تعیین جهات بهینهٔ توسعهٔ شهر بر اساس پارامترهای محیطی (مورد: شهر بابلسر)

عزت‌اله قنواتی[1*]، آزاده عظیمی[2]، امین فرجی ملایی[3]

1- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت معلم تهران، ایران
2- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران
3- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، ایران

دریافت: 90/2/11 پذیرش: 90/8/4

چکیده

هدایت و تعیین جهت رشد کالبدی شهر یکی از اصولی‌ترین مسائل مرتبط با مباحث توسعهٔ پایدار با هدف بهینه‌سازی رشد شهر است. از آنجایی که زمین‌های پیرامونی شهر به‌ویژه در شهرهای ایران به‌عنوان محیط پشتیبان شهر مورد توجه‌اند و در عین حال، بخش بسیاری از شهرهای ایران در پسکرانهٔ زمین‌های کشاورزی ایجاد شده‌اند؛ بنابراین توجه به تعیین جهتی برای رشد کالبدی شهر - که در آن به زمین‌های کشاورزی کمترین آسیب وارد شده و در ارتباط با سایر پارامترهای طبیعی چون گسل و ساختار زمین‌شناسی، جهت باد، سطوح آب‌های زیرزمین و غیره نیز بهترین شرایط را داشته باشد - یکی از مسائل مهم در مفاهیم نظری برنامه‌ریزی محیطی است. هدف این مقاله، بررسی و تعیین بهترین جهات رشد کالبدی شهر بابلسر بر مبنای مجموعه‌پارامترهای طبیعی مانند سطوح آب‌های زیرزمینی، گسل و ساختار زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی، جهت باد و حریم آبراه است. برای تعیین جهت بهینهٔ رشد کالبدی شهر بابلسر، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی **AHP** و **ELECTRE** استفاده شده است. در این روش‌ها پنج گزینه یعنی محور غربی، شرقی، جنوبی، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی بر مبنای شاخص‌های پنج‌گانه بررسی شده‌اند. نتایج محاسبات نشان می‌دهد دو محور غربی و شرقی بیشترین اولویت را جهت هدایت رشد کالبدی شهر بابلسر دارند.

واژه‌های کلیدی: جهت بهینه، پارامترهای محیطی، **AHP**، **electre**، بابلسر.

---

*نویسندهٔ مسئول مقاله: Email: eghanavati@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

1- طرح مسئله

شکل‌گیری و پیدایش شهرها به‌عنوان موجودی زنده، در بستری طبیعی صورت می‌گیرد که در مفاهیم نظری برنامه‌ریزی شهری، از آن به مظروف ظرف شهر (رهنمایی و شاه‌حسینی، 1387) یاد می‌کنند. شهرها در طول زمان و متناسب با روند رشد جمعیتی خود در ابعاد کالبدی رشد کرده، زمین‌های پیرامون خود را زیر ساخت‌وساز راه‌ها و انواع مختلف کاربری می‌برند. در عین حال، عواملی مثل بورس‌بازی زمین و معاملات قماری زمین به توسعهٔ ناموزون شهرها منجر می‌شود (شکویی، 1373: 2). در این میان از آنجایی که بخش چشمگیری از شهرهای ایران در بستری طبیعی با پسکرانهٔ کشاورزی شکل گرفته‌اند، درنظر گرفتن مجموعه‌اصولی با هدف هدایت توسعهٔ فیزیکی شهر، یکی از ضروریات بنیادین به‌منظور حفظ زمین‌های کشاورزی و شکل‌گیری شهر در محیطی با کمترین خطر و آسیب ممکن است. تعیین نوع رشدی که هر زمینی ممکن است داشته باشد، بر محور ارزیابی زیست‌محیطی صورت می‌گیرد (مخدوم، 1372: 16). درواقع، بررسی و مطالعهٔ مکان بهینه برای فعالیت‌های مختلف در یک پهنهٔ جغرافیایی، این امکان را به جغرافی‌دانان و برنامه‌ریزان می‌دهد تا بر مبنای پارامترهای مطالعه‌شده انتخاب صحیحی برای ایجاد نوع خاصی از فعالیت داشته باشند (سرور، 1383: 20).

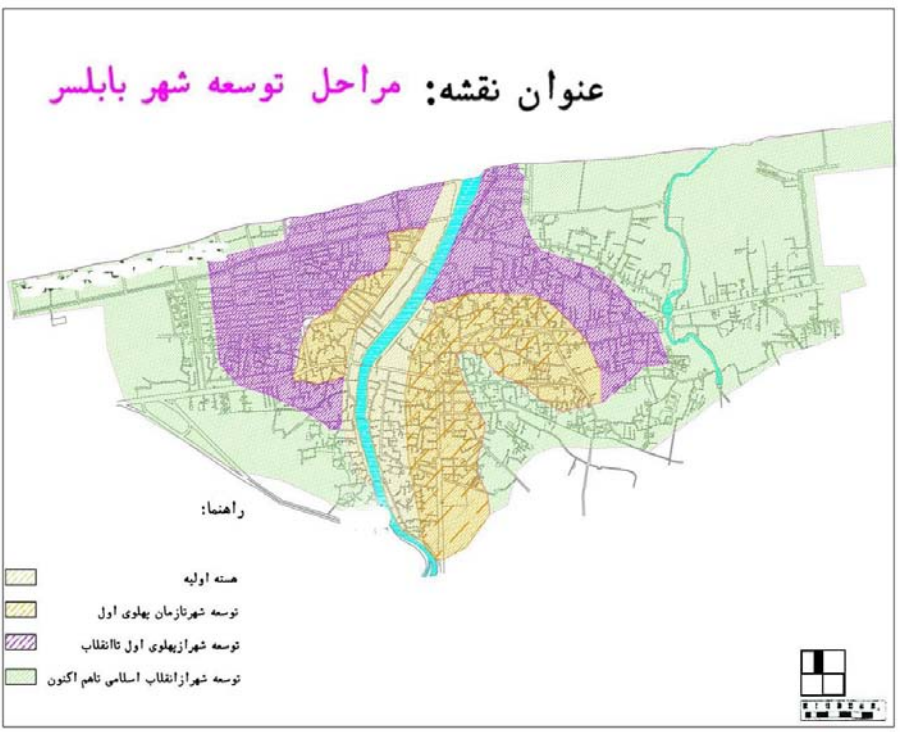
بررسی روند رشد کالبدی شهرهای ایران در دهه‌های گذشته، حاکی از تخریب گستردهٔ زمین‌های کشاورزی بر اثر رشد افقی بدون هدایت بهینه در راستای حفاظت زمین‌های کشاورزی است. درواقع، تعیین جهت بهینهٔ توسعهٔ شهری تلاشی است برای حفاظت از منطقهٔ پشتیبان شهر که به‌نحوی تأمین‌کنندهٔ اکوسیستم شهری است.

