای توسعه فعالیت پارک‌های علم و فناوری در کشور صورت گرفته است، تدوین احکام قانونی مربوط به این بخش در قانون برنامه چهارم توسعه بوده است. بر اساس ماده ۴۵ این قانون، دولت موظف به توسعه ساختارها و زیربنای لازم برای رشد فعالیت‌های دانایی‌محور در بخش دولتی و خصوصی، بویژه ایجاد و گسترش پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری است. همچنین طبق ماده ۴۷ این قانون، واحدهای پژوهشی و فناوری و مهندسی مستقر در پارک‌های علم و فناوری از مزایای قانونی مناطق آزاد در خصوص روابط کار، معافیت‌های مالیاتی و عوارض، سرمایه‌گذاری خارجی و مبادلات مالی بین‌المللی برخوردار هستند.

مرور ادبیات

طبق تعریف انجمن بین‌المللی پارک‌های علمی و مناطق نوآوری (IASP) یک پارک علمی سازمانی است که بوسیله متخصصین حرفه‌ای مدیریت می‌شود و هدف اصلی آن افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت‌های حاضر در پارک و مؤسسات متکی بر علم و دانش است. برای دستیابی به این هدف یک پارک علمی، جریان دانش و فناوری را در میان دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیق و توسعه، شرکت‌های خصوصی و بازار، به حرکت انداخته و مدیریت می‌کند و رشد شرکت‌های متکی بر نوآوری را از طریق مراکز رشد و فرآیندهای زایشی تسهیل می‌کند. پارک‌های علمی همچنین خدمات با ارزش افزوده بالای دیگری همراه با فضاهای کاری و تسهیلات با کیفیت بالا فراهم می‌نمایند [۴].

پارک‌های علمی از طریق این خدمات با ارزش افزوده بالا و سایر فعالیت‌های خود برای شرکت‌های مستقر، مزیت رقابتی ایجاد می‌نمایند و موجب پیشبرد اهداف آنها می‌شوند [۵].

شناسایی عوامل مؤثر بر ایجاد مزیت رقابتی در پارک‌های علم و فناوری، به طور گسترده در ادبیات موضوع مورد بررسی قرار گرفت. مجموعه‌ی عواملی که در سایر مطالعات شناسایی شده‌اند در جدول ۱ آورده شده‌اند.

روش دیماتل فازی

دیماتل (DEMATEL) یک روش جامع به منظور ایجاد و تجزیه تحلیل یک مدل ساختاری که شامل روابط علی میان عوامل پیچیده است، می‌باشد [۲۷]. به منظور ایجاد ساختاری که در آن بتوان از منطق فازی در این روش استفاده نمود در ادامه به توضیح این روش و منطق فازی می‌پردازیم؛

روش دیماتل

تکنیک دیماتل توسط برنامه علوم و بشر انستیتو بتل مموریال ژنو، بین سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ ایجاد شد و برای مطالعه و حل مسائل پیچیده و درهم تنیده مورد استفاده قرار گرفت [۲۸]. روش دیماتل مبتنی بر گراف‌های جهت‌داری (دیاگراف‌هایی) است که می‌تواند عوامل دخیل را به دو گروه علت و معلول تفکیک نماید [۲۷ و ۲۹ و ۳۰] کاربرد روش دیماتل بسیار گسترده است و در بسیاری از حوزه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است؛ حوزه‌های مختلفی مانند ارزیابی شایستگی‌های اصلی، تجزیه و تحلیل راه‌حل‌ها، برنامه‌ریزی صنعتی، تجزیه و تحلیل مسائل تصمیم‌گیری در سطح جهانی و ... [۳۱]. روش دیماتل را می‌توان به طور خلاصه در گام‌های زیر بیان نمود:

گام اول: محاسبه ماتریس متوسط

فرض کنید که می‌خواهیم در تحقیق خود نظرات H خبره را در رابطه با n عامل استخراج کنیم. از هر خبره می‌خواهیم تا نظر خود در رابطه با میزان تأثیری که عامل i بر عامل j می‌گذارد را بیان نماید. این مقایسات زوجی میان هر دو عامل که با a_{ij} نمایش داده می‌شود به صوت یک عدد صحیح از ۰ تا ۴ (۰ = بی‌تأثیر تا عدد ۴ = تأثیر بسیار زیاد) خواهد بود، می‌باشد. امتیازات داده شده توسط هر خبره یک ماتریس نامنفی $n \times n$ را به وجود خواهد آورد که آن را به صورت زیر نمایش می‌دهیم:

$$= [x_{ij}^k], \text{ with } 1 \leq k \leq H \quad (1)$$

بنابراین X^1, X^2, \dots, X^H ماتریس‌های پاسخ هر یک از H خبره هستند و هر عنصر ماتریس X^k عدد صحیحی است که به صورت x_{ij}^k نمایش داده می‌شود. مقادیر روی قطر ماتریس پاسخ هر خبره X^k برابر صفر خواهد بود. در نهایت می‌توانیم مقدار ماتریس متوسط A را برای نظرات همه‌ی خبرگان با محاسبه میانگین از امتیازات داده شده توسط فرمول زیر محاسبه نماییم:

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad (2)$$

بهایی در راستای افزایش ارتباطات بین‌المللی خود، در انجمن بین‌المللی پارک‌های علمی و مناطق نوآوری (IASP)، انجمن پارک‌های علمی آسیا (ASPA) و انجمن شهرهای فناوری (WTA) نیز عضویت دارد و اولین مرکز منطقه‌ای توسعه مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری (IRIS) را زیر نظر یونسکو راه‌اندازی نموده است.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر پیمایشی و از نوع مطالعه موردی است. از آنجاییکه عوامل احصا شده در ادبیات موضوع، بیشتر متناسب با شرایط کشورهای توسعه یافته می‌باشد و ممکن است با شرایط کشور ما همخوانی نداشته باشند، لذا به منظور تعیین عوامل مهم و تأثیرگذار بر توان خلق مزیت رقابتی در پارک‌های علمی ایران پرسشنامه‌ای شامل ۱۸ عامل شناسایی شده تهیه گردید. این پرسشنامه برای تعدادی از خبرگان در حوزه سیاستگذاری علم و فناوری از جمله تعدادی از کارشناسان و مدیران معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری، شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران، اندیشگاه توسعه منطقه‌ای فناوران و تعدادی از صاحب‌نظران فعال در مدیریت پارک‌های علمی کشور و تعدادی از شرکت‌های مستقر در این پارک‌ها، ارسال گردید.

