مکانیابی شهرک های صنعتی با توجه به معیارهای حمل و نقلی با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل شبکه ای(ANP)

فرشیدرضا حقیقی[1] ، صابر ملاپور[2]
۱- استادیار گروه راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل ونقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ایران

چکیده
امروزه شهرک های صنعتی جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد کشور ایران دارند و یکی از اساسی‌ترین محورهای توسعه اقتصادی محسوب می‌شوند، به طوری‌که سهم به سزایی در ایجاد اشتغال مولد و سالم، کاهش نرخ بیکاری، استفاده بهتر و مناسب‌تر از منابع تولید، توسعه فن‌آوری و پژوهش های علمی، توسعه صادرات و در مجموع نیازهای معیشتی جامعه ایفا می‌کنند. مدیران و تصمیم گیران صنعتی با توجه به دیدگاه های آمایش و استراتژی توسعه صنعتی مکان هایی را برای تجمع واحدهای صنعتی به صورت شهرک صنعتی انتخاب و سازماندهی می کنند. عوامل متعددی چون عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی، عوامل طبیعی، عوامل زیست محیطی و ... عوامل تاثیرگذار در مکانیابی شهرک های صنعتی می باشند و از میان عوامل فوق معیارهای حمل ونقلی نقشی اساسی دارند که در این تحقیق ضمن بررسی معیارهای حمل ونقلی موثر در مکانیابی شهرک های صنعتی، با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه ای ANP و سیستم اطلاعات جغرافیاییGIS، اقدام به انتخاب مکان بهینه جهت استقرار شهرک صنعتی در شهرستان بابل و ارزیابی شهرک های صنعتی موجود شد. نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب می باشد که از میان معیارهای حمل ونقلی، دسترسی شهری با وزن نرمال ۰/۱۸۰۴ از بیشترین اولویت و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی نیز از کمترین اهمیت برخوردار است. همچنین با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای حمل ونقلی مناسب ترین مکان جهت استقرار شهرک جدید شمال‌شرقی شهرستان بابل در مجاورت روستای منصورکنده می‌باشد.

کلید واژه: مکانیابی، فرآیند تحلیل شبکه ای، شهرک های صنعتی، معیارهای حمل ونقلی، GIS.

۱- مقدمه

تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و رشد شتابان شهرها در دهه های اخیر منجر به تحولات عمیقی در شهرهای کشور شده است. اثرات این تغییرات و تحولات که به صورت تغییر شکل کالبدی و توسعه فضایی شهرها تبلور یافته نتایج مناسبی در شهرهای کشور نداشته است و باعث توزیع نامناسب خدمات و عدم مکان گزینی صحیح آنها شده است. انتخاب مکان مناسب برای شهرک های صنعتی با توجه به دیدگاه های آمایش و استراتژی توسعه صنعتی و سازماندهی آن نیازمند آشنایی با تعاریف مکان بهینه و شهرک های صنعتی می باشد.

درحالت کلی مکان بهینه برای استقرار تسهیلات، مکانی است که بتوان در آن به بیشترین استفاده (ازنظرکمی) و در عین حال بهترین استفاده (ازنظر کیفی) از تسهیلات ذکرشده رسید[۱]. همچنین شهرک صنعتی مکانی است دارای محدوده و مساحت معین که موقعیت مکانی آن طبق ضوابط و اصول مکانیابی پروژه های صنعتی و بر اساس استراتژی توسعه شهرک های صنعتی کشور معین شده و تاسیسات زیربنایی و خدمات فنی مورد نیاز در رابطه با نوع فعالیت صنعتی در آن استقرار می یابد[۲]. با وجود اینکه از تاسیس اولین شهرک ها و مجتمع های صنعتی در ایران بیش از نیم قرن می گذرد، اما متاسفانه هنوز برخی از این شهرک ها به دلیل مکان گزینی نامناسب نتوانسته اند به موفقیت دست یابند. هدف از انجام این تحقیق بررسی وضع موجود و شناخت کامل از وضعیت مکان‌یابی شهرک های صنعتی و در مرحله بعد دستیابی به الگوی بهینه و ضوابط و مقررات خاص جهت مکان یابی این فضاها می باشد. برای دستیابی به این هدف در این تحقیق سعی شده است با استفاده از تلفیق مدل فرآیند تحلیل شبکه ای ANP[1] وسیستم اطلاعات جغرافیایی GIS[2]، مکان یابی صحیح و علمی برای شهرک های صنعتی شهرستان بابل براساس معیارهای حمل ونقلی انجام پذیرفته و قابلیت بکارگیری این روش نیز مطرح شود.