تحلیل و ارزیابی عوامل اساسی برای توسعهٔ کالبدی شهرها یکی از دل‌مشغولی‌های اصلی جغرافی‌دانان و برنامه‌ریزان شهری است. در شرایطی که در اغلب شهرها توسعهٔ کالبدی روندی سریع و فزاینده دارد، شناخت و مکان‌یابی زمین‌های مناسب برای توسعهٔ کالبدی شهرها بسیار ضروری است. در این مقاله، با استفاده از مدل AHP[1] و electre، شاخص‌ها و عوامل اساسی‌ای را که باید برای مکان‌یابی گسترش شهرها درنظر گرفت، در شهر بابلسر بر پایهٔ پنج معیار: سطح آب‌های زیرزمینی، نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی، جهت باد و حریم آبراه ارزیابی کرده‌ایم.

1. analysis hierarchical process

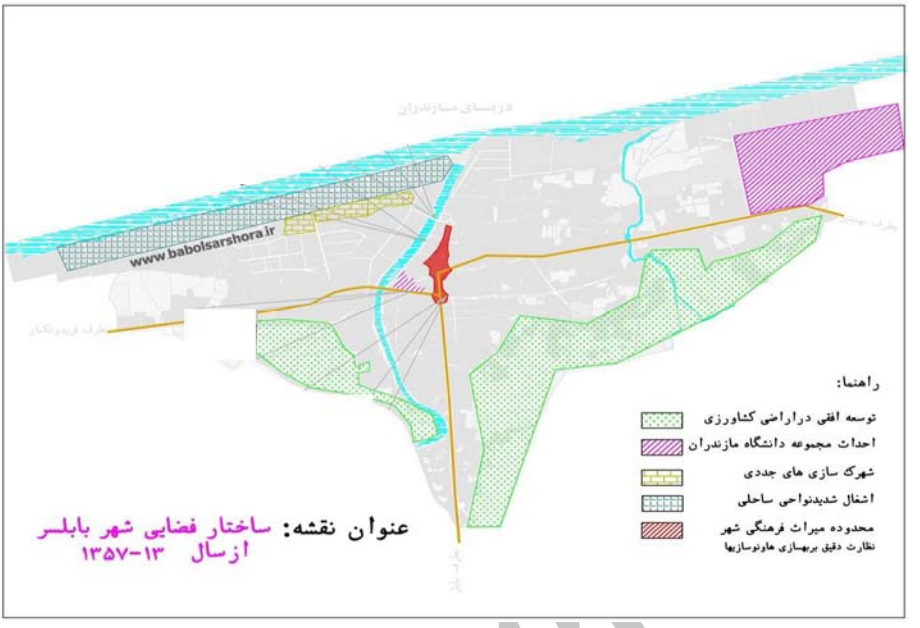
www.SID.ir

بررسی روند گسترش فیزیکی شهر بابلسر- آن‌چنان که در شکل شماره یک نشان داده شده- حاکی از رشد چشمگیر شهر در دوران پس از پیروزی انقلاب اسلامی است. شرایط اضطرار و نیز مهاجرت‌های گسترده به شهر بابلسر به رشد کالبدی شهر، بدون توجه به ضابطه و اصول شهرسازی، منجر شده و عامل ارزش اقتصادی زمین مبنای تعیین‌کننده در مکان‌گزینی اقشار کم‌درآمد در مناطق نامساعد شهری (از نظر اصول شهرسازی) شده است. درواقع، افراد مهاجر و گروه کم‌درآمد نواحی پیرامونی شهر را- که به علل مختلف مانند بالا بودن آب‌های زیرزمینی، کشاورزی بودن زمین‌ها، نزدیکی به آبراه‌ها و غیره ارزش پایینی از نظر اقتصادی داشته- تصرف کرده و موجب تخریب چندین هکتار از زمین‌های مرغوب کشاورزی شده‌اند. بر اساس شکل شماره دو، ساختار فضایی شهر بابلسر به‌نحوی شکل گرفته که بخش زیادی از زمین‌های کشاورزی را تخریب کرده است.



شکل 1 مراحل و روند توسعهٔ کالبدی شهر بابلسر

www.SID.ir



شکل 2 ساختار فضایی شهر بابلسر و تخریب زمین‌های کشاورزی

2- پیشینهٔ مطالعاتی

دربارهٔ تعیین جهت بهینهٔ توسعهٔ شهر و مکان‌یابی‌ها و انتخاب بهترین مکان‌ها برای اهداف مختلف، پژوهش‌های زیادی انجام شده است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: الدین و الدراندالی[1] (2004) برای تعیین مکان بهینه به‌منظور تسهیلات خاصی، سیستم جدیدی ارائه کردند. در این سیستم به‌کارگیری فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) از طریق کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی یکپارچه شده است. این سیستم دو ابزار اصلی AHP و GIS را به‌کار می‌گیرد. در سال 2002م واستاو و ناسوات در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن زباله در اطراف شهر رانسی با استفاده از RS[2] وGIS»، با درنظر گرفتن معیارهایی مانند زمین‌شناسی و گسل‌ها، شیب زمین، نوع سنگ مادر و خاک، آب‌های سطحی و عمق آب زیرزمینی، مرز شهری، شبکهٔ ارتباطی موجود، فاصله از فرودگاه و... و وزن‌دهی به شاخص‌ها از طریق

1. Eldin & Eldrandly
2. remote sensing

www.SID.ir

مقایسه‌های زوجی، پنج محل مجزا در اندازه‌های مختلف را جهت دفن زبالهٔ این شهر 500 هزار نفری انتخاب کردند (به نقل از حسام، 1389).

تاشین و پارکر[1] (1993) در مطالعهٔ خود به بررسی راهکارها و روش‌هایی پرداختند که بتوان بر مبنای آن، بهترین جهت توسعهٔ شهری را تعیین کرد. گوپتا و احمد[2] (1999) نیز در مقاله‌ای با عنوان «ژئومورفولوژی و مناطق شهری حاره[3]» شاخص‌هایی مانند دشت سیلابی، باتلاق‌های ساحلی، شیب‌های تند، تپه‌های ماسه‌ای، مجاورت با گسل، کمربند حاره‌ای و فرونشینی حاصل از برداشت بیش‌ازحد منابع آب در تعیین جهت توسعهٔ شهری را بررسی کردند. برخی پژوهش‌ها هم به نوع کاربری (زمین کشاورزی، زمین‌های آلوده و...) در تعیین جهت بهینهٔ شهر اشاره کرده‌اند (Hashiba et al., 1998; Ulbrich and Heckendorff, 1998).

