

## مکان‌یابی نواحی مساعد برای توسعه فیزیکی کلان شهر تهران بر مبنای عناصر اقلیمی و عوامل جغرافیایی

فیروز مجرّد: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران \*

سمیه حسینی‌فر: کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

وصول: ۱۳۸۹/۸/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۲، صص ۴۲-۲۳

### چکیده

گسترش شهرها و تأثیر آن‌ها بر ساختار فضایی کلان شهرها، همواره از مسائل مورد توجه برنامه‌ریزان بوده است. یکی از مهم‌ترین عواملی که در جهت‌دهی به این توسعه نقش بارزی ایفا می‌کند، عوامل طبیعی از جمله عوامل اقلیمی است که تاکنون در کشورمان بدلائل مختلف از جمله منافع اقتصادی ناشی از ساخت و سازهای بی‌رویه، کمتر مورد توجه بوده است. از آنجا که این بی‌توجهی باعث توسعه نامعقول و لجام گسیخته کلان شهر تهران در جهات نامناسب جغرافیایی شده است، بنابراین، تحقیق حاضر بر آن است که بر مبنای عناصر اقلیمی و عوامل جغرافیایی به مکان‌یابی بهینه نواحی مناسب برای توسعه فیزیکی کلان شهر تهران بپردازد. در این تحقیق برخی از عناصر اقلیمی و عوامل جغرافیایی دخیل در مکان‌یابی کلان شهر تهران، انتخاب و نقشه‌های مربوطه بر اساس آمار ایستگاه‌های منطقه و سایر اطلاعات، با استفاده از نرم افزار ArcGIS به روش میان‌یابی یا با استفاده از معادلات رگرسیون، تهیه شدند. سپس لایه‌های رستری به دست آمده، پس از بازطبقه بندی ارزش‌های یاخته‌های آن‌ها، با استفاده از دو مدل تجزیه و تحلیل مکانی (SA) و تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مکانی (SAHP)، وزن دهی و تلفیق شدند و بدین ترتیب نقشه‌های نهایی هر کدام از دو مدل فوق به دست آمد. در گام بعد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه و انجام تصحیحات مختلف هندسی و رادیومتریک بر روی آن‌ها، نقشه‌های شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و کاربری زمین تهیه گردید. سپس هر یک از این دو نقشه با نقشه‌های نهایی دو مدل SA و SAHP تلفیق و در نهایت، نقشه‌های تناسب توسعه فیزیکی به دست آمد. نتیجه تحقیق نشان داد که با در نظر گرفتن پهنه‌های اراضی بایر و تلفیق آن با پهنه‌های تناسب و به منظور حفظ پوشش گیاهی، توسعه شهر به سمت جنوب مطلوب‌تر از سایر جهات است. مناطق غربی و شمال‌غربی در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، توسعه فیزیکی، تهران، اقلیم، سیستم اطلاعات جغرافیایی

برنامه‌ریزان بوده است. عوامل متعددی نحوه و سمت

توسعه فیزیکی یک شهر یا کلان شهر را تعیین می‌کنند که از آن جمله می‌توان به عوامل طبیعی و اقلیمی

– مقدمه

گسترش شهرها و تأثیر آن‌ها بر ساختار فضایی کلان شهرها، همواره یکی از مسائل مهم مورد توجه

اشاره کرد (خسروی، ۱۳۸۳: ۲۳). توسعه پایدار شهری توسط طیف وسیعی از عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی مانند رشد اقتصادی، سیاست‌های اجتماعی - اقتصادی، رشد جمعیت و عوامل و مخاطرات طبیعی متأثر می‌شود (تاپا و موریاما، ۲۰۱۰: ۷۱). طراحان شهری تا همین اواخر، بندرت آب و هوا را در برنامه‌ریزیهای شهری لحاظ کرده‌اند. تقریباً نحوه استقرار شهرها تاکنون توسط یک سلسله فرآیندهای اساساً سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و یا بطور تصادفی، تصمیم‌گیری و دیکته شده است. تعیین اصول دقیق مکانیابی توسعه فیزیکی شهر به دلیل ماهیت پویای مسائل شهری اگرچه غیر ممکن نیست ولی بدون تردید بسیار دشوار است. با توجه به اینکه استفاده از روشهای سنتی در مکان‌گزینی بهینه، کارایی لازم را ندارد، لازم است از روشهای مناسب‌تر علمی به خصوص تکنولوژی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به این منظور استفاده شود.

