

## تلفیق مدل‌سازی ساختاری تفسیری با فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی جهت

### مکان‌یابی مراکز خدماتی ISM. FANP

داریوش محمدی زنجیرانی<sup>۱</sup>، غلامرضا عسگری<sup>۲</sup>، رضا شیخ<sup>۳</sup>

**چکیده:** بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که مطالعات محدودی در خصوص مکان‌یابی مراکز خدماتی، و در نهایت مراکز درمانی، انجام گرفته است. از طرفی در اندک مطالعات موجود نیز بیشتر بر به کارگیری شاخص‌های کمی مکان‌یابی تمرکز شده است. به نظر می‌رسد دلیل این امر، ابهام و نادقیق بودن شاخص‌های کیفی است که کاربرد آن‌ها را با محدودیت مواجه نموده است. در مقاله حاضر تلاش شده با استفاده از منطق فازی نشان داده شود که می‌توان ابهام موجود در اندازه‌گیری معیارهای کیفی را در این زمینه از بین برد. همچنین با بکارگیری فرایند تحلیل شبکه، به موضوع همبستگی معیارها و تأثیرات متقابل آنها در انتخاب یک واحد درمانی پاسخ مناسبی داده شود. از آنجایی که در فرایند تحلیل شبکه، برای تلفیق نظرات خبرگان از روش دلفی استفاده می‌شود و بنابراین ماهیت داده‌ها به شکل مد تغییر می‌یابد، به منظور برطرف کردن این مشکل و نیز توسعه فرایند تحلیل شبکه از مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای متدولوژی پیشنهادی در یک بررسی موردی، توانایی آن را به عنوان یک متدولوژی اجرایی علمی جهت مکان‌یابی واحدهای خدماتی، مطلوب نشان داده است. اگرچه محاسبات عددی به ویژه محاسبات بخش فازی زیاد و زمان بر خواهد شد

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، منطق فازی، فرایند تحلیل شبکه، مدل‌سازی ساختاری تفسیری.

۱. استادیار دانشگاه اصفهان، ایران

۲. استادیار دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر، ایران

۳. استادیار دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۱۴

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰

نویسنده مسئول مقاله: داریوش محمدی زنجیرانی

E-mail: dar\_mohamadi@yahoo.com

**مقدمه**

از آنجا که مکان یابی واحدهای خدماتی اساساً مسئله‌ای چند معیاره است؛ بنابراین طی سالیان اخیر، کاربرد مدل‌های چند معیاره با اقبال زیادی همراه بوده است [۵]. در بین این مدل‌ها، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بیش از سایر تکنیک‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. لیکن از آنجا که در AHP از مبحث تعامل و همبستگی میان شاخص‌ها صرف‌نظر می‌شود بنابراین برای مرتفع کردن این کاستی، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) معرفی شده است. در واقع ANP با محاسبه و اعمال روابط داخلی شاخص‌ها در مدل، بخش عمده‌ای از نواقص AHP را برطرف می‌نماید.

از طرفی یکی دیگر از مشکلات موجود، حضور معیارهای کیفی برای انتخاب مراکز خدماتی و دشواری‌های مربوط به اندازه‌گیری این معیارها است. البته برای مرتفع کردن این مشکل نیز منطق فازی برای مراحل جمع‌آوری اطلاعات و تفسیر نتایج پیشنهاد شده است. همچنین از ترکیب رویکرد مذکور و منطق فازی، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی FANP<sup>۱</sup> به تصمیم‌گیرندگان معرفی گردیده است.

البته در این میان، مسئله ظریفی وجود دارد که دستمایه این پژوهش قرار گرفته است. در واقع در ANP که یکی از حالت‌های خاص AHP است؛ مقایسه میان شاخص‌ها به صورت زوجی انجام می‌شود. لیکن هنگامی که نظرات خبرگان بر اساس روش دلفی جمع‌آوری و ادغام (تجمیع) می‌شود، نظرات خبرگان به مد تبدیل می‌شود. به بیان دیگر ماهیت داده‌ها تغییر می‌یابد. بنابراین ضروری است در ادامه و به منظور حل این مشکل از مدل‌سازی ساختاری تفسیری<sup>۲</sup> (ISM) که بر اساس منطق ناپارامتریک از مد داده‌ها استفاده می‌کند، بهره‌گیری کرد [۱]. همچنین ISM علاوه بر اثرات متقابل درون شاخص‌ها، اثرات متقابل بین معیارها و زیرمعیارها را نیز محاسبه نموده و در مدل وارد می‌نماید که منجر به توسعه و افزایش قابلیت ANP می‌شود.

بنابراین در پژوهش حاضر و در یک بررسی موردی، برای مکان‌یابی یک مرکز بهداشتی درمانی از میان سه گزینه و با در نظر داشتن ۴ معیار کیفی، با بهره‌گیری از منطق فازی در جمع‌آوری و تفسیر معیارهای تصمیم، فرایند تحلیل شبکه با مدل‌سازی ساختاری تفسیری ترکیب شده است. به عبارت دیگر فرایند تحلیل شبکه کلاسیک به گونه‌ای توسعه یافته است که برای معیارهای کیفی و به هم وابسته مطرح در مکان‌یابی مراکز بهداشتی درمانی مناسب باشد. این رویکرد با عنوان متدولوژی ISM/ FANP نام‌گذاری شده است.