در ایران هم دربارهٔ روندها و جهات رشد توسعهٔ فیزیکی شهر و تعیین جهت بهینهٔ آن پژوهش‌های زیادی انجام شده است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم: عبدالامیر کرم (1384) پژوهشی با عنوان «تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کالبدی در محور شمال‌غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری (MCE)[4] در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی» انجام داده و از معیارهایی مانند شیب، قابلیت زمین، فاصله از شهر و راه‌های اصلی و... استفاده کرده است. علی‌اصغر نظریان و سیمین تولایی نیز (1385) در پژوهشی با عنوان «تعیین جهت توسعهٔ فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی»، با استفاده از عواملی که در پیش‌بینی جهت توسعهٔ شهر درنظر گرفته می‌شوند (مانند فاصله از شهر، فاصله از جاده، فاصله از مراکز صنعتی، وجود خطوط گسل، شیب، ناهمواری‌ها و مسیل) اقدام به تعیین جهت گسترش شهر اندیمشک کرده‌اند. هادی سلیمانی‌مقدم نیز در پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خود با عنوان ***بررسی تحولات کالبدی شهر مشهد به تعیین جهات بهینه گسترش آن با استفاده از RS-GIS*** به این نتایج دست یافته است:

1- مهم‌ترین عوامل رشد کالبدی شهر مشهد طی سال‌های 1310- 1385 عوامل طبیعی و سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های دولتی، ازجمله طرح‌های جامع شهر بوده است.

1. Tashin & Parker
2. Gupta & Ahmad
3. "geomorphology and urban tropics"
4. multiple criteria evaluation

www.SID.ir

2- جهات گسترش شهر در دورهٔ مورد مطالعه، مطلوب برنامهٔ طرح جامع شهر نبوده است. شهر در جهت شمال و شمال‌شرق رشد بسیار سریعی داشته است و زمین‌های بایر و مرغوب کشاورزی را به زیر ساخت‌وساز برده است.

3- جهات مناسب برای رشد پیوستهٔ آیندهٔ شهر، شمال‌غرب و غرب بوده است و عواملی مانند نامرغوب بودن زمین‌های کشاورزی، دور بودن از گسل‌ها، شیب مناسب، آب و هوای معتدل و دسترسی مناسب به شبکهٔ راه‌ها در این امر تأثیرگذار است.

در مقاله مظفری و اولی‌زاده (1387) نیز با عنوان «بررسی وضعیت توسعهٔ فیزیکی شهر سقز و تعیین جهات بهینهٔ توسعهٔ آتی آن»، از توابع تحلیلی نظیر هم‌پوشانی، اشتراک دو مجموعه، ادغام و برش در سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌منظور تعیین جهات بهینه استفاده شده است.

3- روش‌شناسی

در این مقاله، از روش‌های تحلیل آماری به‌صورت توصیفی- تحلیلی با هدف تعیین بهترین جهات رشد آتی شهر بابلسر بهره برده‌ایم. برای تعیین جهت رشد بهینه، از پنج شاخص مؤثر در رشد شهر بابلسر استفاده کرده‌ایم. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: سطح آب‌های زیرزمینی، نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی، جهت باد و حریم آبراه. مهم‌ترین علل استفاده از این شاخص، اهمیت آن‌ها در توسعهٔ فیزیکی شهر است. برای تعیین جهت رشد بهینه از دو روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و نیز روش تحلیل چندمعیارهٔ electre استفاده کرده‌ایم. از روش AHP فقط برای تعیین وزن شاخص‌ها استفاده شده و نمره‌دهی در این روش، برگرفته از نمره‌های استخراجی از روش دلفی[1] است.

4- تشریح روش‌های استفاده‌شده

4-1- روش دلفی

در روش دلفی از قضاوت خبرگان دانشگاهی (اعضای هیئت علمی دانشگاه مازندران) استفاده شده است. این روش برای تفکیک و شکستن موضوعات به ابعاد ریزتر، دارای کاربرد زیادی

1. delphi method

www.SID.ir

است و امکان سناریوی تحقیق را فراهم می‌کند (Eto, 2003: 239). مراحل روش دلفی به این شرح است: 1- تدوین چارچوب کلی تحقیق؛ 2-تعیین جامعهٔ کارشناسان بر اساس تخصص؛ 3- ارسال پرسش‌نامه‌ها در چند مرحلهٔ متوالی؛ 4- استخراج الگوی مورد تأیید تمام متخصصان (Dalkey, 1969: 73; Cuhls et al., 2002: 21).

4-2- روش AHP

در روش AHP، برای تعیین اهمیت (وزن) شاخص‌ها می‌بایست آن‌ها را دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه کرد. مبنای قضاوت در این مقایسه، جدول نه‌کمیتی‌ای است که بر اساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری شاخص I نسبت به شاخص J تعیین می‌شود. به این ترتیب، برای n شاخص تعداد $\frac{n(n-1)}{2}$ (رابطهٔ 1) مقایسه صورت خواهد گرفت. در جدول شمارهٔ یک معیارهای دوبه‌دو شاخص ارائه شده است.

جدول 1 جدول نه‌کمیتی مقایسهٔ دودویی شاخص‌ها

ارزش	تعریف	توضیح
1	ارزش برابر[1]	در تحقق هدف دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
3	ارزش کمّی بیشتر[2]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
5	ارزش بیشتر[3]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
7	ارزش بسیار بیشتر[4]	تجربه نشان می‌دهد برای تحقق هدف اهمیت i بسیار بیشتر از j است.
9	ارزش مطلق[5]	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به‌طور قطعی به اثبات رسیده است.
8 یا 6، 2، 4	ترجیحات بینابین (حالت میانه)	

1. equally preferred
2. moderately preferred
3. strongly preferred
4. very Strongly preferred
5. extremely preferred

www.SID.ir

(منبع: saaty, 1990 به نقل از زبردست، 1380)

مقایسهٔ دودویی در یک ماتریس n×m با عنوان ماتریس دودویی شاخص‌ها ثبت می‌شود (Bowen, 1993: 346). عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل شروط معکوس در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (اگر اهمیت i نسبت به j برابر $\frac{1}{k}$ باشد، اهمیت عنصر j نسبت به i برابر k خواهد بود.) دو مقدار عددی aij و $\frac{1}{aij}$ را به‌خود اختصاص خواهد داد (Saaty, 1990).

4-3- روش electre

روش electre فرایندی غیررتبه‌ای است که در آن، ارزش‌ها به یک گزینه اطلاق نمی‌شود (Belton & Stewart, 2002). مفهوم غیررتبه‌ای را اولین بار برنارد روی[1] مطرح کرد و توانست بنیان‌های این روش را ارائه دهد (Pardalos et al., 1995). بر مبنای تحلیل‌های روی (1974)، غیررتبه‌ای نوعی رابطهٔ دوتایی است که با S نشان داده می‌شود و بیانگر این است که هرگاه بین a و b رابطه وجود داشته باشد، این زمینه را فراهم می‌کند که محققان با داشتن یک مورد به قضاوت در این‌باره بپردازند که a با اندازهٔ b صلاحیت دارد (Cavallaro, 2010: 464). روش‌هایی که بر این نوع تفکر استوارند، به مکتب فرانسوی[2] شهرت دارند. تکنیک TRI، IS، IV، III، II و ELECTREI نمونه‌ای از مکتب فرانسوی هستند (Figueira et al., 2005). تکنیک electre در برنامه‌ریزی محیطی، مطالعات جغرافیایی و غیره به‌طور گسترده کاربرد دارد (Montano-Guzman, 2000; Diakoulaki et al., 2000).