در ایران توسعه فیزیکی شهرها همواره از مسائل مطرح در امور برنامه‌ریزی بوده است؛ کما اینکه در تاریخ پر فراز و نشیب آن پیوسته شاهد دگرگونی‌هایی در ساختار فضایی شهرهای بزرگ بوده‌ایم. شهر تهران نیز بعنوان کلان شهری که مراحل رشد و توسعه فضایی را طی مدت کمتر از دو دهه سال پشت سر نهاده است، در بستر جغرافیایی خود با مشکلات فضایی و اکولوژیکی زیادی روبرو است (رهنمایی، ۱۳۷۸: ۷). یکی از مهم‌ترین معضلات این کلان شهر، تورم بی‌رویه و غیر منطقی آن بدون توجه به عوامل طبیعی بخصوص عوامل اقلیمی است. علیرغم اینکه در توسعه فیزیکی شهر تهران باید نقش عوامل مختلف بخصوص عوامل طبیعی در نظر گرفته می‌شد، لیکن گسترش این شهر در تمامی جهات، بدون توجه به عوامل طبیعی و صرفاً براساس نفع اقتصادی

صورت گرفته است. به طوری که امروزه شهرسازی ما به تبعیت از الگوی کلاسیک توسعه و پیروی کورکورانه از مدل‌های کلیشه‌ای توسعه شهری شکل گرفته که نسبت به شرایط بومی بی‌اعتناست و نه تنها شرایط ناپایداری در شهر را پدید آورده بلکه ناپایداری مناطق اطراف را نیز به دنبال داشته است (بحرینی، ۱۳۹۰: ۱۵۶). بعنوان مثال نواحی جنوبی و جنوب شرقی تهران تحت تأثیر شرایط خاص توپوگرافی و سطح بالای آبهای زیرزمینی ناشی از فاضلابهای رها شده در بالا دست قرار دارد (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱: ۱۸-۱۹) و شمال تهران نیز تحت تأثیر شیب زیاد و مجاورت با گسلهاست. در غرب تهران، استقرار شهرکهای صنعتی بدون توجه به جهت باد غالب (غربی - شرقی)، باعث ورود آلاینده‌ها به داخل شهر شده و در کل شهر تهران بر روی مخروطه افکنه‌ای قرار گرفته است که شیب جنوبی دارد و به جهت افزایش زاویه تابش، انرژی تابشی زیادی دریافت می‌کند. این امر در دوره گرم سال باعث افزایش دما و ایجاد مشکلاتی برای فعالیت‌های روزمره می‌گردد.

با توجه به مطالب فوق و اینکه مکانیابی بهینه یکی از ارکان مهم برنامه‌ریزی‌ها بخصوص برنامه‌ریزیهای شهری و منطقه‌ای است و با عنایت به لحاظ نشدن عوامل فوق‌الذکر در برنامه‌ریزی کلان شهر تهران، هدف تحقیق حاضر آن است تا با در نظر گرفتن برخی از عوامل اقلیمی و جغرافیایی به مکانیابی نواحی مساعد برای توسعه کلان شهر تهران بپردازد.

#### - ویژگی‌های جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه

از نظر ژئومورفولوژی، در یک مقطع شمالی - جنوبی از پهنه تهران، چهار منطقه قابل تشخیص است

خشک‌تر و بری‌تر از ناحیه کوهپایه‌ای بیرونی است. به طور کلی، اقلیم تهران در تابستان‌ها گرم و خشک و در زمستان‌ها، سرد و نسبتاً مرطوب است (علیجانی، ۱۳۸۵: ۱۹۸). مجاورت با رشته کوه البرز در شمال، گستره‌های کویری در جنوب و قرار گرفتن در معرض بادهای مرطوب و بارانزای غربی، به نحو گسترده‌ای اقلیم این شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین در سال‌های اخیر، گرد و غبار با منشاء بیابان‌های اطراف و نیز مناطق دوردست، به نحو بارزی در آب و هوای آن اثر گذاشته است. ناحیه کوهپایه‌ای داخلی که شهر تهران نیز جزئی از آن است، به دلیل موقعیت بادپناهی خود، بارش نسبتاً کمی را در طول سال تجربه می‌کند؛ به طوری که بادهای باران آور بعد از آنکه قسمت اعظم بخار آب خود را در دامنه‌های بادگیر البرز و زاگرس می‌ریزند، به این ناحیه می‌رسند. از طرف دیگر، هوایی که رطوبت خود را از دست داده است، به صورت آدیاباتیک در دامنه بادپناه نزول کرده و گرم می‌شود که این امر، استعداد ایجاد باران را کاهش می‌دهد (علیجانی، ۱۳۸۵: ۱۹۴).