در پرسشنامه از طیف لیکرت ۵ سطحی (۱ = بی‌اهمیت، ۲ = کم اهمیت، ۳ = معمولی، ۴ = مهم، ۵ = خیلی مهم) استفاده شد. با توجه به نتایج حاصل از ۳۲ پرسشنامه‌ای که به دست ما رسید عوامل ۱۲ گانه جدول ۱-۲ به عنوان عوامل تأثیرگذار در ایجاد مزیت رقابتی توسط پارک‌های علم و فناوری در ایران شناخته شدند. سپس این عوامل با استفاده از نظر خبرگان در ۴ دسته کلی تر تحت عنوان ابعاد تأثیرگذار بر ظرفیت خلق مزیت رقابتی پارک‌های علم و فناوری قرار داده شدند که عبارتند از: نیروی انسانی، تحقیق و توسعه و انتقال فناوری، تسهیلات و توسعه بازار.

جدول ۲- ابعاد موثر بر ظرفیت ایجاد مزیت رقابتی پارک‌های علم و فناوری به

همراه زیرعوامل آن

H1: نیروی انسانی ماهر و تحصیل کرده در رشته‌های فنی	نیروی انسانی
H2: نیروی انسانی ماهر و تحصیل کرده در رشته‌های مدیریتی (مدیریت، بازرگانی، مالی، بازاریابی و ...)	
R1: دسترسی به آزمایشگاه‌های مرجع	تحقیق و توسعه و انتقال فناوری
R2: ارتباط با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیق و توسعه	
R3: همکاری با سایر شرکت‌های مشابه	
R4: دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در زمینه فناوری	
F1: استفاده از معافیت‌های گمرکی، مالیاتی	تسهیلات
F2: استفاده از حمایت‌های مالی (صندوقهای تأمین مالی و ...)	
F3: تأمین زیرساخت‌های فیزیکی مورد نیاز	
M1: سهم مناسبی از بازار داخلی	توسعه بازار
M2: توان صادراتی	
M3: دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در زمینه بازار	

$$= \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{n \times 1} \quad \mathbf{r} = [r_i]_{n \times 1} \quad (8)$$

$$= \left(\sum_{i=1}^n t_{ij} \right)'_{1 \times n} \quad \mathbf{c} = [c_j]_{1 \times n} \quad (9)$$

r_i برابر مجموع آمین ردیف از ماتریس رابطه کل T می‌باشد. بنابراین r_i نشان‌دهنده تأثیر کل عامل i می‌باشد که بر سایر عوامل اعمال شده است. این تأثیر شامل تأثیر مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد. c_j برابر مجموع زمین ستون از ماتریس رابطه کل T می‌باشد. بنابراین c_j نشان‌دهنده تأثیر کلی می‌باشد که عامل j از سایر عوامل دریافت کرده است. این تأثیر شامل تأثیر مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. بنابراین هنگامی که $i = j$ باشد آنگاه $(r_i + c_i)$ برابر تأثیر کل اعمال شده و دریافت شده توسط عامل i می‌باشد. به بیان دیگر $(r_i + c_i)$ نشان‌دهنده درجه اهمیت عامل i در سیستم می‌باشد. همچنین $(r_i - c_i)$ نشان‌دهنده تأثیر خالصی است که عامل i در کل سیستم اعمال می‌کند. هنگامی که $(r_i - c_i)$ مقداری مثبت باشد به معنای آنست که عامل i در کل یک عامل تأثیرگذار در سیستم می‌باشد و هنگامی که $(r_i - c_i)$ مقداری منفی باشد به این معناست که عامل i در کل یک عامل تأثیرپذیر در سیستم می‌باشد [۲۸].

گام چهارم: تعیین مقدار آستانه‌ای و به دست آوردن نقشه تأثیر-رابطه
در بسیاری از تحقیقات به منظور نشان دادن رابطه ساختاری میان عوامل، در عین حفظ پیچیدگی سیستم در حد قابل کنترل، نیاز است که مقدار آستانه‌ای p را به گونه‌ای تعیین نماییم که تنها تأثیرات قابل چشم‌پوشی در ماتریس T را فیلتر نماید. تنها تأثیراتی در ماتریس T که بزرگتر از مقدار آستانه‌ای می‌باشند بایستی انتخاب شده و در نمودار نقشه تأثیر-رابطه (IRM) یا روابط علی نمایش داده شوند. معمولاً این مقدار آستانه‌ای توسط خبرگان تعیین می‌شود.