پس از تعیین وزن هر شاخص نسبت‌به شاخص دیگر، برای تعیین جهت بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر از روش electre استفاده کرده‌ایم (اصغرپور، 1387):

- در نخستین گام، ماتریس تصمیم‌گیری به ماتریس بی‌مقیاس تبدیل می‌شود. این کار با استفاده از رابطهٔ (2) صورت می‌گیرد:

1. Bernard Roy
2. french school

www.SID.ir

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{2}}}$$

رابطهٔ (2):

- با استفاده از بردار وزن‌ها W نسبت به تشکیل ماتریس بی‌مقیاس وزن‌ها اقدام می‌شود.
- مجموعه شاخص‌های موجود را به دو مجموعهٔ متمایز هماهنگ SKI و ناهماهنگ DKI طبقه‌بندی می‌کنیم. مجموعهٔ هماهنگ SKI از گزینه‌های A1 و AK مشتمل بر تمام شاخص‌هایی خواهد بود که AK بر A1 ترجیح داده می‌شود و رابطهٔ (3) در آن برقرار است:

$$S_{KL} = \{J \mid r_{kj} \geq r_{ij}\}$$

رابطهٔ (3):

مجموعهٔ ناهماهنگ DKI مجموعه‌ای مکمل است که برای آن رابطهٔ (4) برقرار باشد:

$$D_{KL} = \{j \mid r_{kj} \geq r_{ij}\} = J - S_{kl}$$

رابطهٔ (4):

- محاسبهٔ ماتریس هماهنگی، معیار هماهنگی برابر با مجموع وزن‌های شاخص‌هایی است که مجموعهٔ SK, L را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین معیار هماهنگی IK, L بین AK و A1 به شکل زیر تعریف می‌شود (رابطهٔ 5):

$$I_{kl} = \sum_{j \in Sk,l} wj \; ; \; \sum_{j=1}^{n} wj = 1$$

رابطهٔ (5):

ارزش‌های متوالی از معیارهای IK, L که در آن k, l=1, 2,…, m, k=l است، تشکیل ماتریس نامتقارن هماهنگی را به نام I و به شکل رابطهٔ (6) نشان می‌دهند.

$$I = \begin{vmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \cdots & I_{1,m} \\ I_{1,2} & - & I_{2,3} & \cdots & I_{2,m} \\ . & . & - & \cdots & . \\ . & . & . & \cdots & . \\ . & . & . & - & . \\ I_{m,1} & I_{m2} & \cdots & I_{m(m-1)} & - \end{vmatrix}$$

رابطهٔ (6):

www.SID.ir

• محاسبهٔ ماتریس ناهماهنگی معیار NIK, L- که معیار ناهماهنگی نامیده می‌شود- نشان‌دهندهٔ شدت بدتر بودن ارزیابی AK در رابطه با AL است. این معیار با استفاده از عناصر ماتریس امتیازات وزین‌شده V محاسبه می‌شود. نحوهٔ محاسبه آن به این صورت است که با استفاده از مجموعهٔ ناهماهنگ DKI و با استفاده از رابطهٔ (7) مقدار معیار محاسبه می‌شود (اصغرپور، 1385؛ مؤمنی، 1387):

$$NI_{k,l} = \frac{\max_{j \in D} \left| V_{kj} - V_{ij} \right|}{\max_{j \in J} \left| V_{kj} - V_{ij} \right|}$$

رابطهٔ (7):

و پس از محاسبهٔ مقدار این معیار، ماتریس ناهماهنگی به‌ازای تمام مقایسات زوجی از رابطهٔ (8) حاصل می‌شود:

$$NI = \begin{vmatrix} - & NI_{1,2} & \cdots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & \cdots & NI_{2,m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ NI_{m,1} & & NI_{m(m-1)} & - \end{vmatrix}$$

رابطهٔ (8):

• در این مرحله، ماتریس هماهنگ مؤثر ایجاد می‌شود. شیوهٔ کار به این صورت است که ارزش‌های IK, 1 از ماتریس هماهنگی نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده می‌شود تا شانس برتربودنِ AK و A1 بهتر مورد بررسی قرار گیرد. اگر این شانس از یک حداقل آستانه بر طبق رابطهٔ (9) زیادتر شود، بیشتر خواهد شد.

$$I_{k,l} \geq \bar{I}$$

رابطهٔ (9):

حداقل آستانه را می‌توان از رابطهٔ (10) به‌دست آورد:

$$\bar{I} = \sum_{k=1}^{m} \sum_{L=1}^{m} Ik,l \,/\, m(m-1)$$

رابطهٔ (10):

www.SID.ir

بر اساس حداقل آستانه، یک ماتریس بولین F که عناصر آن را صفر و یک تشکیل می‌دهند، بر مبنای رابطهٔ (11) تشکیل می‌شود:

$$fkl = 0 \longrightarrow Ikl \geq \bar{I} \qquad fkl = 1 \longrightarrow Ikl \geq \bar{I}$$

رابطهٔ (11):

هر عنصر یک در ماتریس هماهنگ مؤثر F از ماتریس ناهماهنگ نیز نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده می‌شود. این ارزش آستانه را $\overline{NI}$ می‌نامیم که از رابطهٔ 12 محاسبه می‌شود:

$$\overline{N}\,I = \sum_{k=1}^{m} \sum_{L=1}^{m} NL_{k,l} / m(m-1)$$

رابطهٔ (12):

پس از آن، یک ماتریس بولین G با نام ماتریس ناهماهنگ مؤثر تشکیل می‌شود. برای تشکیل این ماتریس از رابطهٔ (13) استفاده می‌کنیم.

$$gkl = 0 \longrightarrow NIl \geq N\bar{I} \quad gkl = 1 \longrightarrow NIl \geq N\bar{I}$$

رابطهٔ (13):

مشخص کردن ماتریس کلی و مؤثر برای تشکیل این ماتریس عناصر مشترک hK, 1 بنابر رابطهٔ (14) از دو ماتریس G, F استخراج می‌شود و یک ماتریس کلی H تشکیل می‌شود.

$$hk,l = fk,l.gk.l$$

رابطهٔ (14):

آخرین گام در روش electre، حذف گزینه‌های کم‌جاذبه است. ماتریس کلی H نشان‌دهندهٔ ترتیب ارجحیت‌های نسبی از گزینه‌هاست. بنابراین، شرط آنکه AK با استفاده از این روش یک‌گزینه مؤثر باشد، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

رابطهٔ (15):