1-farshidreza@gmail.com
2-Eng.mollapour@yahoo.com

1-Analytic Network Process
2-Geographic information system

۲- انواع مدل های مکانیابی

مدل های مکان یابی برای پیش بینی محدودیت ها و بررسی امکانات و ایجاد ارتباط بین آنها به کار گرفته شده است. این مدل ها برآنند که با استخراج قوانین عمومی براساس عوامل و متغییرهای موثر بر مکان یابی، ساختار موجود مکان فعالیت ها را توضیح داده و بهترین مکان استقرار را معرفی کنند[۳]. اساساً مدل نمادی از واقعیت است که مهمترین ویژگی های وضعیت دنیای واقعی را به صورت ساده و کلی بیان می دارد و برداشتی است از واقعیت که برای توضیح مفاهیم و تقلیل پیچیدگی جهان، به نحوی که قابل درک بوده و ویژگی های آن به راحتی مشخص شود، به کار می رود. مدل ها را می توان به طرق مختلف دسته بندی نمود، اساساً مدل ها به دو دسته ی فیزیکی و انتزاعی تقسیم می شوند[۴].

۲-۱- مدل فیزیکی

مدل های فیزیکی به راحتی قابل درک بوده و اکثریت مردم با آنها آشنا هستند. این نوع مدل ها ماکت کوچک شده از شیء مورد مطالعه هستند. با وجود آنکه سالیانی است برنامه ریزان شهری و معماران مدل های کوچک شده فیزیکی را برای طراحی مراکز شهری مورد استفاده قرار می دهند، اما این مدل ها قادر به توصیف کامل رفتار سیستم مورد نظر برنامه ریزان نیستند [۴].

۲-۲- مدل انتزاعی

مدلی است که به جای وسایل فیزیکی از نمادها برای نمایش موقعیت جهانی واقعی استفاده می کند. زمانیکه برنامه ریزان شهری توجه شان از جنبه های سه بعدی طراحی به نمایش روابط عملکردی و فرایند بنیادی تحولات شهری معطوف گردد، مدل های انتزاعی از مدل های فیزیکی بسیار مفیدترخواهند بود. مدل های انتزاعی خود به دو دسته ریاضی و رقومی تقسیم می شوند [۴]. مدل های ریاضی نوعی از مدل های انتزاعی هستند که در آنها یک عبارت جبری یا فرمول ریاضی، شامل پارامترها، ثابت ها و متغیرها جایگزین اشیاء ، نیروها و پدیده ها می شوند. . از انواع مدل های ریاضی که در مطالعات امور شهری به کار می رود، می توان به مدل جاذبه، مدل منطق بولین، مدل شاخص وزنی، مدل لاری، مدل فازی، مدل دسترسی، مدل تحلیل سلسله مراتبیAHP، مدل تحلیل شبکهای ANP و ... اشاره کرد. همچنین مدل رقومی مدلی است که اشیاء واقعی را با استفاد ه از فرمول های ریاضی و پردازش های رایانه ای به صورت نقشه دو بعدی یا سه بعدی ترسیم می کند. به نحوی که تجسمی از واقعیت در ذهن بیننده ایجاد می شود. این مدل ها سال ها پیش از به کارگیری رایانه ها در ریاضیات و گرافیک به وجود آمدند و در حال حاضر سهم عمده ای در تحلیل ها و ساخت مد ل ها در علوم زمین دارند[۴-۷].

۳- روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا پس از بررسی مبانی نظری مرتبط با موضوع مکانیابی شهرک‌های صنعتی و همچنین با توجه به شرایط و خصوصیات منطقه مورد مطالعه، هشت معیار به عنوان مهمترین معیارهای حمل‌ونقلی انتخاب می‌شود سپس به منظور وزندهی و رتبه‌بندی آنها از لحاظ اهمیت، اقدام به تهیه پرسش‌نامه و بکارگیری تکنیک ANP و استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان شد. در ادامه با تهیه وتلفیق نقشه لایه‌های اطلاعاتی و تجزیه و تحلیل‌های مربوطه در GIS با بکارگیری نرم‌افزار ARC GIS واعمال وزن نهایی حاصل از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP به لایه‌ها، مکان بهینه برای احداث شهرک صنعتی جدید شناسایی و معرفی می‌شود. براساس تعریف سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یکی از سیستم‌های مطرح هستند که قادرند با تلفیق نرم افزار و سخت افزارهای رایانه، اطلاعات(به ویژه اطلاعات مکانی) را آماده و هدایت نمایند. «این سیستم مراحل تغذیه، ذخیره سازی، اصلاح، تجزیه و تحلیل و در نهایت نمایش داده های جغرافیایی را به عهده دارند.» امروزه تقریباً تمام رشته‌های علمی که به اطلاعات مرتبط با عنصر مکان و موقعیت اشیاء و عوارض بر روی زمین نیاز دارند و یا از آن می توانند بهره برند، مشتری بالقوه ای برای GIS محسوب می شوند[۸]. همچنین فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP، یکی از مدل‌های ریاضی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که در سال ۱۹۹۶ پروفسور توماس ساعتی گسترش یافت. فرآیند تحلیل شبکه ای چون حالت عمومی AHP و شکل گسترده آن است[۹]، علاوه بر دارا بودن تمام ویژگی های مثبت AHP، ارتباطات پیچیده (وابستگی های متقابل و بازخورد) بین و میان عناصر تصمیم را با بکارگیری ساختار شبکه ای بجای ساختار سلسله مراتبی در نظر می‌گیرد لذا در سال های اخیر استفاده از ANP بجای AHP در اغلب زمینه ها افزایش پیدا کرده است [۱۰]. بطور کلی فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP را می‌توان در چهار مرحله زیر خلاصه کرد:[۱۱] و[۱۲].