---

1. Fuzzy Analytic Network Process  
2. Interpretive Structural Modeling

### پیشینه‌ی پژوهش

توسعه نظری مسئله مکان‌یابی، با کاری که وبر برای مکان‌یابی یک انبار مرکزی انجام داد تا مسافت طی شده بین انبار و مجموعه متنوعی از مشتریان را حداقل نماید، شروع شد [۱۹]. در ادامه و بر اساس مطالعات اولیه، پژوهش‌های متعددی انجام شده که مهمترین آنها به شرح زیر هستند:

در زمینه مکان‌یابی تزیگ و همکارانش (۲۰۰۲) از رویکرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و شاخص‌هایی مانند عوامل اقتصادی و محیطی حمل و نقل و رقابت‌پذیری منطقه تجاری استفاده کردند تا مکان مناسب برای استقرار یک رستوران را انتخاب نمایند [۲۱].

چنگ و همکارانش (۲۰۰۷) در تایوان برای انتخاب مکان مناسب بیمارستان از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و شاخص‌هایی مانند زمین، سرمایه، نیروی کار، عوامل محیطی و دولت استفاده کردند [۲۵].

جونری (۲۰۰۸) از رویکرد فرایند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب مکان کارخانه کشتی‌سازی استفاده کرد. ایشان نیز از شاخص‌هایی مانند قوانین دولتی، شرایط فیزیکی، مواد اولیه، حمل و نقل، زمین، سرمایه و نیروی کار بهره‌گیری کرد [۹].

لین و تاسی (۲۰۰۹) یک سیستم خبره جهت انتخاب شهر ایده‌آل و مناسب برای ارائه و فروش خدمات داروئی ارائه دادند که در آن از شاخص‌هایی همانند قوانین دولتی، شرایط تقاضا، شرایط عامل، عوامل محیطی استفاده شده بود [۱۳]. کو و همکارانش (۲۰۰۲) یک سیستم پشتیبانی تصمیم را از طریق ادغام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و شبکه عصبی مصنوعی برای انتخاب مکان استقرار یک فروشگاه بوجود آوردند و برای تصمیم‌گیری از معیارهای رقابت‌پذیری، جذابیت، میزان دسترس‌پذیری و ... استفاده کردند [۱۱].

در مطالعه انجام شده توسط تزکایا و همکارانش (۲۰۰۸) از فرایند تحلیل شبکه‌ای و با معیارهایی مانند هزینه، ریسک، سود، فرصت برای انتخاب مکان مناسب استفاده شده است [۲۰].  
چو و همکارانش (۲۰۰۸) از یک سیستم وزین افزایشی ساده فازی تحت تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب مکان تسهیلات با در نظر گرفتن معیارهای کمی همچون هزینه سرمایه‌گذاری، ... و شاخص‌های کیفی مانند مهارت کارکنان، شرایط جوی و ... بهره‌گرفتند [۸].  
که‌رمان (۲۰۰۳) برای انتخاب مکان تسهیلات از رویکرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتب فازی بهره برد و از معیارهای اصلی مانند ریسک سیاسی، عوامل محیطی و مزایای رقابتی استفاده کرد [۷].

یانگ و همکارانش (۱۹۹۷) نیز از مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای انتخاب مکان تسهیلات جدید یا مکان یابی مجدد تسهیلات موجود استفاده کردند. این مدل چارچوبی را ارائه می‌دهد تا مدیران را در تحلیل فاکتورهای مکانی یاری رسانده تا اینکه قادر شوند به ارزیابی گزینه‌های گوناگون در انتخاب مکان پرداخته و مکان نهایی را انتخاب کنند [۲۲].

سینوانی استرن و همکارانش (۱۹۹۶) از ترکیب مدل‌های تصمیم‌گیری برای انتخاب مکان بیمارستان در یک منطقه روستایی استفاده کردند. در مدل پیشنهادی آنها نگرش‌های کمی و کیفی به منظور انتخاب مکان بهینه بیمارستان در طی رویکردی سه مرحله‌ای ادغام شد و جواب بهینه مسئله به دست آمد [۲۷].

در ایران نیز و حیدی‌نیا و همکارانش (۲۰۰۹) از تحلیل سلسله‌مراتبی فازی با بهره‌گیری از شاخص‌هایی مانند هزینه زمین، توزیع جمعیت و ... برای انتخاب مکان بیمارستان استفاده کردند [۱۰].

## **روش‌شناسی پژوهش**

### **ساخت شبکه**

اولین گام متدولوژی شامل تعریف دقیق مسئله است. برای این منظور بایستی خوشه‌ها<sup>۱</sup> (گره) و عناصر<sup>۲</sup> مربوط به هر خوشه (شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها، گزینه‌ها) به شکل یک شبکه تصمیم نشان داده شوند [۱۶].