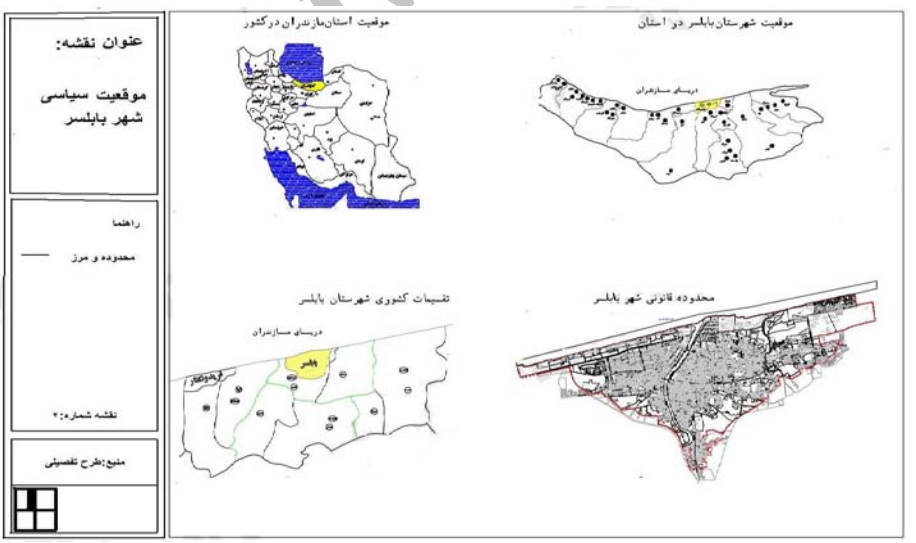
$$hk,l = 1 \longrightarrow \quad \text{برای حداقل یک } l \quad \longrightarrow l = 1,2,....,m; k \neq l$$

$$hk,l = 0 \longrightarrow \quad \text{برای حداقل یک } l \quad \longrightarrow l = 1,2,....,m; i \neq k, i \neq 1$$

www.SID.ir

5- معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

بابلسر با مساحت 1350 هکتار در مصب رودخانهٔ بابل‌رود و در کرانهٔ جنوبی دریای خزر و در 52 درجه و 39 دقیقه و 30 ثانیه طول جغرافیایی و 36 درجه و 43 دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد (وزارت مسکن و شهرسازی، 1384). بخش شمالی بابلسر 27 متر و بخش جنوبی آن 15- متر ارتفاع دارد و دارای یک شیب عمومی از جنوب به شمال (کمتر از 0/5 و یا 5 در هزار) است. در حد شمالی این شهر دریای خزر، حد شرقی آن شهر بهنمیر، حد غربی آن شهر فریدون‌کنار و در حد جنوبی آن شهرستان بابل قرار گرفته است. این شهر در فاصلهٔ 62 کیلومتری ساری به‌عنوان مرکز استان مازندران قرار گرفته است. بابلسر دارای چهار خط ارتباطی (برزگراه بابلسر- فریدون‌کنار در قسمت غرب، برزگراه بابلسر- امیرکلا در قسمت جنوب، بلوار بهنمیر در قسمت شرق و کمربندی فریدون‌کنار در پیرامون جنوب‌غربی شهر) است و با سایر شهرهای واقع در شبکهٔ شهری استان مازندران نوعی شبکهٔ فشردهٔ ارتباطی دارد. همچنین، شهر بابلسر در 249 کیلومتری شمال‌شرق استان تهران قرار گرفته است (همان‌جا). بر اساس سرشماری سال 1385، شهر بابلسر دارای جمعیتی معادل 50/032 نفر است (مرکز آمار، 1385) که در مقایسه با دورهٔ پیش (با جمعیت 40/630 نفر) دارای رشد 1/23 درصدی بوده است.



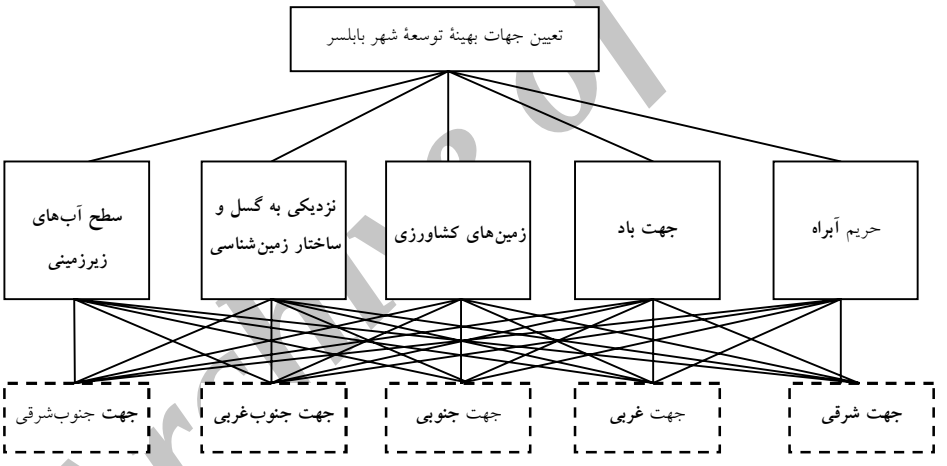
شکل 3 موقعیت سیاسی شهر بابلسر

www.SID.ir

6- فرایند اولویت‌بندی مکانی جهت بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر

برای تعیین بهترین جهت توسعهٔ شهر از پنج عامل مؤثر در روند رشد شهر بابلسر استفاده شده است. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: سطح آب‌های زیرزمینی، نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی، جهت باد و حریم آبراه.

به‌منظور تعیین جهت بهینهٔ توسعهٔ شهر، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP برای تعیین نمرهٔ هریک از شاخص‌ها استفاده شده است. تبدیل موضوع مورد مطالعه به ساختار سلسله‌مراتبی مهم‌ترین فرایند تحلیل است؛ چرا که در این قسمت با تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده، فرایند سلسله‌مراتبی آن‌ها را به شکل ساده و مطابق با ذهن انسان تبدیل می‌کند که در این تحقیق برای تعیین جهت توسعهٔ بهینهٔ شهر بابلسر مورد توجه است.



شکل 4 درخت سلسله‌مراتبی تعیین جهات بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر

حال با توجه به درخت سلسله‌مراتبی، ابتدا اهمیت هریک از عوامل را به‌صورت اعدادی که در جدول شمارهٔ دو آمده است مشخص می‌کنیم. بعد از این مرحله، اعداد به‌دست آمده را به‌صورت ستونی جمع می‌کنیم، سپس اعداد هر ستون را بر حاصل‌جمع به‌دست آمده تقسیم کرده، بعد از آن

www.SID.ir

اعداد به‌دست آمده را به‌صورت سطری با هم جمع می‌کنیم و میانگین آن‌ها را به‌دست می‌آوریم. نتیجه یا عدد به‌دست آمده همان وزن نسبی هریک از عوامل است (جدول 3).