۱- شناسایی معیارها و ساخت مدل

۲- شناسائی روابط درونی و تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و تعیین بردار اولویت

۳- تشکیل سوپر ماتریس و تبدیل آن به سوپر ماتریس حد

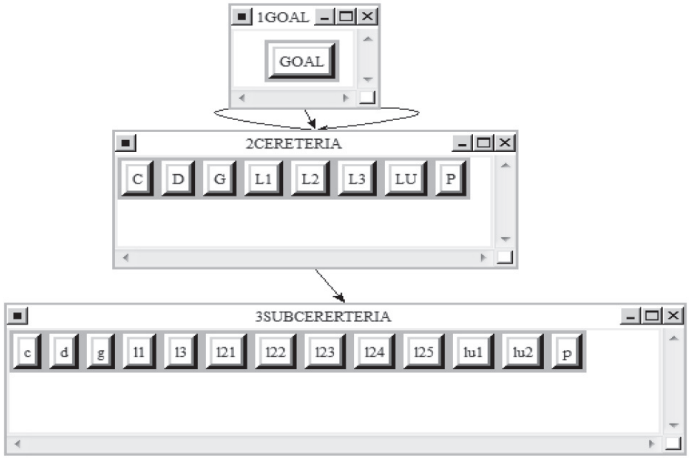
۴- آزمون سازگاری و انتخاب گزینه برتر.

۳-۱- تعریف عامل

دراین تحقیق بعد از بررسی در مطالعات گذشته با نظرکارشناسان مربوطه از میان معیارهای تاثیرگذار، ۸ معیار حمل‌ونقلی زیر به عنوان مهمترین معیارها در مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفته است:

معیارها	نماد	زیرمعیارها	نماد	توضیح اثباتی
دسترسی به شبکه راه جاده ای	L_1	-	-	کاهش زمان سفر،کاهش هزینه
دسترسی شهری	L_2	فاصله از مرکز شهرهای اطراف	L_{21}	افزایش دسترسی به نیروی کار، بازار مصرف و مواد اولیه و کاهش هزینه
		فاصله از مرکز استان	L_{22}	
		فاصله از مرکز کشور	L_{23}	
		فاصله از مرز محدوده شهری	L_{24}	
		فاصله از مراکز تولید / مصرف	L_{25}	
دسترسی به حمل ونقل عمومی	L_3	-	-	کاهش آلودگی در شهرهای بزرگ، کاهش ترافیک، راحتی در تردد
ظرفیت شبکه معابر موجود	D	-	-	کاهش هزینه احداث معابر جدید، کاهش ترافیک عبوری
توپوگرافی/ شیب	G	-	-	کاهش هزینه استقرار،افزایش‌دسترسی
کاربری زمین	L_U	نوع کاربری	L_{U1}	تغییرات کاربری باعث افزایش تولید سفر و نیازهای ترافیکی و نیاز به تسهیلات ترافیکی خواهد شد.
		همخوانی کاربری های مجاور و عدم مزاحمت	L_{U2}	
هزینه	C	-	-	هر چقدر کمتر هزینه کل کاهش میابد. (مبنا:شیب زمین،دسترسی و فاصله از مراکز جمعیتی)
جمعیت	P	-	-	هر چقدر جمعیت بیشتر تامین نیروی کار راحت‌تر خواهد بود