### **شناسایی روابط بیرونی بین شاخص‌های موجود در سطوح معیارها با استفاده از**

#### **ماتریس ورودی - خروجی**

با مشخص شدن اجزای شبکه، باید ارتباط بیرونی بین گره‌ها و سپس ارتباط‌های موجود در درون هر گره مشخص شوند. برای تعیین روابط میان شاخص‌های زیر مجموعه معیارهای اصلی نیز از ماتریس ورودی - خروجی استفاده می‌شود. نگاره (۱) یک ماتریس ورودی - خروجی نوعی را نشان می‌دهد.

- 
1. Cluster
  2. Elements

		شاخص		
زیر شاخص		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>N</sub>
	SC <sub>1</sub>			
	SC <sub>2</sub>			
	SC <sub>N</sub>			

جدول ۱. ماتریس ورودی- خروجی

تعیین رابطه میان شاخص‌های موجود در هر سطح با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)

تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری در سال ۱۹۷۶ توسط وارفیلد ارائه شد. این رویکرد یک متدولوژی مبتنی بر کامپیوتر و بر اساس ایجاد روابط اساسی در سیستم‌هایی با موقعیت‌های پیچیده است [۲۸]. برای اجرای مدل‌سازی ساختاری تفسیری بایستی به ترتیب مراحل زیر اقدام نمود.

**تشکیل ماتریس روابط:** این ماتریس بر اساس سؤال‌ها و قضاوت‌هایی همچون «آیا شاخص *i* بر شاخص *j* اثر می‌گذارد؟» تشکیل می‌شود. در صورتیکه پاسخ مثبت باشد، در ماتریس رابطه،  $\pi_{ij} = 1$  خواهد بود و در غیر اینصورت  $\pi_{ij} = 0$  خواهد بود. فرم کلی ماتریس روابط به صورت نگاره (۲) می‌باشد. [۱۸].

$$D = \begin{bmatrix} 0 & \pi_{12} & . & . & . & \pi_{1n} \\ \pi_{21} & 0 & . & . & . & \pi_{2n} \\ . & . & 0 & . & . & . \\ . & . & . & 0 & . & . \\ . & . & . & . & 0 & . \\ \pi_{n1} & . & . & . & . & 0 \end{bmatrix}$$

نگاره ۲. ماتریس روابط

**تشکیل ماتریس قابل دسترس:** بعد از ایجاد ماتریس روابط، معادله‌های زیر برای ماتریس قابل دسترس نوشته می‌شوند. در این معادلات؛ I: ماتریس همانی، K: شماره توان و  $M^*$  ماتریس قابل دسترس است [۱۷].

$$M = D + I$$

$$M^{\bullet} = M^k = M^{k+1}$$

**تعریف اعداد فازی مثلثی:** در این مرحله لازم است ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل شوند. جمع‌آوری نظرات پاسخ‌دهندگان به صورت متغیرهای زبانی و اغلب در قالب طیف ۶ قسمتی لیکرت، صورت می‌گیرد. پس از این اقدام، می‌توان متغیرهای زبانی را به عددهای فازی مثلثی، بر مبنای جدول (۱) تبدیل نمود [۳].

جدول ۱. اعداد فازی مثلثی مربوط به هریک از متغیرهای زبانی

اعداد فازی	متغیرهای زبانی
(1,1,1)	دقیقاً برابر
(1.2,1,3.2)	نسبتاً برابر
(1,3,2,2)	ضعیف
(3.2,2,5.2)	نسبتاً مهم
(5.2,3,7.2)	خیلی مهم
(3,7.2,4)	کاملاً مهم

### انجام مقایسات زوجی

در تحلیل شبکه‌ای همانند تحلیل سلسله مراتبی، اهمیت نسبی شاخص‌ها و گزینه‌ها با انجام مقایسات زوجی حاصل می‌شود. با این تفاوت که در فرایند تحلیل شبکه‌ای، روابط و تأثیرات متقابل شاخص‌ها نیز در نظر گرفته می‌شوند [۱۵]. بدین منظور بر اساس نظرات خبرگان و با بهره‌گیری از اعداد فازی، اهمیت نسبی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر محاسبه و بر اساس آن ماتریس مقایسات زوجی  $\tilde{A}'$  (به فرم نگاره (۳) تشکیل می‌گردد. به طوری که  $\tilde{a}'_{ij}$  یک عدد فازی مثلثی بوده و بیانگر اهمیت نسبی شاخص  $i$  ام نسبت به شاخص  $j$  ام می‌باشد [۲۳].

$$\tilde{A}' = \begin{bmatrix} \tilde{a}'_{11} & \tilde{a}'_{12} & \dots & \dots & \tilde{a}'_{1n} \\ \tilde{a}'_{21} & \tilde{a}'_{22} & \dots & \dots & \tilde{a}'_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}'_{n1} & \tilde{a}'_{n2} & \dots & \dots & \tilde{a}'_{nn} \end{bmatrix}, \quad \tilde{a}'_{ij} = \frac{1}{\tilde{a}'_{ji}}$$

نگاره ۳: مقایسات زوجی  $\tilde{A}'$

### تشکیل ماتریس قضاوت

به منظور ادغام نظرات خبرگان، ماتریس قضاوت با بهره‌گیری از روابط زیر تشکیل می‌شود [۲۳].