با توجه به تأثیر خاص بالاترین بارش روزانه در سیلخیزی منطقه، این متغیر نیز در مطالعه لحاظ شده است. سهم زیاد حداکثر بارش شبانه روز از بارش سالانه، حاکی از عدم توزیع مناسب آن در طول سال است و آگاهی از آن به آمادگی در مقابل خطرات سیلخیزی و نهایتاً انتخاب مکان مناسب برای توسعه شهر کمک می‌کند. لحاظ نمودن اثر بارشهای افراطی در مکانیابی توسعه شهر، بسیار مناسب‌تر از بارشهای میانگین است.

دماهای میانگین و افراطهای دمایی، با توجه به تأثیری که در آسایش شهروندان دارند نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. شهر تهران در دامنه جنوبی کوههای البرز، جزء مناطق تابشی زیاد به شمار می‌آید

(سعید نیا، ۱۳۷۲: ۴۳-۶۱): منطقه اول در بالاترین حد شمالی تهران، ارتفاعات البرز (کوهستان شمیرانات) است که به صورت یک توده سنگی بسیار رفیع، دیوار فضای تهران را تشکیل می‌دهد. بلندترین قله این کوهستان یعنی توچال، با ۳۹۶۵ متر ارتفاع، بر فضای شهر و منطقه تهران مُشرف است. منطقه دوم، دامنه البرز است که به تپه ماهورهای پایکوهی منتهی می‌شود و دره‌های کوهستانی همچون اوین، درکه، نیاوران، حصارک و سوهانک در این دامنه تشکیل یافته‌اند. منطقه سوم، جایی است که شهر اصلی تهران بر سطح آن مستقر شده است. خاکهای این ناحیه، شنی توأم با سنگریزه کم عمق می‌باشد. چهارمین منطقه، دشتهای هموار شهریار و ورامین است که از خاکهای آهکی و رسی با بافت بسیار ریز پوشیده شده است. این اراضی حاصلخیز، زمینهای کشاورزی منطقه تهران را تشکیل می‌دهند. همچنین شیب منطقه از ۵ الی ۱۰ درصد در دامنه کوهستانی شمیرانات تا ۳ درصد در مرکز شهر الی ۱ درصد بین ری تا ورامین متغیر است.

مقاومت‌های مختلف زمین‌شناسی منطقه در مقابل فرسایش‌های متعدد، تشکیل ارتفاعات بلند، دره‌ها و پرتگاههایی را داده است که در منطقه مزبور به خوبی مشخص هستند. جریان رودخانه‌ها و مسیل‌های مختلفی که ریزشهای جوی منطقه را به سمت جنوب هدایت می‌کند، بر روی مورفولوژی فرسایشی منطقه تأثیر بسزایی دارد. حاصل تخریب و حمل این رودخانه‌ها به صورت مخروط افکنه بزرگ تهران ظاهر می‌شود که از پای دامنه‌های البرز تا دشت جنوب تهران گسترده شده است (ذواشتیاق، ۱۳۷۱: ۱-۲).

از نظر اقلیمی، شهر تهران جزء ناحیه کوهپایه‌ای داخلی است (علیجانی، ۱۳۸۵: ۱۹۳). این ناحیه به علت محصور شدن بین کوهستان‌های البرز و زاگرس،

بررسی قرار گرفت. عوامل مورد نظر عبارت بودند از: فاصله از محدوده فعلی شهر، فاصله از خطوط گسل، فاصله از زمین‌های زراعی و شیب. نتیجه مطالعه نشان داد که شهر رضی بایستی به طرف شمالغرب توسعه یابد. وی همچنین به تحقیقی در شمالغرب تهران اشاره می‌کند که در آن برای تعیین مدل‌های مناسب توسعه شهری از پارامترهایی نظیر منابع آب، مناطق باز، باغات، زمین‌های کشاورزی، مناطق سبز و زمین‌های مسکونی استفاده شده است. بدین ترتیب که پس از جمع‌آوری اطلاعات و تهیه تصاویر ماهواره‌ای (VETM-، کار پردازش در محیط GIS (Geomatica) انجام و پس از تنظیم جداول نهایی مربوط به وزن‌دهی، لایه‌ها برای تعیین مدل‌های مناسب توسعه شهری تلفیق شدند.