منطق فازی

در جهان واقعی، بسیاری از تصمیمات دارای عدم دقت می‌باشند چراکه اهداف، محدودیت‌ها و اقدامات ممکن به صورت دقیق شناخته شده نیستند [۳۲]. هنگامی که تصمیم‌گیری در یک محیط فازی صورت می‌پذیرد، نتایج تصمیم‌گیری به شدت تحت تأثیر قضاوت‌های شخصی می‌باشد که مبهم و غیردقیق هستند. منابع بی‌دقتی عبارتند از: اطلاعات غیرقابل کمی شدن، اطلاعات ناقص، اطلاعات غیرقابل حصول و بی‌اطلاعی بخشی [۳۳]. مجموعه‌های فازی برای اولین بار توسط زاده در سال ۱۹۶۵ معرفی شد. این نظریه یک ابزار ریاضیاتی جدید برای کار با عدم قطعیت اطلاعات فراهم نمود. از آن زمان تا کنون این نظریه به خوبی توانسته است توسعه یابد و کاربردهای موفق واقعی بسیاری پیدا کند [۳۴]. بر اساس گفته زاده^۱ (۱۹۷۵) کمی کردن به شیوه مرسوم، در بیان منطقی

همچنین به ماتریس متوسط $A = [a_{ij}]$ ، ماتریس رابطه مستقیم اولیه نیز گفته می‌شود. A نشان‌دهنده تأثیر مستقیم اولیه‌ای است که بر سایر عوامل اعمال و یا از آنها دریافت می‌شود.

گام دوم: محاسبه ماتریس رابطه مستقیم اولیه نرمال شده:

ماتریس رابطه مستقیم اولیه نرمال شده D از طریق نرمال کردن ماتریس متوسط A به صورت زیر به دست می‌آید:

$$s = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad (3)$$

$$D = \frac{A}{s} \quad (4)$$

باید توجه داشت که مجموع هر ردیف از ماتریس A مانند I نشان‌دهنده تأثیر مستقیم کل فاکتور i است که بر سایر عوامل اعمال می‌شود، بنابراین $\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$ نشان‌دهنده تأثیر مستقیم کل عامل با بیشترین تأثیر مستقیم بر سایر عوامل است. به همین شکل مجموع هر ستون از ماتریس A مانند I نشان‌دهنده تأثیر مستقیم کل دریافت شده توسط عامل i از سایر عوامل می‌باشد که $\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n a_{ij}$ نشان‌دهنده بیشترین تأثیر مستقیم کل دریافت شده توسط عامل از سایر عوامل می‌باشد. ماتریس D از طریق تقسیم هر عنصر ماتریس A بر مقدار s به دست می‌آید. هر عنصر d_{ij} ماتریس D میان ۰ تا ۱ می‌باشد.

گام سوم: محاسبه ماتریس رابطه کل

کاهش پیوسته اثر غیرمستقیم مسائل در توان‌های بالاتر ماتریس D مانند D^2 ، D^3 ، ...، D^∞ همگرایی جواب‌ها برای ماتریس معکوس را تضمین می‌نماید. باید توجه داشت که:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} D^m = [0]_{n \times n} \quad (5)$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} (I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^m) = (I - D)^{-1} \quad (6)$$

همچنین «۰» یک ماتریس تهی $n \times n$ و I یک ماتریس واحد $n \times n$ می‌باشد. ماتریس رابطه کل T یک ماتریس $n \times n$ خواهد بود که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T = [t_{ij}] \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$T = D + D^2 + \dots + D^m = D(I + D + D^2 + \dots + D^{m-1}) = D(I - D)^{-1}, \text{ as } m \rightarrow \infty \quad (7)$$

همچنین r و c را به صورت یک ماتریس $n \times 1$ تعریف می‌نماییم که نمایانگر مجموع ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس رابطه کل خواهد بود:

به منظور استفاده از منطق فازی در روش دیماتل باید در گام نخست این روش که در آن نظرات خبرگان در رابطه با میزان تأثیر عوامل بر یکدیگر احصا می‌شوند از خبرگان درخواست نمود تا بر اساس متغیرهای زبانی تعریف شده پاسخ دهند. برای غلبه کردن بر ابهامات ارزیابی‌های انسانی، از متغیر زبانی «تأثیر» با استفاده از پنج عبارت: خیلی زیاد، زیاد، کم، خیلی کم و بی‌تأثیر که به صورت اعداد فازی مثلثی مثبت (l_{ij}, m_{ij}, r_{ij}) بیان می‌شوند [۴۲] پس از اخذ نظرات خبرگان، با استفاده از میانگین‌گیری فازی، ماتریس متوسط فازی را محاسبه می‌نماییم. سپس با استفاده از روابط موجود برای تبدیل مقادیر فازی به اعداد غیرفازی ماتریس مقادیر متوسط نهایی به دست می‌آید. ادامه روند همانند آنچه که پیشتر توضیح داده شد می‌باشد [۴۳].

جدول ۳- مقیاس زبانی فازی

عبارت‌های زبانی	اعداد فازی مثلثی
(۰.۷۵, ۱, ۰.۷۵)	تأثیر خیلی زیاد
(۰.۵, ۰.۷۵, ۱)	تأثیر زیاد
(۰.۲۵, ۰.۵, ۰.۷۵)	تأثیر کم
(۰, ۰.۲۵, ۰.۵)	تأثیر خیلی کم
(۰, ۰, ۰.۲۵)	بی‌تأثیر

بنابراین اگر p پاسخ دهنده داشته باشیم به تعداد پاسخ‌دهندگان، ماتریس‌های فازی $\tilde{z}^1, \tilde{z}^2, \dots, \tilde{z}^p$ خواهیم داشت. در نتیجه ماتریس میانگین فازی با استفاده از رابطه ۰ محاسبه می‌شود:

$$\tilde{z} = (\tilde{z}^1 + \tilde{z}^2 + \dots + \tilde{z}^p) / p \quad (11)$$

به منظور فازی‌زدایی کردن مقادیر، از روش CFCS^f استفاده می‌شود. روش CFCS بر اساس محاسبه مقادیر راست و چپ با استفاده از مینیمم و ماکسیمم فازی می‌باشد. در این روش مقدار نهایی به عنوان یک متوسط وزنی مطابق با تابع عضویت تعریف می‌شود [۴۴]. اگر (l_{ij}, m_{ij}, r_{ij}) نشان‌دهنده میزان تأثیر معیار i بر روی معیار j در ماتریس فازی رابطه مستقیم اولیه باشد؛ آنگاه روش CFCS را می‌توان در مراحل زیر خلاصه نمود:

گام نخست نرمال‌سازی می‌باشد:

$$xl_{ij} = (l_{ij} - \min l_{ij}) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (12)$$

$$xm_{ij} = (m_{ij} - \min l_{ij}) / \Delta_{\min}^{\max} \quad \Delta_{\min}^{\max} = \max r_{ij} - \min l_{ij}$$

$$xr_{ij} = (r_{ij} - \min l_{ij}) / \Delta_{\min}^{\max}$$

در گام دوم به محاسبه مقادیر سمت راست و سمت چپ می‌پردازیم:

$$xls_{ij} = xm_{ij} / (1 + xm_{ij} - xl_{ij}) \quad (13)$$

$$xrs_{ij} = xr_{ij} / (1 + xr_{ij} - xm_{ij})$$

در گام سوم به محاسبه مقدار قطعی نرمال شده کل می‌پردازیم:

موقعیت‌های بسیار پیچیده، بسیار سخت است [۳۵]. بنابراین استفاده از متغیرهای زبانی در چنین موقعیت‌هایی بسیار ضروری است. در تعامل با ابهام افکار و بیان انسانی، نظریه مجموعه فازی بسیار راهگشا می‌باشد. به خصوص، هنگام کار با نارسایی‌های موجود در فرایند تخمین‌های زبانی، تبدیل عبارات زبانی به اعداد فازی بسیار مفید می‌باشد. یک متغیر زبانی، متغیر است که مقدار آن دارای شکل یک عبارت یا جمله در زبان طبیعی می‌باشد [۳۶]. متغیرهای زبانی در کار با موقعیت‌هایی که با عبارات کمی شرح داده می‌شوند نیز بسیار مفید می‌باشند [۳۷]. چرا که متغیرهای زبانی، متغیرهایی هستند که مقدار آنها اعداد نیست بلکه عبارات زبانی می‌باشند [۳۵]. روش عبارات زبانی یک روش مرسوم برای تصمیم‌گیران در بیان نظراتشان می‌باشد [۳۸]. در عمل، مقادیر زبانی می‌توانند با استفاده از اعداد فازی نشان داده شوند، که اعداد فازی مثلثی مرسوم‌ترین آنها می‌باشند.

عدد فازی مثلثی

اعداد فازی زیر مجموعه‌ای از اعداد حقیقی هستند که در واقع از ایده فاصله اطمینان^۱ بسط یافته‌اند. بر اساس تعریف، عدد فازی A روی R یک عدد فازی مثلثی^۲ (TFN) است هرگاه تابع عضویت $\mu_A(x): R \rightarrow [0,1]$ بصورت زیر باشد که L و U به ترتیب حد پایین و بالای عدد فازی \tilde{A} می‌باشند.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x-L)/(M-L), & L \leq x \leq M \\ (U-x)/(U-M) & M \leq x \leq U \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

کاربرد منطق فازی در روش دیماتل

یکی از مسائل در استفاده از روش دیماتل به دست آوردن اندازه تأثیر مستقیم میان هر دو عامل می‌باشد. اندازه این امتیازات همواره با استفاده از پیمایش خبرگان به دست می‌آید؛ اما در بسیاری از موارد قضاوت افراد در تصمیم‌گیری غیر واضح می‌باشد و اندازه‌گیری آنها با استفاده از مقادیر عددی دقیق میسر نمی‌باشد؛ بنابراین استفاده از منطق فازی در کار کردن با مسائلی که از مشخصه‌هایشان ابهام و عدم دقت می‌باشد، ضروری می‌باشد [۳۹ و ۴۰]. از این رو، نیاز به توسعه روش دیماتل با استفاده از منطق فازی به منظور تصمیم‌گیری بهتر در محیط فازی احساس می‌شود. برای اولین بار روش دیماتل به منظور استفاده در مسائل تصمیم‌گیری گروهی در محیط فازی توسط لین و وو^۳ (۲۰۰۴) توسعه داده شد [۴۱]. سپس روش دیماتل فازی توسط وو و لی (۲۰۰۷) برای تحقیق در مسائل با عوامل به هم وابسته پیچیده و پژوهش در محیط‌های دارای عدم قطعیت، توسعه داده شد [۲۷].

پرسشنامه از شرکت‌ها خواسته شد تا میزان تأثیر هر یک از ابعاد و عوامل بر دیگران در قالب متغیرهای زبانی بیان شود. از مجموع پرسشنامه‌های ارسال شده به ۷۰ شرکت پارک علم و فناوری شیخ بهایی، تعداد پرسشنامه‌هایی که به دست ما رسید ۴۸ عدد بود. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها در پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان و تبدیل عبارات متغیرهای زبانی موجود در آن به اعداد فازی مثلثی با استفاده از مقیاس گفته شده در جدول ۳ طبق رابطه ۲ به محاسبه ماتریس میانگین فازی پرداخته شد. این ماتریس در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- ماتریس میانگین فازی مربوط به پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