$$L_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n L_{ijk}}$$

$$M_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n M_{ijk}}$$

$$U_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n U_{ijk}}$$

### محاسبه اوزان اولیه از طریق ماتریس قضاوت

پس از تشکیل ماتریس قضاوت، باید اوزان اولیه هر یک از ماتریس‌های قضاوت محاسبه شود. برای این منظور در مطالعه حاضر از روش تحلیل توسعه‌ای 'چانگ' استفاده شده است [۲۴]. روش تحلیل توسعه‌ای چانگ شامل مراحل می‌باشد که عبارتند از:

$$\sum_{j=1}^n M_{IJ} \quad \text{محاسبه}$$

برای محاسبه  $\sum_{j=1}^n M_{IJ}$ ، اعداد فازی هر یک از سطرهای ماتریس قضاوت با هم جمع می‌شوند.

$$\left[ \sum_{I=1}^M \sum_{J=1}^N M_{IJ} \right]^{-1} \quad \text{محاسبه}$$

برای این کار کل اعداد فازی جدول ماتریس قضاوت با هم جمع می‌شوند.

### محاسبه ارزش $S_k$

در روش تحلیل توسعه‌ای برای هر یک از سطرهای ماتریس قضاوت، ارزش  $S_k$  که خود یک عدد فازی مثلثی است، به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

1. Extent Analysis Method
2. Chang

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{ij} \otimes \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

که در آن  $M_{ij}$  یک عدد فازی مثلثی،  $k$  بیانگر شماره سطر،  $i$  و  $j$  به ترتیب نشان دهنده سطر و ستون می باشند.

### محاسبه درجه بزرگی

بطور کلی اگر  $M_1$  و  $M_2$  دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی آن‌ها  $M_1$  بر  $M_2$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & m_1 \geq m_2 \text{ if} \\ V(M_1 < M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & \text{ow} \end{cases}$$

که داریم:

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{U_1 - L_2}{(U_1 - L_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از  $k$  عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر بدست می آید:

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2) \dots \text{and} V(M_1 \geq M_k)$$

### محاسبه اوزان نابهنجار

در این مرحله، کمترین مقدار عناصر هر ستون موجود در جدول حاصل از مرحله قبل بدست آورده می شود. این مقادیر به عنوان اوزان نابهنجار قلمداد می شوند. بنابراین بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد شد:

$$w'(x_i) = \min \{V(S_i \geq S_k)\} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n, k \neq i$$

$$W' = [W'(x_1), W'(x_2), \dots, W'(x_3)]^t$$



### بدست آوردن بردار بهنجار

برای بدست آوردن بردار اوزان بهنجار بر اساس رابطه زیر عمل می‌شود:

$$W(x_k) = \frac{W'(x_k)}{\sum_{k=1}^n W'(x_k)}$$

این عمل در مورد تمامی ماتریس‌های قضاوت به کار برده می‌شود تا اوزان بهنجار شده آن‌ها نیز حاصل شوند.

### تشکیل ماتریس بزرگ ناموزون

برای بدست آوردن اولویت‌های کلی در یک شبکه با وابستگی درونی و بیرونی بین اجزاء، بردار اولویت‌های جزئی (بخشی) در ستون‌های یک ماتریس به نام ماتریس بزرگ جای‌گذاری می‌شوند. نگاره (۴) بیانگر شکل کلی ماتریس بزرگ برای شبکه چهار سطحی می‌باشد.

$$\begin{array}{l} \text{هدف} \\ \text{شاخص} \\ \text{زیرشاخص} \\ \text{گزینه} \end{array} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} & 0 \\ 0 & 0 & W_{43} & I \end{bmatrix}$$

نگاره ۴. ماتریس بزرگ برای شبکه چهار سطحی

به طوری که:

$W_{21}$  برداری است که مبین تاثیر هدف بر شاخص‌هاست.

$W_{22}$  ماتریسی است که مبین تاثیرات شاخص‌ها بر خودشان است.

$W_{32}$  ماتریسی است که بیان‌کننده تاثیرات شاخص‌ها بر زیر شاخص‌هاست.

$W_{33}$  ماتریسی است که بیان‌کننده تاثیر زیر شاخص‌ها بر خودشان

$W_{43}$  ماتریسی است که بیان‌کننده تاثیر زیر شاخص بر گزینه‌ها و  $I$  یک ماتریس همانی

می‌باشد [۲۵]. تمام  $W$  ها در گام قبل محاسبه شده‌اند.

### **محاسبه ماتریس بزرگ موزون شده**

جهت تشکیل ماتریس بزرگ موزون، ابتدا جمع عناصر هر ستون از ماتریس بزرگ ناموزون محاسبه و سپس تک تک عناصر هر ستون بر جمع عناصر آن ستون تقسیم می‌شوند.

### **محاسبه ماتریس بزرگ محدود شده**

برای محاسبه تاثیرات غیرمستقیم بین عناصر موجود در شبکه باید از توان افزایشی ماتریس بزرگ موزون استفاده کرد و آن را به دفعات در خودش ضرب نمود. به عبارت دیگر ماتریس بزرگ موزون به توان  $2K + 1$  ( یک عدد قراردادی بزرگ است) رسانده می‌شود تا زمانی که ستون‌های ماتریس بزرگ مشابه یکدیگر شوند. آنگاه ماتریس بزرگ محدود شده، حاصل خواهد شد [۹][۱۶].