جدول 2 امتیاز هریک از عوامل نسبت به یکدیگر و جمع هر ستون

	سطح آب‌های زیرزمینی	نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی	زمین‌های کشاورزی	جهت باد	حریم آبراه
سطح آب‌های زیرزمینی	1	3	3	5	7
نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی	$\frac{1}{3}$	1	3	5	5
زمین‌های کشاورزی	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	4	3
جهت باد	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	1	3
حریم آبراه	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1
جمع هر ستون	2	4/73	7/58	15/33	19

جدول 3 وزن نسبی هریک از عوامل

	محور جنوب‌شرقی	محور جنوب‌غربی	محور جنوبی	محور شرقی	محور غربی	وزن نسبی
سطح آب‌های زیرزمینی	0/5	0/634	0/395	0/326	0/368	2/223 ÷ 5 = 0/444
نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی	0/166	0/211	0/395	0/326	0/263	1/361 ÷ 5 = 0/272
زمین‌های کشاورزی	0/166	0/07	0/131	0/26	0/157	0/784 ÷ 5 = 0/157
جهت باد	0/1	0/042	0/32	0/065	0/157	0/346 ÷ 5 = 0/069
حریم آبراه	0/071	0/042	0/043	0/021	0/052	0/228 ÷ 5 = 0/045
جمع هر ستون	2	4/73	7/58	15/33	19	

Archive of SID

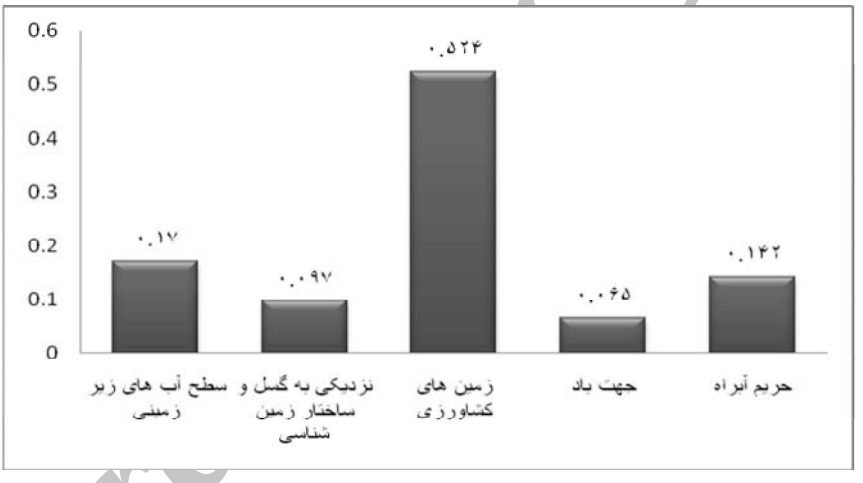
www.SID.ir

7- تعیین جهات بهینهٔ رشد کالبدی شهر بابلسر به روش electre

برای تعیین جهت بهینهٔ رشد کالبدی شهر بابلسر، ابتدا وزن هریک از شاخص‌ها را با استفاده از روش آنتروپی تعیین می‌کنیم. وزن هریک از شاخص‌ها به‌ترتیب در جدول شمارهٔ چهار آمده است.

جدول 4 وزن هریک از شاخص‌های مورد مطالعه

	سطح آب‌های زیرزمینی	نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی	زمین‌های کشاورزی	جهت باد	حریم آبراه
بردار وزن‌ها W	0.170	0.097	0.524	0.065	0.142



شکل 5 وزن شاخص‌های مورد مطالعه

نمودار و جدول مربوط به وزن هریک از شاخص‌ها گویای آن است که در بررسی تعیین جهت توسعهٔ شهر بابلسر، زمین‌های کشاورزی بیشترین اهمیت را دارد. در عین حال، شاخص سطح آب‌های زیرزمینی نیز دارای اهمیت زیادی است. حال بر اساس ماتریس وزن شاخص‌ها (جدول 4)، ماتریس موزون بر اساس شاخص‌ها و گزینه‌های مورد مطالعه ارائه می‌شود.

www.SID.ir

جدول 5 ماتریس موزون (V)

	سطح آب‌های زیرزمینی	نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی	زمین‌های کشاورزی	جهت باد	حریم آبراه
محور شرقی	0.488	0.025	0.075	0.138	0.093
محور جنوبی	0.618	0.032	0.035	0.058	0.055
محور غربی	0.385	0.060	0.059	0.443	0.056
محور جنوب‌غربی	0.318	0.050	0.117	0.090	0.027
محور جنوب‌شرقی	0.359	0.040	0.070	0.217	0.068

با توجه با ماتریس موزون به‌دست‌آمده، ماتریس‌های هماهنگی و ناهماهنگی را به‌ترتیب در جدول‌های شماره شش و هفت نشان می‌دهیم. این دو ماتریس بر اساس فرمول ارائـه‌شـده در بخش روش‌شناسی به شرح زیر است:

جدول 6 ماتریس هماهنگی

$I_{kl} = \sum_{j \in Sk,l} wj \;;\; \sum_{j=1}^{n} wj = 1$	محور شرقی	محور جنوبی	محور غربی	محور جنوب‌غربی	محور جنوب‌شرقی
محور شرقی	0	0.105	1	0.645	1
محور جنوبی	1	0	1	1	1
محور غربی	0.120	0.039	0	0.164	0.052
محور جنوب‌غربی	1	0.321	1	0	1
محور جنوب‌شرقی	0.316	0.105	1	0.365	0

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 7 ماتریس ناهماهنگی

$NI_{k,l} = \frac{\max_{j \in D} \lvert V_{kj} - V_{ij} \rvert}{\max_{j \in J} \lvert V_{kj} - V_{ij} \rvert}$	محور شرقی	محور جنوبی	محور غربی	محور جنوب‌غربی	محور جنوب‌شرقی
محور شرقی	0	0.837	0.378	0.732	0.378
محور جنوبی	0.162	0	0.065	0.207	0.065
محور غربی	0.621	0.934	0	0.829	0.686
محور جنوب‌غربی	0.267	0.792	0.170	0	0.267
محور جنوب‌شرقی	0.621	0.934	0.313	0.732	0

برای ترسیم دو ماتریس هماهنگ مؤثر و ناهماهنگ مؤثر، ابتدا باید بر اساس فرمول ذکرشـده در بخش روش‌شناسی، مقادیر حد آستانه را تعیین کنیم. مقدار حد آستانه برای ماتریس هماهنگی مـؤثر برابر با 0.611 و مقدار حد آستانه برای ماتریس ناهماهنگی برابر با 0.5 است.