جدول۱: معیارها و زیرمعیارهای مدل و نمادهای مورد استفاده



شکل ۱: نمودار ANP اولویت معیارها در نرم افزار Super decision

۳-۲-تهیه پرسش‌نامه و بکارگیری تکنیک ANP

دراین تحقیق برای محاسبه وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارهای منتخب از تکنیک فرآیند تحلیل‌شبکه‌ایANP و نظر ۱۳ نفر از کارشناسان مربوطه و نرم افزارSuper decision استفاده گردید. در گام نخست فرآیند تحلیل شبکه‌ای بعد از شناسایی معیارها و ساخت مدل، اقدام به مقایسه زوجی عناصر هشتگانه ماتریس براساس هدف و تعیین بردار ویژه W21 شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود براساس هدف پژوهش معیار هزینه با وزن نرمال ۰/۱۹۱ از بیشترین اولویت و معیار دسترسی به حمل‌ونقل عمومی نیز از کمترین اهمیت برخوردار است.

همچنین از آنجاییکه برخی از معیارها شامل یکسری زیرمعیار می‌باشند، انجام مقایسات زوجی برای زیرمعیارها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد که مطالق با جداول زیر می‌باشد:

معیار	L_1	L_2	L_3	D	G	LU	C	P	بردار ویژه W_{21}
L_1	۱	۲/۰۴۶	۳/۲۶۳	۰/۸۸۲	۱/۱۵۰	۱/۱۴۰	۰/۶۱۹	۲/۴۳۰	۰/۱۶۰
L_2	۰/۴۸۹	۱	۱/۱۴۰	۰/۶۴۱	۰/۹۰۹	۱/۳۸۹	۰/۴۷۶	۲/۲۵۹	۰/۱۰۷
L_3	۰/۳۰۶	۰/۸۷۷	۱	۰/۴۶۱	۰/۶۵۱	۱/۱۴۰	۰/۵۰۱	۱/۳۸۹	۰/۰۸۳
D	۱/۱۳۳	۱/۵۶۰	۲/۱۶۸	۱	۰/۹۴۴	۱/۳۲۰	۰/۸۱۲	۲/۱۰۰	۰/۱۵۳
G	۰/۸۶۹	۱/۱۰۰	۱/۵۳۷	۱/۰۶۰	۱	۱/۱۶۵	۰/۷۴۳	۳/۳۴۹	۰/۱۴۲
L_U	۰/۸۷۷	۰/۷۲۰	۰/۸۷۷	۰/۷۵۷	۰/۸۵۸	۱	۰/۵۹۰	۲/۱۳۲	۰/۱۰۶
C	۱/۶۱۶	۲/۱۰۰	۱/۹۹۶	۱/۲۳۱	۱/۳۴۶	۱/۶۹۴	۱	۲/۶۱۷	۰/۱۹۱
P	۰/۴۱۲	۰/۴۴۳	۰/۷۲۰	۰/۴۷۶	۰/۲۹۹	۰/۴۶۹	۰/۳۸۲	۱	۰/۰۵۸

شکل ۱: نمودار ANP اولویت معیارها در نرم افزار سوپردسیژن

	L_{21}	L_{22}	L_{23}	L_{24}	L_{25}	بردار ویژه
L_{21}	۱	۱/۳۳۴	۱/۷۹۵	۱/۰۰۰	۰/۲۱۰	۰/۱۳۹
L_{22}	۰/۷۵۰	۱	۰/۸۹۲	۰/۴۰۷	۰/۲۴۵	۰/۰۹۳
L_{23}	۰/۵۵۷	۱/۱۲۱	۱	۰/۵۶۳	۰/۲۲۴	۰/۰۹۶
L_{24}	۱/۰۰۰	۲/۴۵۷	۱/۷۷۷	۱	۰/۲۷۹	۰/۱۶۷
L_{25}	۴/۷۶۸	۴/۰۸۲	۴/۴۶۳	۳/۵۸۲	۱	۰/۵۰۵

جدول۳: تعیین اولویت زیرمعیارهای دسترسی شهری

براساس بردار ویژه بدست آمده زیر معیار فاصله از مراکز تولید/ مصرف با وزن نرمال ۵۰۵,۰ در اولویت اول و زیر معیار فاصله از مرکز استان با وزن نرمال ۳۹۰,۰ در اولویت آخر قرار دارد.

	LU_1	LU_2	بردار ویژه
LU_1	۱	۰/۴۶۹	۰/۳۱۹
LU_2	۲/۱۳۴	۱	۰/۶۸۱

جدول ۴: تعیین اولویت زیرمعیارهای کاربری زمین

براساس بردار ویژه بدست آمده، زیر معیار همخوانی با کاربری‌های مجاور و عدم مزاحمت با وزن نرمال ۰/۶۸۱ در اولویت اول قرار دارد و زیر معیار نوع کاربری با وزن نرمال ۰/۳۱۹ در اولویت آخر قرار دارد.