بهرام سلطانی (۱۳۸۰: ۱۸-۲۱) از بین عناصر اقلیمی مؤثر در مطالعه محیط‌های شهری، نقش تابش آفتاب، دمای هوا، باد، رطوبت، ریزش‌های جوی و آلودگی را مهم‌تر قلمداد نموده است. خسروی (۱۳۸۳: ۲-۳۲) در تحقیق خود با عنوان «تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از GIS و RS»، به بررسی جهت مناسب توسعه شهر اندیمشک پرداخت. وی بدین منظور ابتدا با استفاده از نقشه زمین مرجع توپوگرافی ۱:۵۰۰/۵۰ شهر، لایه محدوده شهر مربوط به سال ۱۳۳۴ را تهیه و مساحت آن را محاسبه کرد و سپس محدوده و مساحت شهر را با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰/۵۰ در سال ۱۳۸۲ به همان روش، تهیه و با همپوشانی، میزان توسعه فیزیکی را در این دوره محاسبه کرد. نتیجه اینکه بین سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۳۴ اراضی حاشیه شرقی شهر تغییراتی بین ۵۰-۱۰۰ درصد داشته که این امر حاکی از تبدیل اراضی غیر مسکونی به مسکونی می‌باشد. او همچنین در مطالعه‌اش به این نتیجه دست یافت که بیشترین رشد

و بخصوص در دوره گرم سال، دارای زاویه تابش عمودی‌تر و روزهای طولانی‌تر است (علیجانی، ۱۳۸۵: ۷ و ۱۸). مجموعه شرایط طبیعی که در فوق از آن‌ها صحبت شد، عموماً وضعیت مناسبی را از هسته اولیه شکل‌گیری شهر ارائه نمی‌کند.

#### - پیشینه پژوهش

درزمینه مکانیابی و پهنه‌بندی توسعه فیزیکی شهرها و مسائل مرتبط با آن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در کشورهای مختلف از جمله ایران مطالعاتی صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. رحیمیون (۱۳۷۷: ۸) در تحقیق خود با عنوان «امکان سنجی کاربرد GIS در تحلیل مناسبت اراضی درون شهری» با مطالعه موردی باقر شهر تهران، کاربرد GIS را در ارزیابی اراضی خالی داخل شهر جهت انتخاب گزینه‌های بهینه توسعه درون بافت شهر مورد ارزیابی قرار داد. رهنمایی (۱۳۷۸: ۱۰-۱۱) مهم‌ترین عوامل مؤثر در محدودیتهای فضایی شهر تهران را وجود ارتفاعات کوهستانی در شمال شهر، ایجاد کمربند سبز در اطراف شهر، توسعه بخش صنعتی در محور شرق و غرب، شرایط آب و هوایی نامساعد در جنوب و جنوبشرق و وجود اراضی زراعی در جنوب تهران دانسته است. به نظر وی محدودیتهای توسعه پیوسته، باعث شده است تا تداوم توسعه به صورت ناپیوسته در نواحی پیرامونی انجام گیرد.

بدر (۱۳۷۹: ۵-۲۳) پارامترهای مورد مطالعه برای تعیین جهت مناسب گسترش فیزیکی شهر رضی را در محیط GIS رقومی و سپس آن‌ها را بر مبنای دو روش CRITIC و وزنی با داده‌های ماهواره‌ای تلفیق کرد. ابتدا الگوی گذشته شهر رضی با توسعه بهینه منتج از دو روش فوق ارزیابی شده و سپس تناسب زمین‌ها برای توسعه شهر با توجه به عوامل مختلف مورد

شهر در جهت شمالی - جنوبی بوده است.

اصباح<sup>۱</sup> (۲۰۰۷: ۴۵۷) تغییرات کاربری زمین را در توسعه سریع شهرنشینی در شهر آیدین ترکیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و اسپات و نرم افزارهای ERDAS و ArcGIS مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که نواحی شهری به ضرر اراضی کشاورزی در حال رشد هستند. لیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱: ۴۲۰) تأثیرات تغییر کاربری زمین را در ناحیه شهری چانگشا<sup>۳</sup> چین بررسی کردند. آنان از دو سری اطلاعات لندست TM در سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۰۰ و اطلاعات کاربری زمین در پنج ناحیه شهری از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ برای ارزیابی تغییرات پنج رده کاربری زمین استفاده کردند.