### **انتخاب گزینه مناسب**

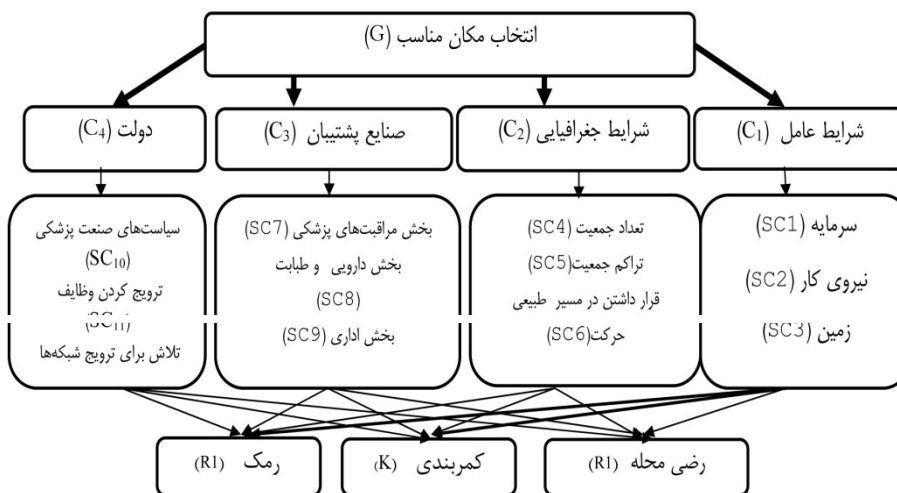
برای انتخاب گزینه مناسب، در ماتریس بزرگ محدود شده، در زیر ستون هدف و در بین سطرها، مربوط به گزینه‌ها، گزینه‌ای که دارای بزرگترین مقدار ممکن باشد به عنوان گزینه نسبی برتر انتخاب می‌شود.

### **به کارگیری مدل و تحلیل یافته‌ها**

متدولوژی پیشنهادی ISM. FANP در یک بررسی موردی و به منظور انتخاب مکان مناسب استقرار یک مرکز بهداشتی و درمانی در شهر رامسر، در بین سه گزینه جایگزین (مکان‌های استقرار: رضی محله، کمربندی و رمک) مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و انجام مصاحبه‌های کاربردی با متخصصان و افراد خبره، فهرست (پایگاه داده) جامعی از شاخص‌های مؤثر بر انتخاب مکان مراکز خدمات درمانی تشکیل یافت. پس از استخراج شاخص‌های مناسب و مؤثر جهت انتخاب مکان استقرار، با طراحی پرسشنامه و جمع‌آوری اطلاعات از یک نمونه مقدماتی از افراد خبره و صاحب‌نظر به اعتبارسنجی و پالایش شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی واحدهای درمانی با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی پرداخته شد. جدول ۲ چهار معیار اصلی و ۱۲ زیرشاخص نهایی را در بررسی موردی مورد اشاره تعریف نموده و نگاره ۵ نیز نمایی از درخت شبکه‌ای تصمیم را نشان داده است.

جدول ۲. معیارها و شاخص‌های پالایش شده در تحقیق

معیار	شاخص	تعریف
شرایط عامل	سرمایه	وجوه مورد نیاز برای احداث مراکز درمانی
	نیروی کار	پرسنل مورد نیاز مراکز بهداشتی و درمانی مانند پزشکان
	زمین	با در نظر گرفتن عواملی همچون هزینه و میزان دسترس‌پذیری برای توسعه در آینده
دولت	ترویج کردن وظایف	وظایف مورد نیاز برای سنجش عملکرد مراکز بهداشتی و درمانی مانند تضمین کیفیت خدمات پزشکی
	تلاش برای ترویج شبکه‌ها	توسعه متوازن منابع پزشکی و تقسیم مناطق خدمات درمانی
	سیاست‌های صنعت پزشکی	سیاست‌های دولتی مانند قاعده‌مند سازی استانداردهای ایجاد شده
شرایط جغرافیایی	قرار داشتن در مسیر طبیعی حرکت	میزان سهولت دسترسی
	تعداد جمعیت	میزان جمعیت منطقه
	تراکم جمعیت	میزان پراکندگی جمعیت در منطقه
صنایع پشتیبان	بخش اداری	فعالیت‌های پشتیبانی سازمان
	بخش داروئی و طبابت	تجهیزات پزشکی و داروئی
	بخش مراقبت‌های پزشکی	مکان مراقبت از بیماران



نگاره ۵. درخت شبکه تصمیم

به دلیل حجیم بودن تحلیل‌های عددی، به ذکر کلی نتایج حاصل از اجرای مراحل اصلی متدولوژی FANP ISM اکتفا می‌شود.

### تشکیل ماتریس ورودی - خروجی

جدول (۳) ماتریس ورودی - خروجی نهایی را برای تعیین رابطه بین زیر شاخص‌ها با شاخص‌های اصلی، در بررسی مورد اشاره نشان می‌دهد.