بعد تأثیرگذار	بعد تأثیرپذیر	تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	تسهیلات	توسعه بازار	نیروی انسانی
نیروی انسانی	(۰.۴۰۶, ۰.۶۴۶, ۰.۸۳۵)	(۰.۱۴۶, ۰.۳۳۳, ۰.۵۷۳)	(۰.۲۸۱, ۰.۴۹۰, ۰.۷۰۸)	(۰, ۰, ۰)	(۰, ۰, ۰)
تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	(۰, ۰, ۰)	(۰.۴۱۱, ۰.۶۵۶, ۰.۸۶۵)	(۰.۳۷۰, ۰.۶۰۴, ۰.۸۴۴)	(۰.۲۶۰, ۰.۴۹۵, ۰.۷۳۴)	(۰, ۰, ۰)
تسهیلات	(۰.۴۱۷, ۰.۶۶۷, ۰.۸۶۵)	(۰, ۰, ۰)	(۰.۵۵۷, ۰.۸۰۷, ۰.۹۴۸)	(۰.۴۷۴, ۰.۷۰۸, ۰.۸۶۵)	(۰, ۰, ۰)
توسعه بازار	(۰.۴۰۱, ۰.۶۴۶, ۰.۸۸۵)	(۰.۴۹۳, ۰.۶۹۳, ۰.۸۸۵)	(۰, ۰, ۰)	(۰.۱۶۱, ۰.۳۷۰, ۰.۶۲۰)	(۰, ۰, ۰)

سپس با استفاده از رابطه ۷ ماتریس رابطه کل محاسبه شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار متلب، انجام گرفت. نتایج در جدول ۷ قابل مشاهده می‌باشند:

جدول ۷- ماتریس رابطه کل برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

بعد تأثیرگذار	نیروی انسانی	تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	تسهیلات	توسعه بازار
نیروی انسانی	۰.۸۳۹۳	۱.۲۱۹۰	۱.۰۵۱۳	۱.۱۶۰۴
تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	۱.۱۶۵۳	۱.۱۴۵۴	۱.۲۸۰۷	۱.۳۵۰۰
تسهیلات	۱.۳۷۱۰	۱.۵۵۹۱	۱.۲۰۹۷	۱.۵۷۳۸
توسعه بازار	۱.۱۲۹۰	۱.۳۷۰۳	۱.۲۹۰۳	۱.۱۲۵۷

با استفاده از این ماتریس و با استفاده از روابط ۸ و ۹ مقادیر I_i و C_j محاسبه شدند. مقادیر I_i ، C_j و $(I_i + C_j)$ و $(I_i - C_j)$ در جدول ۸ آورده شده‌اند:

جدول ۸- مقادیر مختلف تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ابعاد برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

ابعاد تأثیرگذار	I_i	C_j	$(I_i + C_j)$	$(I_i - C_j)$
نیروی انسانی	۴.۲۷	۴.۵۰۴۶	۸.۷۷۴۶	-۰.۲۳۴۶
تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	۴.۹۴۱۴	۵.۲۹۳۸	۱۰.۲۳۵۲	-۰.۳۵۲۴
تسهیلات	۵.۷۱۳۶	۴.۸۳۲	۱۰.۵۴۵۶	۰.۸۸۱۶
توسعه بازار	۴.۹۱۵۳	۵.۲۰۹۹	۱۰.۱۲۵۲	-۰.۲۹۴۶

برای تعیین روابط علی میان عوامل، این مراحل برای عوامل هر یک از ابعاد نیز انجام می‌شود. با استفاده از این نتایج می‌توانیم نمودار روابط علی میان ابعاد و عوامل را ترسیم نماییم که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. با

$$x_{ij} = [x_{ls_{ij}}(1 - x_{ls_{ij}}) + x_{rs_{ij}}x_{rs_{ij}}] / [1 - x_{ls_{ij}} + x_{rs_{ij}}] \quad (۱۴)$$

و در گام آخر به محاسبه مقدار قطعی نهایی می‌پردازیم:

$$z_{ij} = \min l_{ij} + x_{ij} \Delta_{\min}^{\max} \quad (۱۵)$$

بمٹ و بررسی

به منظور تعیین ابعاد و عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر و تعیین اولویت‌های عمل و برنامه‌ریزی در پارک علم و فناوری شیخ بهایی پرسشنامه‌ای برای شرکت‌های مستقر در این پارک فرستاده شد. در این

با استفاده از روش CFCS مقادیر موجود در این جدول را دیفازی نمودیم. نتیجه، ماتریس رابطه مستقیم اولیه است که در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- ماتریس رابطه مستقیم اولیه مربوط به پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

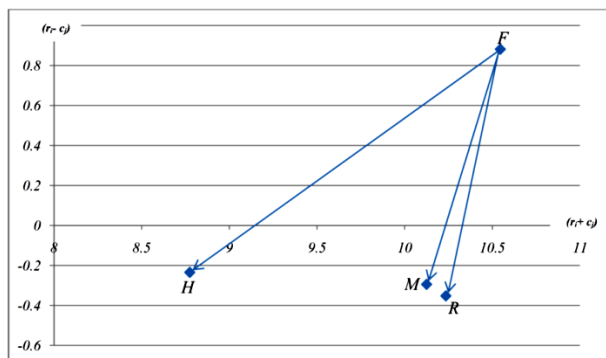
بعد تأثیرگذار	نیروی انسانی	تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	تسهیلات	توسعه بازار	مجموع
نیروی انسانی	۰	۰.۶۶۲	۰.۳۷۱	۰.۵۱۸	۱.۵۵۱
تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	۰.۵۲۱	۰	۰.۶۷۳	۰.۶۲۹	۱.۸۲۳
تسهیلات	۰.۷۲۲	۰.۶۸۲	۰	۰.۸۱۹	۲.۲۲۳
توسعه بازار	۰.۴۰۶	۰.۶۶۷	۰.۷۱۸	۰	۱.۷۹۱
مجموع	۱.۶۴۹	۲.۰۱۱	۱.۷۶۲	۱.۹۶۶	