بترلاس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۱: زیر چاپ) با استفاده از GIS و مدل AHP، نواحی مساعد برای رشد شهری در سه شهر یونان را با توجه به مخاطرات طبیعی مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که بین سمت رشد شهرهای مورد مطالعه و نواحی مساعد تعیین شده، هماهنگی وجود ندارد. آنان علت را عوامل اقتصادی و اجتماعی معرفی نمودند که تاکنون تعیین کننده سمت رشد شهرها بوده است. همچنین می توان به مطالعات انجام شده توسط ژیاثو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۶: ۶۹) در ارزیابی توسعه شهری و کاربری زمین در شیجیازوانگ<sup>۶</sup> چین، دونگ و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۸: ۵۹۷۵) در ارزیابی تناسب توسعه شهری در جینگ جینجی<sup>۸</sup> چین، تاپا و مورایاما (۲۰۱۰: ۷۰) در توسعه

شهری کاتماندوی نپال، تودس و یگیتیر<sup>۹</sup> (۲۰۱۰: ۲۳۵) در بکارگیری مدل برنامه ریزی کاربری زمین در آدانای ترکیه، اور و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۱: ۳۱۳) در زمینه پتانسیل مخاطرات در انتاکیا<sup>۱۱</sup> ترکیه و نیز فرجی سبکبار (۱۳۸۴: ۱۲۵) در زمینه مکانیابی واحدهای خدمات بازرگانی در بخش طبقه شهرستان مشهد اشاره کرد که کم و بیش همگی از روشهای مختلف سنجش از دور، GIS و مدل AHP در برنامه ریزی کاربری اراضی و مکانیابی های شهری استفاده کرده اند. با توجه به پیشینه تحقیق ذکر شده، معلوم می شود که علیرغم اهمیت فراوان عوامل اقلیمی در توسعه شهری، چندان به صورت عملی و جدی به این امر پرداخته نشده است. بنابراین، این تحقیق تلاش دارد تا نقش عوامل جغرافیایی و اقلیمی را در مکانیابی توسعه کلان شهر تهران بررسی نماید. این تحقیق سعی در پاسخگویی به سؤالات زیر را دارد:

- آیا امکان کمی کردن عناصر اقلیمی و عوامل جغرافیایی مؤثر در توسعه فیزیکی با استفاده از مدل های موجود وجود دارد؟  
- آیا این امکان وجود دارد که مناطق مساعد پیرامون کلان شهر تهران را از نظر تناسب اقلیمی و جغرافیایی برای توسعه فیزیکی پهنه بندی نمود؟

#### - مواد و روش ها

به این منظور، نقشه های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ به عنوان مبنای ورود لایه ها به سیستم، تهیه و سپس محدوده منطقه مورد مطالعه با توجه به فضای مناسب برای توسعه در آینده، بر روی نقشه ها تعیین شد (شکل ۱). این محدوده با وسعتی معادل ۱۰۴۰۰ کیلومتر مربع، از شرق به دماوند، از

- 1 - Esbah
- 2 - Liu et al.
- 3 - Changsha
- 4 - Bathrellos et al.
- 5 - Xiao et al.
- 6 - Shijiazhuang
- 7 - Dong et al.
- 8 - Jingjinji