جدول 8 ماتریس هماهنگ مؤثر (H)

	محور شرقی	محور جنوبی	محور غربی	محور جنوب‌غربی	محور جنوب‌شرقی
محور شرقی	0	1	0	1	0
محور جنوبی	0	0	0	0	0
محور غربی	1	1	0	1	1
محور جنوب‌غربی	0	1	0	0	0
محور جنوب‌شرقی	1	1	0	1	0

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 9 ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G)

	محور شرقی	محور جنوبی	محور غربی	محور جنوب‌غربی	محور جنوب‌شرقی
محور شرقی	0	1	0	0	0
محور جنوبی	0	0	0	0	0
محور غربی	1	1	0	1	1
محور جنوب‌غربی	0	1	0	0	0
محور جنوب‌شرقی	1	1	0	1	0

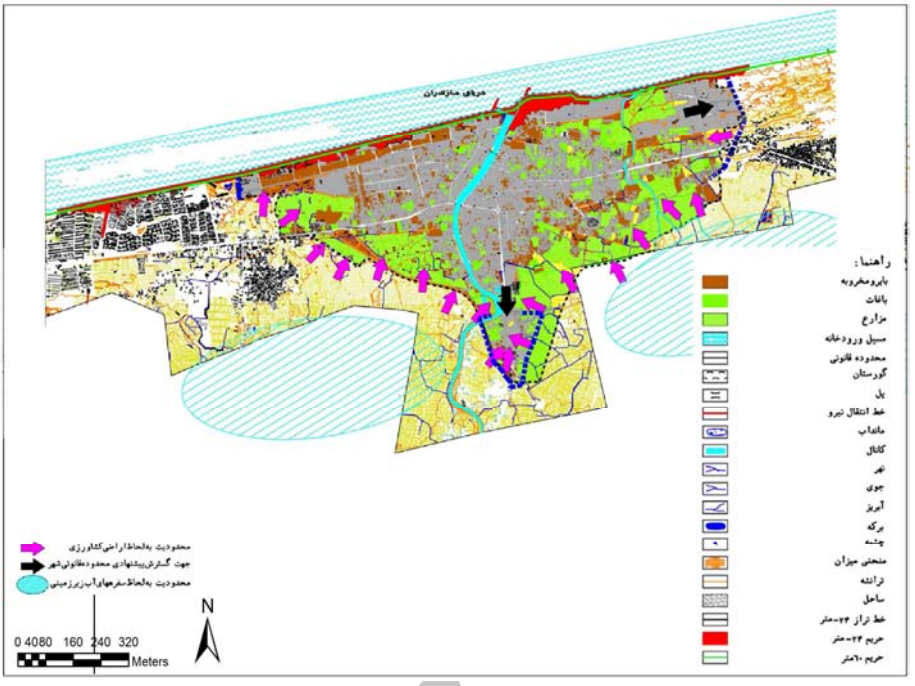
همان‌طور که در جدول‌های قبل مشاهده شد، وزن عمومی هریک از گزینه‌ها به‌دست آمد. پس از این مرحله، باید طبق دسته‌بندی‌ای که پیشتر توضیح داده شد، گزینه‌ها را به‌صورت دسته‌های مشخص- برای راحتی در نشان دادن- روی نقشه دربیاوریم. در جدول زیر وزن عمومی هریک از گزینه‌ها و اولویت‌ها جهت بهینهٔ رشد کالبدی شهر بابلسر نشان داده شده که در شکل شمارهٔ شش آمده است. در روش electre در ماتریس نهایی که از آن به ماتریس بولین یاد می‌شود، ترجیح سطر بر ستون است. به‌عبارت دیگر، شمارش تعداد "1" به‌صورت سطری انجام می‌شود. بر اساس آنچه گفته شد، در روش electre، اولویت‌بندی برای تعیین جهت بهینه به‌صورت گروهی انجام می‌شود. با توجه به جدول شماره یازده، محور غربی در اولویت گروهی نخست، محور شرقی در اولویت گروهی دوم و سایر محورها در اولویت سوم جهت رشد کالبدی شهر بابلسر قرار دارند.

جدول 10 ترتیب اولویت جهت تعیین جهات بهینهٔ رشد کالبدی شهر بابلسر

	محور شرقی	محور جنوبی	محور غربی	محور جنوب‌غربی	محور جنوب‌شرقی	اولویت جهت بهینهٔ توسعه
محور شرقی	0	1	0	0	0	2
محور جنوبی	0	0	0	0	0	3
محور غربی	0	0	0	1	1	1
محور جنوب‌غربی	0	0	0	0	0	3
محور جنوب‌شرقی	0	0		0	0	3

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 6 تعیین جهات بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر به روش AHP و Electre

8- بحث و نتیجه‌گیری

محدودیت منابع و ابعاد اکولوژیک راه را بر هرگونه استفادهٔ نابجا از طبیعت بسته است. رشد بی‌هدف و ناموزون شهرهای ایران- که نخستین‌بار با تخریب دیوارهای تهران قدیم در دوران رضاخان آغاز شد- به تخریب وسیع زمین‌هایی منجر شد که از آن در مفاهیم نظری مطالعات شهری به محیط پشتیبان شهر یا سیستم شهر یاد می‌شود. اهمیت این موضوع زمانی آشکار می‌شود که بخش چشمگیری از زمین‌های پیرامون شهر جزء زمین‌های کلاس یک و یا دو باشند. در این صورت، تدوین سازوکاری برای تعیین جهت بهینهٔ رشد شهر با حداقل جلوگیری از تخریب زمین‌های کشاورزی اهمیتی دوچندان می‌یابد.

بر اساس یافته‌های این مقاله، شهر بابلسر به‌عنوان یکی از شهرهای شمالی کشور با قرارگیری در پسکرانهٔ زمین‌های کشاورزی، در فرایند رشد و توسعهٔ کالبدی خود بخش

Archive
www.SID.ir

زیادی از زمین‌های کشاورزی را به زیر توسعه برده است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، در کنار کشاورزی‌بودن زمین‌ها، می‌توان بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی را نیز یکی از خطرها و آسیب‌ها در رشد کالبدی شهر بابلسر دانست که در دهه‌های پیش به‌علت ارزان‌بودن زمین، در این‌دست زمین‌ها (محدودهٔ جنوب‌شرق و جنوب‌غرب) ساخت‌وساز وسیعی صورت گرفته است.

بر مبنای اولویت‌بندی صورت‌گرفته از شاخص‌ها و تعیین وزن آن‌ها بر اساس جدول نه‌کمیتی، به‌ترتیب شاخص‌های سطح آب‌های زیرزمینی، نزدیکی به گسل و ساختار زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی، جهت باد و حریم آبراه دارای بالاترین اهمیت هستند.

نتایج به‌دست آمده از بررسی وزن هریک از شاخص‌ها نشان می‌دهد شاخص مربوط به زمین‌های کشاورزی در تعیین جهت بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر اهمیت بسیاری دارد. علت آن هم این است که درصد چشمگیری از زمین‌های موجود در پیرامون شهر بابلسر در ردهٔ زمین‌های کلاس 1 و 2 هستند و این مسئله بر ضریب اهمیت این شاخص افزوده است. از سوی دیگر، سطح آب‌های زیرزمینی شاخص دیگری است که در رتبهٔ بعدی اهمیت قرار دارد. نتایج بررسی‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهد نزدیک به 90 درصد از زمین‌های شهر بابلسر در پهنهٔ لغزان آبی قرار گرفته‌اند. بنابراین، این مسئله نه‌تنها به افزایش هزینهٔ ساخت‌وساز منجر شده؛ بلکه استانداردهای بهداشتی و به‌ویژه بیماری‌های رطوبتی را افزایش داده است. ازاین‌رو، درنظر گرفتن جهت و مسیر توسعه‌ای که این شاخص در آن در بهترین حالت قرار گیرد، از اهمیت زیادی برخوردار است.