طبق رابطه ۳ مقدار $S = ۲.۲۲۳$ خواهد بود. با استفاده از رابطه ۴ ماتریس تأثیر مستقیم اولیه نرمال شده محاسبه شد. این ماتریس در جدول ۶ نشان داده شده است:

جدول ۶- ماتریس تأثیر مستقیم اولیه نرمال شده مربوط به پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

بعد تأثیرگذار	نیروی انسانی	تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	تسهیلات	توسعه بازار
نیروی انسانی	۰	۰.۲۹۸	۰.۱۶۷	۰.۲۳۳
تحقیق و توسعه و انتقال فناوری	۰.۲۳۴	۰	۰.۳۰۳	۰.۲۸۳
تسهیلات	۰.۳۲۵	۰.۳۰۷	۰	۰.۳۶۸
توسعه بازار	۰.۱۸۳	۰.۳۰۰	۰.۳۲۳	۰

عوامل مهم تأثیرگذار بر گسترش ذخیره دانشی شرکت‌ها تمرکز شده است؛ مواردی مانند برقراری ارتباط با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، دسترسی به آزمایشگاه‌های مرجع، همکاری با شرکت‌های مشابه و دسترسی به منابع دانش فنی. بعد تسهیلات به امکانات ویژه در نظر گرفته شده برای شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک‌ها دارد. بعد توسعه بازار نیز علاوه بر مباحث مربوط به بازار داخل و صادرات محصولات به خارج از کشور به خدمات مرتبط با بازاریابی نیز می‌پردازد. در بیشتر تحقیقات مربوط به تعیین اولویت‌های برنامه‌ریزی معمولاً با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه مانند فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و... تنها به رتبه‌بندی عوامل بسنده می‌گردد، اما در این تحقیق با استفاده از رویکرد دیماتل فازی، روابط موجود میان عوامل نیز در نظر گرفته شده و اولویت کاری پیشنهاد شده یک تقدم علی را نیز شامل می‌شود. بدین معنی که تنها اهمیت یک عامل شناسایی نشده است بلکه تأثیر آن عامل در ارتقای سایر عوامل نیز مدنظر قرار گرفته است. چارچوب پیشنهادی در پارک علم و فناوری شهی اصفهان به کارگرفته شد و نتایج نشان داد که در این پارک باید توجه ویژه‌ای به بعد تسهیلات صورت پذیرد. این بعد بالاترین اهمیت را در میان ابعاد ۴ گانه دارا بود و به منزله تنها بعد تأثیرگذار در پارک علم و فناوری شهی اصفهان شناخته شد و سایر ابعاد مانند منابع انسانی، تحقیق و توسعه و انتقال فناوری و توسعه بازار تأثیرپذیر بودند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری شهی اصفهان بیش از نیروی انسانی، فعالیتهای دانشی و خدمات بازاریابی به تسهیلاتی همچون منابع مالی و زیرساخت‌های فیزیکی اولیه مورد نیاز وابسته هستند. به عبارت دیگر، محدودیت این شرکت‌ها در تأمین منابع مالی و زیرساخت‌های اولیه، دستیابی به سایر مزیت‌های رقابتی ممکن برای شرکت‌ها را نیز تحت‌الشعاع قرار داده است. استفاده از این چارچوب به منظور شناسایی ابعاد و عوامل تأثیرگذار در ایجاد مزیت رقابتی و تعیین اولویت‌های عمل و برنامه‌ریزی برای سایر پارک‌های علمی کشور نیز پیشنهاد می‌شود.



شکل ۱- نقشه روابط تأثیرات ابعاد و عوامل برای پارک علم و فناوری شهی اصفهان

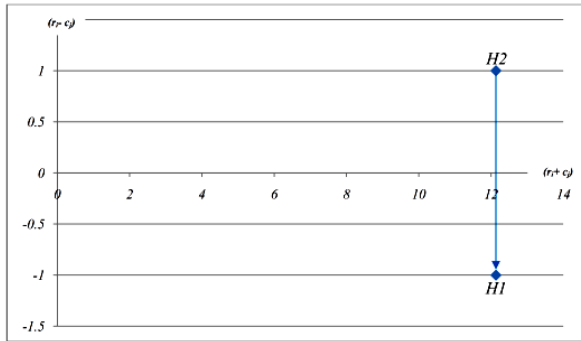
توجه به روش تحلیل دیماتل فازی نتایج زیر برای پارک علم و فناوری شهی بهایی به دست آمد:

در پارک علم و فناوری شهی اصفهان، بعد تسهیلات بیشترین درجه تأثیر را دارا بوده است و پس از آن بعد تحقیق و توسعه و انتقال فناوری در جایگاه دوم قرار دارد. بعد نیروی انسانی دارای کمترین میزان تأثیر کلی در میان ابعاد چهارگانه است. بعد تسهیلات به منزله تنها عامل تأثیرگذار در میان ابعاد چهارگانه شناخته شده است. سه بعد نیروی انسانی، تحقیق و توسعه و انتقال فناوری و توسعه بازار هر سه به عنوان ابعاد تأثیرپذیر شناسایی شده‌اند.

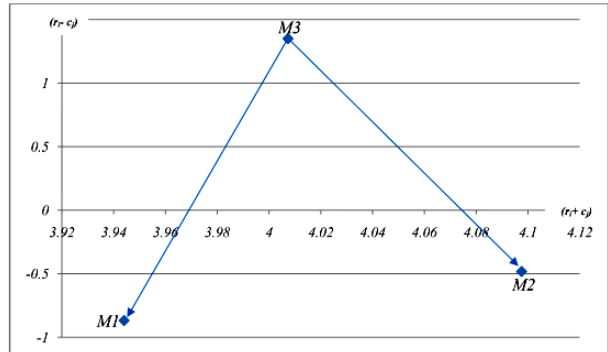
همانطور که مشاهده می‌شود بعد تسهیلات در پارک علم و فناوری شهی بهایی اصفهان به عنوان عامل تأثیرگذار شناخته شده است؛ به این معنی که اگر این بعد ارتقا یابد سایر ابعاد نیز در این پارک بهبود خواهند یافت و در نتیجه شرکت‌های مستقر در پارک در کسب مزیت رقابتی موفق‌تر خواهند بود.