9 - Tudes and Yigiter

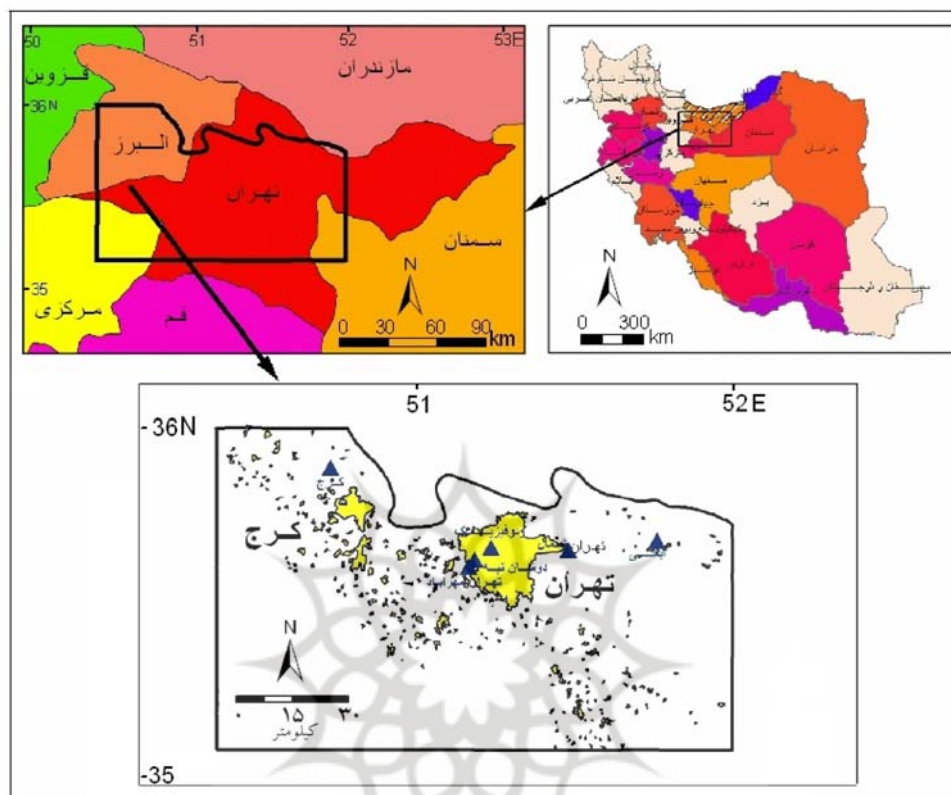
10 - Over et al.

11 - Antakya



جغرافیایی  $۳۳^{\circ} ۵۰'$  تا  $۵۲^{\circ} ۰۶'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $۱۴' ۳۵^{\circ}$  تا  $۳۶^{\circ} ۰۲'$  شمالی پوشش می‌دهد.

شمال به ارتفاعات توچال، از غرب به هشتگرد و از جنوب به دشت ورامین محدود می‌شود و عمدتاً بخش‌هایی از استان‌های تهران و البرز را بین طول‌های



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

به نرم افزار تهیه شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز برای ساختن این لایه‌ها از سازمان هواشناسی کشور، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، سازمان فضایی کشور، وزارت راه و شهرسازی، دانشگاهها، سایت‌های اینترنتی و سایر سازمانها و نهادها جمع‌آوری شد.

برای ساختن لایه‌ها و تهیه نقشه‌ها از نرم افزار ArcGIS و برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای از نرم افزار PCI (Geomatca) استفاده شد. با توجه به این که داده‌ها دارای ماهیت متفاوتی بودند، به روش‌های مختلفی وارد سیستم شدند. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تعدادی از لایه‌ها، رقومی و سپس بر مبنای

در مرحله بعد، آمار اقلیمی شش ایستگاه تهران شمال، تهران مهرآباد، ژئوفیزیک، دوشان تپه، آبدلی و کرج از بدو تاسیس تاکنون از سازمان هواشناسی کشور، اخذ و پس از بازسازی داده‌های مفقود و ناقص، در دوره زمانی مشابه ۱۹۸۴ الی ۲۰۰۵ بررسی شد. همچنین تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM-7 منطقه، به تعداد دو عدد به صورت لوح فشرده از سازمان فضایی کشور دریافت گردید.

در مرحله بعد، بر مبنای عوامل اقلیمی و جغرافیایی مؤثر در توسعه فیزیکی شهر شامل دما، بارش، باد، زاویه تابش خورشیدی، شیب، کاربری زمین و پوشش گیاهی، لایه‌های اطلاعاتی قابل ورود

تصویربرداری و زاویه تابش خورشیدی، با استفاده از رابطه زیر، نرمال سازی شدند (ربيعی دستجردی، ۱۳۸۲: ۳۲):

$$DN_{norm} = (DN \cdot d^2) / (\cos \theta) \quad (1)$$

که در آن  $DN$  درجه روشنایی داده اولیه و  $DN_{norm}$  همان  $DN$  نرمال شده است.  $d$  از رابطه زیر به دست می آید:

$$d = 1 / \{1 - 0.01674 \cos[0.9856(JD - 4)]\} \quad (2)$$

در این رابطه  $JD$  تعداد روزها از اول ژانویه به بعد تا تاریخ تصویربرداری و  $\theta$  زاویه سمت الرأس (زینت) است.