گام سوم مدل تحقیق، محاسبه روابط درونی معیارهای اصلی جهت بدست آوردن سوپرماتریس W22 است. از آنجاییکه معیارهای اصلی بریکدیگر تاثیر دارند در مقایسه زوجی ۸ معیار، ابتدا یکی از معیارها ثابت درنظرگرفته می‌شود و سپس هفت گزینه دیگر با عنایت به گزینه ثابت، با یکدیگر مقایسه می‌شوند. بنابراین هشت ماتریس خواهیم داشت که از ترکیب بردار ویژه این هشت ماتریس، ماتریس نهائی W22 استخراج خواهد شد. . با توجه به روابط شناسائی شده در مطالعه حاضر، سوپرماتریس این مطالعه به صورت زیر خواهد بود:

$$W= \begin{array}{l} \\ \text{معیارهای اصلی} \\ \text{زیرمعیارها} \end{array} \begin{array}{c} \text{هدف} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & 0 \end{pmatrix} \end{array} \quad (۱)$$

در این سوپرماتریس:

- بردار W21 اثر هدف را بر روی هریک از معیارهای نشان می‌دهد.

- بردار W22 نشان دهنده مقایسه زوجی روابط بین معیارهای اصلی می‌باشد.

- بردار W23 نشان دهنده تاثیر معیارهای اصلی بر زیرمعیارها است.

- درایه‌های صفر نیز گویای بی‌تأثیر بودن فاکتورها در محل تلاقی سطر و ستون بر یکدیگر است.

با توجه به محاسبات انجام گرفته در گام‌های اول تا سوم سوپرماتریس ناموزون(اولیه) به‌صورت

جدول ۵ قابل محاسبه است:

	GOAL	C	D	G	L1	L2	L3	LU	P
GOAL	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C	۰/۱۹۱	۰	۰/۱۱۷	۰/۰۶۷	۰/۱۵۷	۰/۱۵۸	۰/۱۰۰	۰/۱۰۱	۰/۰۷۲
D	۰/۱۵۳	۰/۱۷۳	۰	۰/۱۳۱	۰/۰۵۷	۰/۱۷۸	۰/۱۸۶	۰/۱۲۱	۰/۱۵۸
G	۰/۱۴۲	۰/۱۱	۰/۱۲۷	۰	۰/۰۷۱	۰/۱۶۳	۰/۱۳۰	۰/۱۲۹	۰/۱۲۱
L_1	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۵۶	۰/۱۱۷	۰	۰/۱۲۵	۰/۱۰۸	۰/۱۹۴	۰/۱۱۴
L_2	۰/۱۰۷	۰/۲۸۹	۰/۱۵۳	۰/۲۳۱	۰/۲۰۴	۰	۰/۲۲۸	۰/۲۵۹	۰/۲۴۶
L_3	۰/۰۸۳	۰/۰۵۹	۰/۱۳۶	۰/۰۶۳	۰/۰۴۴	۰/۰۸۶	۰	۰/۰۷۳	۰/۰۷۹
L_U	۰/۱۰۶	۰/۱۲۸	۰/۱۱۹	۰/۲۱۰	۰/۳۸۴	۰/۱۷۶	۰/۱۷۵	۰	۰/۲۱
P	۰/۰۵۸	۰/۱	۰/۱۹۱	۰/۱۸۲	۰/۰۸۲	۰/۱۱۵	۰/۰۷۳	۰/۱۲۲	۰
c	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
d	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
G	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
l_1	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰
l3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
l_{21}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۳۹	۰	۰	۰
l_{22}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹۳	۰	۰	۰
l_{23}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹۶	۰	۰	۰
l_{24}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶۷	۰	۰	۰
l_{25}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۰۵	۰	۰	۰
l_{u1}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۱۹	۰
l_{u2}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶۸۱	۰
p	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