با توجه به شاخص‌های موردبررسی حول محور تعیین جهات بهینهٔ توسعهٔ شهر بابلسر، دو محور غربی و شرقی بر مبنای وزن به‌دست‌آمده از شاخص‌های پنج‌گانه دارای اولویت نخست در هدایت جهت توسعهٔ شهر بابلسر هستند. دو محور جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی از مناطق بحرانی در ساخت‌وساز به‌شمار می‌آیند. این دو محور با اینکه دارای سطوح بالای آب‌های زیرزمینی و ساختار زمین‌شناسی سست هستند و در محور آبراه قرار دارند، به‌دلیل ارزان بودن زمین و فاصله از دریا مورد هجوم ساخت‌وساز قرار گرفته و بخش قابل‌توجهی از زمین‌های کشاورزی را تخریب کرده‌اند.

www.SID.ir

9- منابع

- آذر، عادل و حجت فرجی، *علم مدیریت فازی*، تهران: اجتماع، 1381.
- اصغرپور، محمدجواد، *تصمیم‌گیری چندمعیاره*، چ6، انتشارات دانشگاه تهران، 1387.
- امیراحمدی، ابوالقاسم، *پهنه‌بندی زمین لغزشی در دامنه‌های شمالی شاه‌جهان با استفاده از GIS*، پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه تربیت معلم تهران، 1385.
- حسام، مهدی، *اثرات زیست‌محیطی گسترش افقی شهر گرگان*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، 1389.
- رهنمایی، محمدتقی و پروانه شاه‌حسینی، *فرایند برنامه‌ریزی شهری در ایران*، تهران: سمت، 1387.
- زبردست، اسفندیار، «کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای»، *فصلنامهٔ هنرهای زیبا*، ش10، صص13-21، 1380.
- سرور، رحیم، «استفاده از روش AHP در مکان‌یابی جغرافیایی»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش49، 1383.
- سلیمانی‌مقدم، هادی، *بررسی تحولات کالبدی شهر مشهد برای تعیین جهات بهینهٔ گسترش آتی آن با استفاده از RS-GIS*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت معلم تهران، 1386.
- شکوئی، حسین، *دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری*، تهران: سمت، 1373.
- فرجی سبکبار، حسنعلی، «مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش51، ص54، 1384.
- کرم، عبدالامیر، «تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کالبدی در محور شمال‌غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج- GIS)»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش54، صص93-106، 1384.
- مخدوم، مجید، *شالودهٔ آمایش سرزمین*، انتشارات دانشگاه تهران، 1372.
- مظفری، غلامعلی و انور اولی‌زاده، «بررسی وضعیت توسعهٔ فیزیکی شهر سقز و تعیین جهات بهینهٔ توسعه آتی آن»، *مجلهٔ محیط‌شناسی*، س34، ش47، ص11، 1387.

Archive of SID
www.SID.ir

– مؤمنی، منصور، *مباحث نوین تحقیق در عملیات*، چ2، انتشارات دانشگاه تهران، 1387.
– نظریان، علی‌اصغر و سیمین تولایی، «تعیین جهت توسعهٔ فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، *فصلنامهٔ جغرافیایی سرزمین*، س3، ش9، ص34، 1385.
– وزارت مسکن و شهرسازی، *طرح جامع شهر بابلسر*، سازمان مسکن و شهرسازی شهرستان بابلسر، 1384.
– Belton, V. & J. Stewart, *Multiple Criteria Decision Analysis- An Integrated Approach*, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
– Bown, W. M., "AHP; Multiple criteria evaluation" in R. Klosterman et al. (Eds.), *Spreadsheet models for urban and regional analysis*, New Brunswick: center for urban policy research, 1993.
– Cavallaro, Fausto, "A comparative assessment of thin-film photovoltaic production processes using the ELECTRE III method", *Energy Policy*, No. 38, Pp. 463–474, 2010, journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol, doi:10.1016/j.enpol.2009.09.037.
– Cuhls, Kerstin, Blind, Knut und Grupp, Hariolf, "Innovations for our Future. Delphi '98: New Foresight on Science and Technology", *Technology, Innovation and Policy, Series of the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research*, ISI No. 13, Physical Heidelberg, Pp. 15ff, 2002.
– Dalkey, N. C., "The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion", *prepared for United States Air Force Project Rand, Santa Monica*, 1969.

Archive of SID

www.SID.ir

- Diakoulaki, D. Y., "Kormentza & V. Hontou, An MCDA approach to burden-sharing among industrial branches for combating climate change", *Paper Presented at the 51th Meeting of the European Working Group on MCDA*, Madrid, 30-31 March 2000.
- Eldin, N. & K. A. Eldrandaly, "computer-aided system for site selection ofmajor capital investment", *international conference e-design in architecture dhahran, saudiarabiadecember*, 2004.
- Eto, H., "The suitability of technology forecasting/ foresight methods for decision systems and strategy", *A Japanese view, in Technological Forecasting and Social Change*, No. 70, Pp. 231-249, 2003.
- Figueira, J., V. Mousseau & B. Roy, "ELECTRE methods" in J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott (Eds.), Multiple Criteria Decision Analysis-state of the Art, Surveys, *Springer-Verlag, Boston, Dordrecht*, London, Pp. 133-153, 2005.
- Gupta, A. & A. Rafi, "Geomorphology and Urban Tropics", *Geomorphology*, No. 31, Pp. 133-149, 1999.
- Hashiba, H. et al., "Analysis Land-use Change in Periphery of Tokyo During Last Twenty Years Using the same Seasonal Land Sat", *DATA*, Vol. 22, No. 5, Pp. 681-684, 1998.
- Montano-Guzman, L., "Une methodologie d_aide multicrit_ere a la decision pour la diagnostique de l_entreprise", *Paper Presented at the 51th Meeting of the European Working Group on MCDA*, Madrid, 30-31 March, 2000.

Archive of SID

www.SID.ir

– Pardalos, P. M., Y. Siskos & C. Zopoudinis, "Advances in Multicriteria Analysis", *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Holland, 1995.

– Saaty, T. L., *Decision making for leaders*, USA, RWS, Publications, 1990.

– Tahsin, Y. & D. Parker, *4th Curpian, Conference on GIS*, Vole. I.

– Ulbrich, K. A. & W. D. Heckendorff, "Satellite Image for Recognition of Landscape and Land use Changes. ISPRS", *Journal of Photogrammetry @ Remote Sensing*, No. 53, Pp. 235-243, 1998.

Archive of SID

www.SID.ir