یکی از مسائلی که امروزه گریبانگیر اکثر شهرهای ایران است، از بین رفتن فضاهاى سبز، جنگلها، مراتع و زمین های زراعی اطراف است. امروزه از جانب سازمان های بین المللی مکرراً بر حفظ فضاهاى سبز تأکید می شود. در این تحقیق سعی شده است تا مکانیابی توسعه فیزیکی کلان شهر تهران با حداکثر توجه به زمینهای کشاورزی انجام گیرد. برای استخراج نقشه های شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و وضعیت کاربری زمین، از تصاویر جدید استفاده شد. NDVI (شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده) برای بیان وضعیت انعکاس تابش خورشیدی توسط پوشش گیاهی سبزرنگ در دو بخش قرمز مرئی طیف الکترومغناطیس با طول موج ۰/۶۲۰ تا ۰/۶۷۰ میکرومتر (باند ۱) و مادون قرمز نزدیک با طول موج ۰/۸۴۱ تا ۰/۸۷۶ میکرومتر (باند ۲) به شرح زیر بکار می رود (مخابلا و همکاران، ۲۰۱۱: ۳۷۷-۳۷۸):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (3)$$

مختصات سیستم تصویر U.T.M<sup>1</sup> (WGS1984) به مترهای دنیای واقعی تبدیل شدند. از جمله لایه های رقومی شده به طریق فوق می توان به لایه های محدوده منطقه مورد مطالعه، توپوگرافی یا منحنی های میزان، موقعیت ایستگاه های هواشناسی و محدوده تهران و شهرکها و مناطق مسکونی اطراف اشاره کرد. پس از ویرایش و ساخته شدن توپولوژی لایه ها، اطلاعات جدولی وارد سیستم شد. همچنین نقاط کنترلی برای پردازش تصاویر ماهواره ای تعریف گردید.

در گام بعد تصحیحات هندسی بر روی تصاویر ماهواره ای با استفاده از نرم افزار PCI در سیستم تصویر WGS84 UTM انجام شد. به این منظور از مدل چند جمله ای<sup>۲</sup> با ۸ نقطه کنترل زمینی به روش نزدیک ترین همسایگی با نمونه گیری مجدد<sup>۳</sup> استفاده گردید. همین کار با ۱۲ نقطه کنترل زمینی بر روی نقشه های توپوگرافی انجام شد. همچنین تصاویر به دلیل وسعت منطقه و قرارگیری در دو چهارچوب، موزاییک شدند. به دلیل اختلاف زمانی تصاویر، قبل از تصحیحات هندسی، تصحیحات رادیومتریک بر روی آنها به انجام رسید.

منظور از تصحیح یا نرمال سازی رادیومتریک، بازسازی اعداد یا ارزشهای تصویر است؛ بطوریکه رابطه خطی و مشابه در تمام نواحی تصویر برداری بین پیکسلها و بازتاب واقعی آنها به وجود بیاید. در صورتی که یکی از آشکارسازهای سنجنده به خوبی در زمان عمل نکند، ممکن است در تصویر، نقاطی با ارزش تصویری صفر مشاهده شود که برای اصلاح آن می توان از روش های مختلفی همچون متوسط گیری استفاده کرد. دو تصویر با توجه به اختلاف زمان

1 - Universal Transverse Mercator

2 - Polynomial

3 - Resampling Nearest Neighborhood

4 - Normalized Difference Vegetation Index

5 - Mkhabela et al.

انجام می‌شود.

### عامل شیب

- درصد شیب زمین (لایه رستری)
- جهت شیب زمین<sup>۴</sup> (لایه رستری).

### عامل زاویه تابش خورشید

- زاویه تابش در اراضی مسطح (لایه رستری)
- زاویه تابش در دامنه‌های شمالی (لایه رستری)
- زاویه تابش در دامنه‌های جنوبی (لایه رستری)

### عامل پوشش گیاهی

- NDVI (شاخص پوشش گیاهی) (لایه رستری)
- کاربری زمین (لایه رستری): کاربری زمین با استفاده از تصاویر موزائیک شده و از طریق نمونه‌گیری و تعریف کلاس با روش بدون نظارت<sup>۵</sup> و مدل حداکثر احتمال<sup>۶</sup> استخراج گردید. روش حداکثر احتمال از سایر روشها دقیق تر است (بارو<sup>۷</sup>، ۱۹۸۶: ۱۴۳).