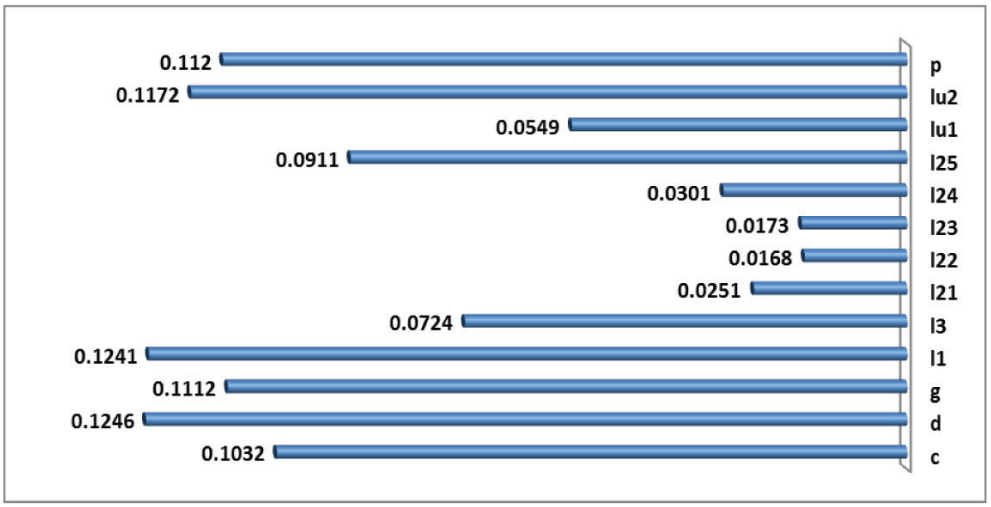
جدول ۵: سوپرماتریس ناموزون (اولیه)

با استفاده از مفهوم نرمال کردن، سوپرماتریس ناموزون به سوپرماتریس موزون (نرمال) تبدیل می‌شود. در سوپرماتریس موزون جمع عناصر تمامی ستون‌ها برابر با یک می‌شود. گام بعدی محاسبه سوپرماتریس حد می‌باشد که از به توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون بدست می‌آید. این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا تمامی عناصر سوپرماتریس شبیه هم شود. در این حالت تمامی درایه‌های سوپرماتریس برابر صفر خواهد بود و تنها درایه‌های مربوط به زیرمعیارها عددی می‌شود که در تمامی سطر مربوط به آن درایه تکرار می‌شود.

	GOAL	C	D	G	L1	L2	L3	LU	P
GOAL	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C	۰/۱۹۱	۰	۰/۵۹	۰/۰۳۳۵	۰/۰۷۸۵	۰/۰۷۹	۰/۰۵	۰/۰۵۰۵	۰/۰۳۶
D	۰/۱۵۳	۰/۰۸۶	۰	۰/۰۶۵۵	۰/۰۲۸۵	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳	۰/۰۶۰۵	۰/۰۷۹
G	۰/۱۴۲	۰/۰۵۵	۰/۰۶۴	۰	۰/۳۵۵	۰/۰۸۱۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۴۵	۰/۰۶۰۵
L_1	۰/۱۶	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۵۸۵	۰	۰/۰۶۲۵	۰/۰۵۴	۰/۰۹۷	۰/۰۵۷
L_2	۰/۱۰۷	۰/۱۴۵	۰/۰۷۶	۰/۱۱۵۵	۰/۱۰۲	۰	۰/۱۱۴	۰/۱۲۹۵	۰/۱۲۳
L_3	۰/۰۸۳	۰/۰۳۰	۰/۰۶۸	۰/۰۳۱	۰/۰۲۲	۰/۰۴۳	۰	۰/۳۶۵	۰/۳۹۵
L_U	۰/۱۰۶	۰/۰۶۴	۰/۰۵۹	۰/۱۰۵	۰/۱۹۲	۰/۰۸۸	۰/۰۸۷۵	۰	۰/۱۰۵
P	۰/۰۵۸	۰/۰۵	۰/۰۹۶	۰/۰۹۱	۰/۰۴۱	۰/۰۵۷۵	۰/۰۳۶۵	۰/۰۳۰۵	۰
c	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
d	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
G	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰
l_1	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰
l3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰
l_{21}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۶۹۵	۰	۰	۰
l_{22}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۶۵	۰	۰	۰
l23	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۸	۰	۰	۰
l_{24}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۳۵	۰	۰	۰
l_{25}	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵۲۲	۰	۰	۰
l_{u1}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵۹۵	۰
l_{u2}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۴۰۵	۰
p	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵

جدول ۶: سوپرماتریس موزون

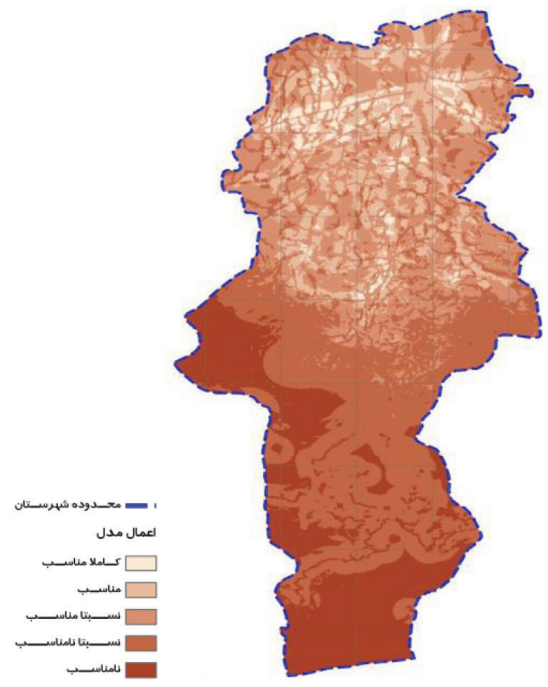
درنهایت براساس محاسبات صورت گرفته و سوپرماتریس حد، خروجی نرم‌افزار سوپردسیژن برای تعیین اولویت نهائی معیارها و زیرمعیارها مطابق با شکل ۲ می‌باشد.