نتیجه‌گیری

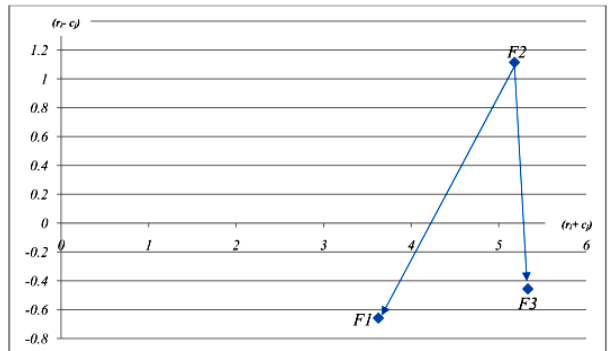
پارک‌های علم و فناوری توانسته‌اند نقش مهمی در توسعه صنایع پیشرفته و نوسازی منطقه‌ای ایفا نمایند. بنابراین ارزیابی پارک‌های علم و فناوری در سطوح مختلف از مسائل بسیار مهم و مورد نیاز کشور است. این ارزیابی می‌تواند در سطوح مختلفی صورت پذیرد. برای مثال در سطح ملی دولت می‌تواند مقایسه‌ای میان همه پارک‌ها داشته باشد و با رتبه‌بندی آنها رقابت را میان آنها افزایش دهد. از سوی دیگر نیز با شناسایی تجربیات موفق و استفاده از مکانیزم‌های انتشار دانش این تجربیات موفق را در کشور گسترش دهد. در سطح پارک‌های علم و فناوری نیز این ارزیابی‌ها ارزش بسیار بالایی داشته و می‌توانند در ارتقای عملکرد پارک‌ها نقش بسیار مهمی داشته باشد. به منظور انجام ارزیابی در سطح پارک بایستی عوامل مؤثر شناسایی گردند. عوامل زیادی بر عملکرد پارک‌های علم و فناوری و در نتیجه موفقیت فعالیت‌های شرکت‌های مستقر در آنها تأثیر می‌گذارند. میزان تأثیر این عوامل با توجه به شرایط عمومی موجود در کشورها و مناطق گوناگون متفاوت است. در این تحقیق، با بررسی گسترده‌ی ادبیات موضوع تلاش شد تا مهمترین عوامل تأثیرگذار بر ایجاد مزیت رقابتی توسط پارک‌های علم و فناوری برای شرکت‌های مستقر در آنها شناسایی شوند. با توجه به طیف گسترده‌ای از خدماتی که توسط پارک‌های علم و فناوری در کشور ارائه می‌شود و با توجه به شرایط کشور، عوامل شناسایی شده در ادبیات موضوع با ویژگی‌های پارک‌های علمی ایران تطبیق داده شد. با استفاده از نظر خبرگان، ۱۲ عامل به منزله عوامل اصلی تأثیرگذار شناسایی شدند و در چهار بعد منابع انسانی، تحقیق و توسعه و انتقال فناوری، تسهیلات و توسعه‌ی بازار دسته‌بندی شدند. در بعد منابع انسانی به هر دو نوع نیروی متخصص در حوزه‌های فنی و مدیریتی توجه ویژه شده است؛ در تحقیق و توسعه و انتقال فناوری به



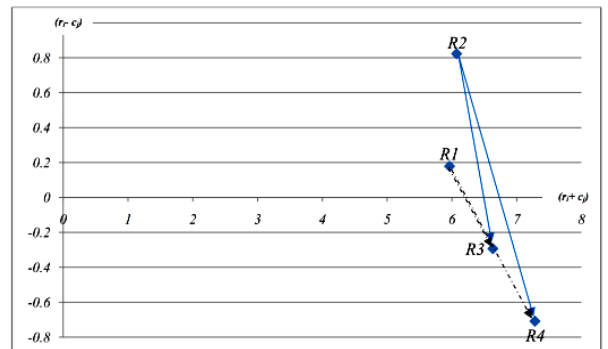
شکل ۵- نقشه روابط تأثیرات عوامل بعد نیروی انسانی برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان



شکل ۶- نقشه روابط تأثیرات عوامل بعد توسعه بازار برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان



شکل ۷- نقشه روابط تأثیرات عوامل بعد تسهیلات برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان



شکل ۸- نقشه روابط تأثیرات عوامل بعد تحقیق و توسعه و انتقال فناوری برای پارک علم و فناوری شیخ بهایی اصفهان