جدول ۳. ماتریس نهایی ورودی - خروجی برای تعیین رابطه بین زیر شاخص با شاخص‌های اصلی

D1	C1	C2	C3	C4
SC1	1	0	0	0
SC2	1	0	0	0
SC3	1	0	0	0
SC4	0	1	0	0
SC5	0	1	0	0
SC6	0	1	0	0
SC7	0	0	1	0
SC8	0	0	1	0
SC9	0	0	1	0
SC10	0	0	0	1
SC11	0	0	0	1
SC12	0	0	0	1

### تعیین رابطه درونی بین شاخص‌های اصلی با بکارگیری ISM

تشکیل ماتریس رابطه (جدول (۴))

جدول ۴. ماتریس رابطه

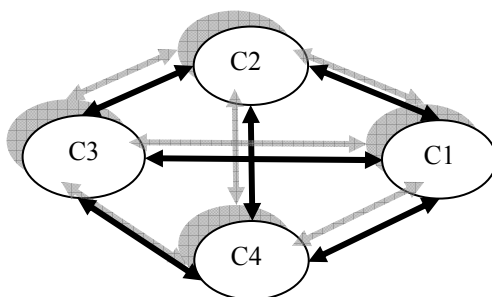
	C1	C2	C3	C4
C1	0	1	1	1
C2	1	0	1	1
C3	0	0	0	1
C4	0	1	0	0

در نهایت ماتریس  $M^3$  به عنوان ماتریس قابل دسترس انتخاب شد. جدول (۵) نیز نمایی از روابط درونی بین شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵. روابط درونی بین شاخص‌های فرعی

	Sc <sub>1</sub>	Sc <sub>2</sub>	Sc <sub>3</sub>	Sc <sub>4</sub>	Sc <sub>5</sub>	Sc <sub>6</sub>	Sc <sub>7</sub>	Sc <sub>8</sub>	Sc <sub>9</sub>	Sc <sub>10</sub>	Sc <sub>11</sub>	Sc <sub>12</sub>
Sc <sub>1</sub>	*	*	*									
Sc <sub>2</sub>	*	*	*									
Sc <sub>3</sub>	*	*	*									
Sc <sub>4</sub>				*	*	*					*	
Sc <sub>5</sub>				*	*	*					*	
Sc <sub>6</sub>				*	*	*					*	
Sc <sub>7</sub>							*	*	*			
Sc <sub>8</sub>							*	*	*			
Sc <sub>9</sub>							*	*	*			
Sc <sub>10</sub>										*	*	*
Sc <sub>11</sub>				*	*	*					*	*
Sc <sub>12</sub>											*	*

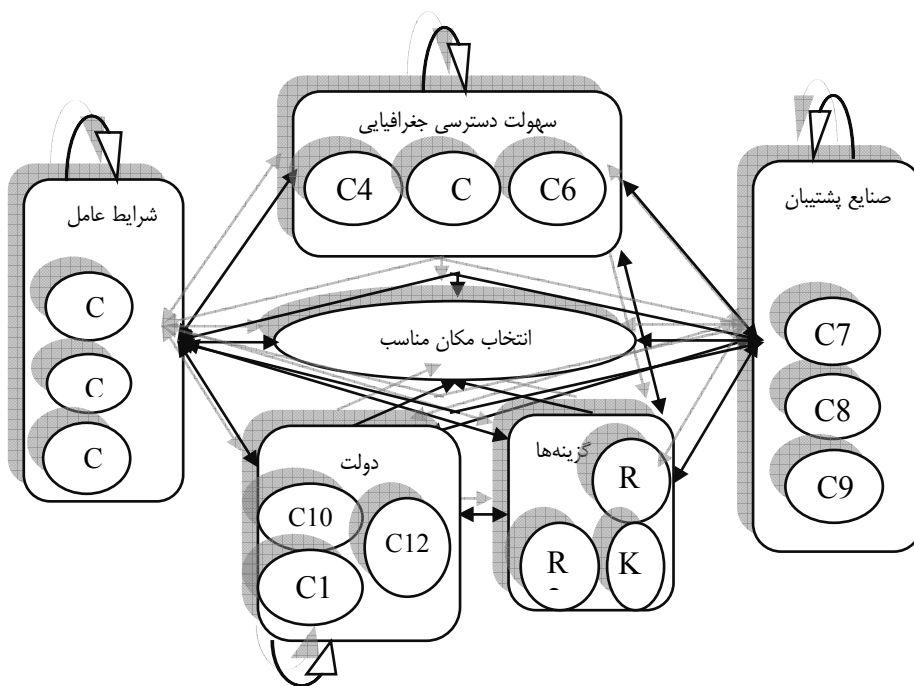
نگاره (۶) نیز روابط درونی بین شاخص‌های اصلی را در بررسی موردی حاضر نشان می‌دهد:



نگاره ۶. روابط درونی بین شاخص‌ها

### ترسیم ساختار شبکه

پس از تعیین کلیه روابط بیرونی و درونی، ساختار شبکه‌ای به صورت نگاره (۷) ترسیم می‌گردد.



نگاره ۷. ساختار شبکه‌ای مسئله

### تشکیل ماتریس‌های بزرگ ناموزون و محدود شده

جدول (۶) ماتریس بزرگ ناموزون مسئله مورد نظر و جدول (۷) نیز ماتریس محدود شده را در بررسی موردی مذکور نشان می‌دهد.