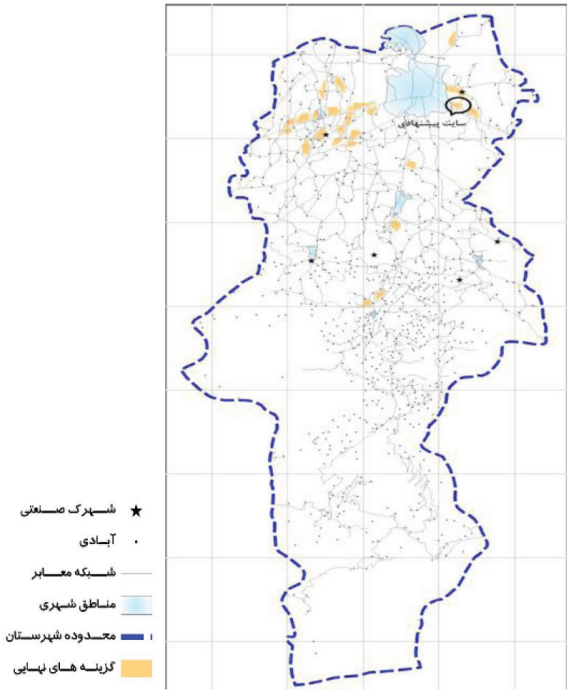
شکل۲: اولویت نهائی معیارها و زیر معیارهای تحقیق

۴- حل مسئله موردی

در این مرحله بعد از تهیه لایه های اطلاعاتی مربوط به هر یک از معیارهای تاثیرگذار و اعمال وزن حاصل از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تلفیق لایه ها در محیط GIS خروجی نهایی مدل برای منطقه مورد مطالعه (شهرستان بابل به عنوان پرجمعیت‌ترین شهرستان استان مازندران)[۱۳] تهیه و مناسب‌ترین مکان ، که پتانسیل مطلوب برای احداث شهرک های صنعتی را داراست مطابق با شکل ۳ و ۴ مشخص شد. با توجه به لایه های تهیه شده و با در نظر گرفتن تمامی معیارهای حمل ونقلی تاثیرگذار، مناسب‌ترین مکان جهت احداث شهرک صنعتی در شمال شرقی شهرستان بابل در مجاورت روستای منصورکنده در زمینی صاف و مسطح و فاصله ۲۹۲ متر از بزرگراه بابل- قائمشهر با مساحتی حدود ۶۱ هکتار و امتیاز کلی ۷/۷۱ می باشد.



شکل ۳. خروجی گرافیکی حاصل از مدل ANP درمحیط GIS



شکل ۴. پهنه های پیشنهادی

همچنین بررسی های صورت گرفته بر روی شهرک های صنعتی موجود در شهرستان بابل براساس مدل پیشنهادی بیانگر این مطلب می باشد که ناحیه صنعتی درون کلا در مکان نامناسب و ناحیه صنعتی لاله آباد در مکان کاملا مناسب احداث شده است که براساس شرایط موجود با دنیای واقعی نیز مطابقت دارد.

۵- نتیجه گیری

بررسی های انجام گرفته در زمینه اثرات معیارهای حمل ونقلی در مکانیابی بخش صنعت نشان می دهد که در برنامه ریزی های گذشته، اثرات آن از دیدگاه تصمیم‌گیران پنهان بوده است و بسیاری از شهرک های صنعتی بدون توجه به معیارهای حمل ونقلی جانمایی شده است که حاصل چنین اقداماتی عدم رونق این شهرک ها طی سال های اخیر بوده است. نتایج این پژوهش بیانگر موارد زیر می باشد:

۱- عواملی چون دسترسی به شبکه راه جاده‌ای، دسترسی شهری (شامل: فاصله از شهرهای اطراف، فاصله از مرکز استان، فاصله از مرکز کشور، فاصله از مرز محدوده شهری و فاصله از مراکز تولید و مصرف)، دسترسی به حمل ونقل عمومی، ظرفیت شبکه معابر موجود، توپوگرافی، کاربری زمین

(شامل: کاربری زمین موجود و همخوانی با کاربری های مجاور و عدم مزاحمت برای سایر کاربری ها) و تراکم جمعیت از جمله معیارهای حمل و نقلی موثر بر مکان یابی شهرک های صنعتی می باشند.