منابع

- Mian, S. Assessing value added contributions of university technology business incubators to tenant firms. *Research Policy*, 25, 325-335, 1996.
- Joseph, R. New ways to make technology parks more relevant. *Prometheus*, 12, 46-61, 1994.
- Sun, C. C. Evaluating and benchmarking productive performances of six industries in Taiwan Hsin Chu Industrial Science Park. *Expert Systems with Applications*, 38, 2195-2205, 2011.
- Durãoa, D., Sarmantob, M., Varelaa, V., & Maltez, L. Virtual and real-estate science and technology parks: a case study of Taguspark. *Technovation*, 25 (3), 237-244, 2005.
- Thompson, J, Martin, F, Thompson, J and Martin, F. *strategic management: Awareness and Change*. London : Thomson, 2005.
- Westhead, P. and Storey, D.J. *An Assessment of Firms Located on and off Science Parks in the UK*. London : HMSO, 1994.
- Leung, C., & Wu, C. Innovation environments, R&D linkage and technology development in Hong Kong. *Regional Studies*, 29, 1995.
- Westhead, P. R&D inputs and outputs of technology-based firms located on and off science parks. *R&D Management*, 27, 45-62, 1997.
- OECD. *Technology Incubators: Nurturing Small Firms*. paris : OECD Publication Office, 1997.
- Vedovello, C. Science parks and university-industry interaction: geographical proximity between the agents as a driving force. *Technovation*, 17, 491-502, 1997.
- Porter, M. E. *on Competition*. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- Westhead, P., & Batstone, S. Perceived benefits of a managed science park location *Entrepreneurship and regional development*, 11, 129-154, 1999.
- Phillimore, J. Beyond the linear view of innovation in science park evaluation: an analysis of Western Australian technology park. *Technovation*, 19, 673-680, 1999.
- Porter, M. E. Location, competition and economic development: local clusters in a global economy. *EconomicDevelopment Quarterly*, 14 (1), 15-34, 2000.

30. Gabus, A. F. Perceptions of the world problematique: communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility. Switzerland, Geneva: Battelle Geneva Research Centre, 1973.
31. Lin, Y. T., Yang, Y. H., Kang, J. S., & Yu, H. C. Using DEMATEL method to explore the core competences and causal effect of the IC design service company: An empirical case study. *Expert Systems with Applications*, 38, 6262–6268, 2011.
32. Bellman, R., & Zadeh, L. Decision-making in a fuzzy environment management. *Management Science*, 17 (4), 141–164, 1970.
33. Chen, S. J, Hwang, C. L and Hwang, F. P. Fuzzy multiple attribute decision making methods and applications. New York : Springer, 1992.
34. Lu, Jie, et al. MULTI-OBJECTIVE GROUP DECISION MAKING Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques. London: Imperial College Press, 2006.
35. Zadeh, L. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, 1975.
36. Von Altrock, C. Fuzzy logic and neurofuzzy applications in business and finance. New Jersey : Prentice-Hall, 1996.
37. Asan, U., Erhan Bozdag, C., & Polat, S. A fuzzy approach to qualitative cross impact analysis. *Omega*, International Journal of Management Science , 32 (6), 443–458, 2004.
38. Malaviya, A., & Peters, L. Fuzzy feature description of handwriting patterns. *Pattern Recognition* , 30 (10), 1591–1604, 1997.
39. Chen, L., & Chiou, T. A fuzzy credit-rating approach for commercial loans: a Taiwan case. *International Journal of Management Science* , 4, 407–419, 1999.
40. Chang, Y., Yeh, C., & Cheng, J. Decision support for bus operations under uncertainty: a fuzzy expert system approach. *International Journal of Management Science*, 3, 367–380, 1998.
41. Lin, C.-L., & Wu, W.-W. A fuzzy extension of the DEMATEL method for group decision making. *Operations Research Society of Taiwan*, 2004.
42. Li, R. J. Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications*, 38 (1), 91–101, 1999.
43. Lin, R. J. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, 1-8, 2011.
44. Opricovic, S., & Tzeng, G. H. Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11 (5), 635–652, 2003.
15. Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31 , 899–933, 2002.
16. Löfsten, H., & Lindelöf, P. Science parks and the growth of new technology based firms academic-industry links: innovation and markets. *Research Policy*, 31, 859–876, 2002.
17. T Hu, T. S. Technology-based regional development strategies and the emergence of technological communities: A case study of HSIP, Taiwan. *Technovation*, 25 (4), 367–380, 2005.
18. Chan, K. F., & Lau, T. Assessing technology incubator programs in the science park: The good, the bad and the ugly. *Technovation* , 25 (10), 1215–1228, 2005.
19. Lai, H., & Shyu, J. Z. A comparison of innovation capacity at science parks across the Taiwan Strait: the case of Zhangjiang High-Tech Park and Hsinchu Science-based Industrial Park. *Technovation* , 25, 805–813, 2005.
20. Fukugawa, N. Science parks in Japan and their value-added contributions to new technology-based firms. *International Journal of Industrial Organization* 24 , 381–400, 2006.
21. Lin, C. H., Tung, C. M., & Huang, C. T. Elucidating the industrial clusters effect from a system dynamics perspective. *Technovation* , 26 (4), 473–482, 2006.
22. Wonglimpiyarat, J. Building effective research evaluation systems to assist R&D investment decisions. *International Journal of Business Innovation and Research*, 2 (2), 123–140, 2008.
23. Sun, C. C., Lin, G. T., & Tzeng, G. H. The evaluation of cluster policy by fuzzy MCDM: Empirical evidence from HsinChu Science Park. *Expert Systems with Applications* , 36, 11895–11906, 2009.
24. Lin, C. L., & Tzeng, G. H. A value-created system of science (technology) park by using DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 36, 9683–9697, 2009.
25. Ratinho, T., & Henriques, E. The role of science parks and business incubators in converging countries: Evidence from Portugal. *Technovation*, 30, 278–290, 2010.
26. Zeng, S., Xie, X., & Tam, C. Evaluating innovation capabilities for science parks: A system model. *Technological and Economic Development of Economy*, 16 (3), 397-413, 2010.
27. Wu, W. W., & Lee, Y. T. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32, 499-507, 2007.
28. Tzeng, G. H., Chiang, C. H., & Li, C. W. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32, 1028–1044, 2007.
29. Gabus, A., Fontela, E. World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Switzerland, Geneva : Battelle Geneva Research Centre, 1972.