### انتخاب گزینه مناسب

گزینه‌ای که در ماتریس محدود شده در ستون هدف (G) و سطرهاى مربوط به گزینه‌ها مقدار بیشتری باشد، به عنوان گزینه مناسب انتخاب می‌شود. در بررسی حاضر  $A_1$  گزینه مناسب است.

جدول ۶.۶. ماتریس بزرگ ناموزون

	G	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	SC <sub>1</sub>	SC <sub>2</sub>	SC <sub>3</sub>	SC <sub>4</sub>	SC <sub>5</sub>	SC <sub>6</sub>	SC <sub>7</sub>	SC <sub>8</sub>	SC <sub>9</sub>	SC <sub>10</sub>	SC <sub>11</sub>	SC <sub>12</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	
G	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
C <sub>1</sub>	۰.۴۴	۱	۰.۱۸	۰.۳۷	۰.۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C <sub>2</sub>	۰.۲۶	۰.۴۲	۱	۰.۳۳	۰.۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C <sub>3</sub>	۰.۱۵	۰.۲۱	۰.۳۴	۱	۰.۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C <sub>4</sub>	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۲۲	۰.۲۵	۰.۳۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>1</sub>	۰	۰.۴۵	۰	۰	۰	۰.۵۷	۰.۵۲	۰.۴۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>2</sub>	۰	۰.۱۹	۰	۰	۰	۰.۳۴	۰.۳۲	۰.۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>3</sub>	۰	۰.۲۶	۰	۰	۰	۰.۱۹	۰.۱۶	۰.۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>4</sub>	۰	۰	۰.۴۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۳۷	۰.۳۶	۰.۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>5</sub>	۰	۰	۰.۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>6</sub>	۰	۰	۰.۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲۶	۰.۳۳	۰.۳۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>7</sub>	۰	۰	۰	۰.۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۳۸	۰.۳۹	۰.۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>8</sub>	۰	۰	۰	۰.۵۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲۶	۰.۲۶	۰.۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>9</sub>	۰	۰	۰	۰.۲۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲۶	۰.۳۵	۰.۴۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>10</sub>	۰	۰	۰	۰	۰.۴۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۴۸	۰.۱۵	۰.۴۲	۰	۰	۰	۰
SC <sub>11</sub>	۰	۰	۰	۰	۰.۳۴	۰	۰	۰	۰.۲۳	۰.۲۷	۰.۱۷	۰	۰	۰	۰	۰.۱۵	۰	۰	۰	۰	۰
SC <sub>12</sub>	۰	۰	۰	۰	۰.۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۵۲	۰.۱۷	۰.۵۸	۰	۰	۰	۰
A <sub>1</sub>	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۳۳	۰.۵۹	۰.۵۹	۰.۴۵	۰.۵۸	۰.۲۵	۰.۳۲	۰.۴۷	۰.۳۹	۰.۳۹	۰.۳۱	۰.۲۴	۱	۰	۰	۰
A <sub>2</sub>	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲۱	۰.۱۷	۰.۱۹	۰.۱۹	۰.۱۱	۰.۲۸	۰.۲۲	۰.۳۳	۰.۲۵	۰.۳۳	۰.۲۷	۰.۵۰	۰	۱	۰	۰
A <sub>3</sub>	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۴۶	۰.۲۴	۰.۲۲	۰.۲۶	۰.۳۱	۰.۴۷	۰.۴۷	۰.۳۰	۰.۳۵	۰.۲۹	۰.۴۲	۰.۲۶	۰	۰	۱	۰





### نتیجه‌گیری

مقاله حاضر در صدد بود با اعمال رویکرد فازی در تحلیل شبکه، قابلیت واقع‌نمایی ANP را در مدل‌سازی وضعیت‌های واقعی بهبود بخشد. همچنین با به‌کارگیری تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری، همبستگی و روابط درونی بین شاخص‌ها نیز محاسبه شده و مسئله تغییر طیف و ماهیت اعداد نیز برطرف گردید. نتایج حاصل از اجرای متدولوژی ارائه شده در بررسی موردی، نشان از قابلیت به‌کارگیری مدل به‌عنوان یک متدولوژی اجرایی علمی، در وضعیت‌های واقعی مکان‌یابی دارد.

در واقع اگرچه فرآیند تحلیل شبکه در حالت کلاسیک، با عملیات ساده‌تری، به تلفیق قضاوت‌های زوجی خبرگان می‌پردازد، لیکن نمی‌تواند به‌طور کامل منعکس‌کننده تفکر واقعی افراد باشد [۳]. در حالی که این مسئله با استفاده از متدولوژی پیشنهادی به میزان قابل قبولی بهبود یافته و میزان واقع‌گرایی مدل افزایش یافته است. هرچند باید اذعان نمود که در این رهگذر میزان محاسبات عددی به‌ویژه محاسبات بخش فازی بسیار پر حجم و زمان‌بر است و ضرورت دارد با طراحی نرم‌افزار مناسب به میزان قابل توجهی در محاسبات، هزینه و زمان صرفه‌جویی شود.