۲- چنانچه معیارها را به صورت کاملاً مستقل و در یک ساختار سلسله‌مراتبی در نظر بگیریم آنگاه هزینه با وزن نرمال ۰/۱۹۱ از بیشترین اهمیت و معیار دسترسی به حمل‌ونقل عمومی نیز از کمترین اهمیت برخوردار است که کمی با واقعیت مطابقت ندارد.

۳- چنانچه معیارهای مطرح شده در یک ساختار مناسب سازمان دهی و وابستگی درونی بین معیارها و زیرمعیارهای موثر از طریق فرآیند تحلیل شبکه ای ANP در نظرگرفته شود آنگاه معیار دسترسی شهری با وزن نرمال ۰/۱۸۰۴ از بیشترین اهمیت و معیار دسترسی به حمل‌ونقل عمومی نیز از کمترین اهمیت برخوردار است.

۴- بررسی‌های صورت گرفته بر روی مدل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS بیانگر این است مناسب ترین مکان جهت احداث شهرک‌صنعتی شمال شهرستان بوده و با حرکت به سمت مناطق جنوبی شهر از میزان مطلوبیت آن کاسته خواهد شد.

۵- نتایج حاصل از این تحقیق پیرامون در نظرگیری معیارهای حمل ونقلی در مکان یابی شهرک های صنعتی مشخص کرد برخی از شهرک ها و نواحی صنعتی موجود در سطح شهرستان بابل مانند ناحیه صنعتی درونکلا امتیازات لازم را جهت استقرار کسب نکرده اند که این امر نشان دهنده عدم توجه به معیارهای حمل ونقلی در استقرار آنها می باشد. همچنین در شهرک صنعتی بندپی توجه کمی به اثرات معیارهای حمل ونقلی شده و در شهرک صنعتی منصورکنده و ناحیه صنعتی لاله آباد اثرات حمل ونقلی کاملا در نظر گرفته شده است.

۶- مراجع

۱- پورمعلم،ن.،کامرانی،م. و محمدی،ا.، مکانیابی بهینه ایستگاه های آتشنشانی، (۱۳۹۰) ، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل ونقل و ترافیک.

۲- اسماعیلیان ، ع.، بررسی شهرک های صنعتی در استان اصفهان، (۱۳۸۳)، مجله اقتصادی - معاونت اقتصادی، دوره دوم، سال چهارم، شماره۲۳ ، صفحه ۳۵-۶۰.

۳- خلیلی،احمد.، مکان گزینی اراضی مناسب برای احداث شهرک صنعتی با استفاده از GIS و مدل AHP، مطالعه موردی: ناحیه ماکو- چالدران، (۱۳۸۷)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۴- اسکوئی،ع.، بررسی مکان یابی فرودگاه، (۱۳۹۱)، سمینار دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۵- پرهیزگار،ا.، مدل‌های جاذبه و دسترسی در برنامه¬ریزی شهری و ناحیه ای، (۱۳۹۰)، نشریه مدرس علوم انسانی، شماره ۸، صفحه: ۱۱۸-۱۳۰.

۶- تصمیم گیری برای مدیران، (۱۳۷۷)، ساعتی، ت، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، تهران.

7- Zimmermann, H.J.,(2010), Fuzzy set theory, Advanced Review, Wiley & Sons, Inc. WIREs Comp Stat, pp. 2317–332.

۸- حبیبی،ک. و زندی بختیاری،پ.، مکانیابی محل دفن مواد زائد و جامد شهری، مطالعه موردی: شهر سنندج، (۱۳۸۴)، مجله هنرهای زیبا دانشگاه تهران.

9 -Saaty, T.L., (1999), Fundamentals of the Analytic Network Process, Proceedings of ISAHP 1999, Kobe, Japan.

10- Jharkharia, S. and Shankar, R., (2007), Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP), Omega, Vol. 35, No. 3, pp. 274-289.

11- Lee, H. et al., (2009), Selection of technology acquisition mode using the analytic network process, Mathematical and Computer Modeling, Vol. 49, pp. 1274-1282.

12-Carlucci, D. & Schiuma, G. (2008), Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value creation dynamics, Expert Systems with Applications, Vol. 36, Issue 4, pp. 7687-7694.

۱۳- سرشماری عمومی نفوس و مسکن، (۱۳۹۰)، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، مرکز آمار ایران.