### منابع

۱. آذر، عادل؛ بیات، کریم، طراحی مدل فرآیند محوری کسب و کار با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، دوره ۱، شماره ۱، پاییز و زمستان ۸۷، صص ۳-۱۸.
2. Bayazit, O., Karpak, B. (2008) "An Analytic Network Process-based Framework for Successful Total Quality Management: An Assessment of Turkish Manufacturing Industry Readiness." *International Journal of Production Economics*. Vol. 105, pp. 79-96.
3. Bi, R., Wei, J., (2008). "Application of Fuzzy ANP in Production Line Selection Evaluation Indices System in ERP." *Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics Qingdao*.
4. Chang, C., and et.Al. (2007). "Evaluating Digital Video Recorder Systems using Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes." *Information Sciences*. Vol. 177, pp. 3383-3396.
5. Cheng, E., Li, H., (2004). "Exploring Quantitative Methods for Project Location Selection." *Building and Environment*. 39, 1467 - 1476.

6. Chou, S.Y., Chang, Y. H., and Shen, C.Y. "A Fuzzy Simple Additive Weighting System under Group Decision-making for Facility Location Selection with Objective/Subjective Attributes", *European Journal of Operational Research*, Vol. 189, No. 1, 2008, pp. 132–145.
7. Chou, T., Hsu, C., Chen, M. (2008). "A Fuzzy Multi-criteria Decision Model for International Tourist Hotels Location Selection." *International Journal of Hospitality Management* 27. 293–301.
8. Garg, S., Pandey, V. (2009). "Analysis of Interaction among the Enablers of Agility in Supply Chain." *Journal of Advances in Management Research* Vol. 6. No. 1, pp. 99-114.
9. Guneri, A.F., Cengiz, M. S. (2008). "A Fuzzy ANP Approach to Shipyard Location Selection." *Expert Systems with Applications* 36, 7992–7999.
10. Kahraman, C., et al. (2003). "Fuzzy Group Decision-making for Facility Location Selection." *Information Sciences* 157, 135–153.
11. Kuo, G., Chi, C., Kao, s. (2002). "A Decision Support System for Selecting Convince Store Location through Integration of AHP and Artificial Neural Network." *Computers in Industry* 47, 199-214.
12. Lin, C., Tsai, M. (2008). "Location Choice for Direct Foreign Investment in New Hospitals in China by using ANP and TOPSIS." *Springer Science + Business Media B.V.*
13. Lin, C., Tsai, M. (2009). "Development of an Expert Selection System to Choose Ideal Cities for Medical Service ventures." *Expert Systems with Applications* 36, 22-66.
14. Lin, T., Wu, C. (2008). "Optimizing a Marketing Expert Decision Process for the Private Hotel." *Expert Systems with Applications*.xxx–xxx.
15. Ning, M., Wei, L. (2009). " University-Industry Alliance Partner Selection Method Based on ISM and ANP." *IEEE Xplore*.
16. Saaty, T. (1999). "Fundamental of the Analytic Network Process." Berne, Witzerland: *ISAHP Conference Presentation*.

17. Sahney, S., Banwet, D., Karunes, S. (2008). "An Integrated Framework of Indices for Quality Management in Education: a Faculty Perspective." *The TQM Journal*.
18. Sinuany-stern, Z. (1996). " The Location of Hospital in a Rural Region: The Case of the Negev." *Location Science*, Vol. 3. No. 4, pp. 255-266.
19. Tabari, M., Kaboli, A., Aryanezhad, M.A., Siadat, A. (2009). "A New Method for Location Selection: A Hybrid Analysis." *Applied Mathematics and Computation*.
20. Tuzkaya, G., Onut, S., Gulsun, B. (2008). "An Analytic Network Process Approach for Locating Undesirable Facilities: An Example from Istanbul, Turkey." *Journal of Environmental Management* 88, 970–983.
21. Tzeng, G. (2002). "Multicriteria Selection for a Restaurant Location in Taipei." *Hospitality Management*. 21, 171–187.
22. Vahidnia, M., Alesheikh, A., Alimohammadi, A. (2009). " Hospital Site Selection Using Fuzzy AHP and its Derivatives." *Journal of Environmental Management* xxx, PP.1-9.
23. Wang, Y. (2008). "On the Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications." *European Journal of Operational Research* 186, 735–747.
24. Wu, C., Lin, C., Chen, H. (2007). "Integrated Environmental Assessment of the Location Selection with Fuzzy Analytical Network Process." *Springer Science*.
25. Wu, C., Lin, C., Cheng, H., (2007). "Optimal Selection of Location for Taiwanese Hospitals to Ensure a Competitive Advantage by Using the Analytic Hierarchy Process and Sensitivity Analysis." *Building and Environment* 42, 1431–1444.
26. Wu, W., Lee, Y. (2007). "Selecting Knowledge Management Strategies by using the Analytic Network Process", *Expert Systems with Applications*. Vol. 32, No. 3, pp. 841–847.
27. Yang, J. (1997). "An AHP Decision Model for Facility Location Selection." *MCB University*. Volume 15. pp. 241–254.

28. Zdemir, Z. Ayag, R.G., (2009). "A Hybrid Approach to Concept Selection through Fuzzy Analytic Network Process." *Computers & Industrial Engineering* 56, 368–379.