### عنصر دما

- متوسط حداکثر دمای سالانه (لایه رستری)
- متوسط حداقل دمای سالانه (لایه رستری)
- میانگین دمای سالانه (لایه رستری)
- متوسط سالانه اختلاف دمای شبانه روز (لایه رستری)

### عنصر بارش

- متوسط سالانه حداکثر بارش ۲۴ ساعته (لایه رستری)

که در آن NIR و R به ترتیب عبارتند از ضریب بازتاب یا ضریب انعکاس بخش مادون قرمز نزدیک (باند ۲) و قرمز (باند ۱) طیف الکترومغناطیس. شاخص NDVI شاخصی بدون بُعد و مقدار آن از +۱ تا -۱ متغیر است. پوشش گیاهی سبز سالم، به طور طبیعی بالاترین مقادیر مثبت NDVI، سطوح بدون پوشش گیاهی مانند آب، برف، یخ و ابر، معمولاً مقادیر منفی و سنگ‌ها و خاک‌های لخت، مقادیر نزدیک به صفر را دارند. پوشش گیاهی تُنک یا ضعیف و پوشش گیاهی با مساحت برگهای کم، مقادیر مثبت ضعیف NDVI را دارا هستند. بنابراین شاخص NDVI برای بیان میزان تراکم و سبزی پوشش گیاهی به کار می‌رود. بر این مبنا نقشه پوشش گیاهی با استفاده از نرم افزار PCI و قابلیت GCPWORK به دست آمد.

لایه‌هایی که در این مطالعه با توجه به عناصر و عوامل مورد نظر، تولید و نقشه‌های مربوطه رسم گردید عبارتند از:

### عامل ارتفاع

- توپوگرافی یا منحنی‌های میزان (لایه وکتوری)
- DEM<sup>۱</sup> (مدل رقومی ارتفاعی) و DTM<sup>۲</sup> (مدل رقومی زمین) (لایه رستری)
- DEM تنها برای ارتفاعات به کار می‌رود ولی DTM برای سایر عوامل و عناصر همچون دما، بارش و ... کاربرد دارد. لازم به ذکر است که در نرم افزار PCI، می‌توان بدون واسطه به تهیه نقشه DEM پرداخت؛ در حالیکه در نرم افزار ArcGIS تهیه نقشه DEM به واسطه TIN<sup>۳</sup> (شبکه نامنظم سه ضلعی)

4 - Slope Aspect  
5 - Unsupervised  
6 - Maximum Likelihood  
7 - Burrough

1 - Digital Elevation Model  
2 - Digital Terrain Model  
3 - Triangulate Irregular Network



## عنصر باد

- متوسط سرعت باد سالانه (لایه رستری)

توضیح این که ارزش‌های یاخته‌ها در لایه‌های دما، بارش و باد، یا از طریق درون‌یابی به روش spline یا با استفاده از معادلات رگرسیونی محاسبه شدند. روش spline برای میانبایی سطوحی که نحوه تغییرات ارزشهای پدیده در طبیعت به آرامی و ملایمت انجام می‌شود به کار می‌رود (موحدی و سلطانیان، ۱۳۹۰: ۸). قبل از تلفیق لایه‌ها، می‌بایست ارزشهای یاخته‌های لایه‌ها در پهنه‌های مشابه، به کدهای یکسان تبدیل و براساس کدها، هر لایه با قابلیت بازطبقه بندی<sup>۱</sup>، مجدداً طبقه بندی شود. "هدف از بازطبقه بندی لایه‌ها، تولید لایه رستری با ارزشهای خصیصه ای سلولهای لایه ورودی است" (فرج زاده، ۱۳۸۹: ۱۰۶). پس از بازطبقه بندی لایه‌ها، لازم بود تا برای ارائه نقشه نهایی، لایه‌ها با هم تلفیق شوند. به این منظور از دو مدل SA (مدل تجزیه و تحلیل مکانی) و مدل SAHP<sup>۲</sup> (مدل تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مکانی) استفاده گردید. وجه تمایز دو مدل، نحوه ارزش گذاری و طبقه بندی مجدد لایه‌هاست.

در مدل SA، پس از احضار لایه‌ها در نرم‌افزار ArcGIS، به یاخته‌های هر لایه، از طریق باز طبقه بندی، ارزشی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص می‌یابد. این ارزش‌ها یا اعداد با مشورت با متخصصین امر و در مواردی حتی مصاحبه با افراد عادی به دست آمد و یکی از حساس‌ترین مراحل مطالعه است. در این طبقه بندی، بدترین حالت ارزش ۱ و بهترین حالت ارزش ۱۰ می‌گیرد. نقشه تلفیقی نهایی، از میانگین گیری ارزش‌های یاخته‌ها در لایه‌های مختلف به دست می‌آید.

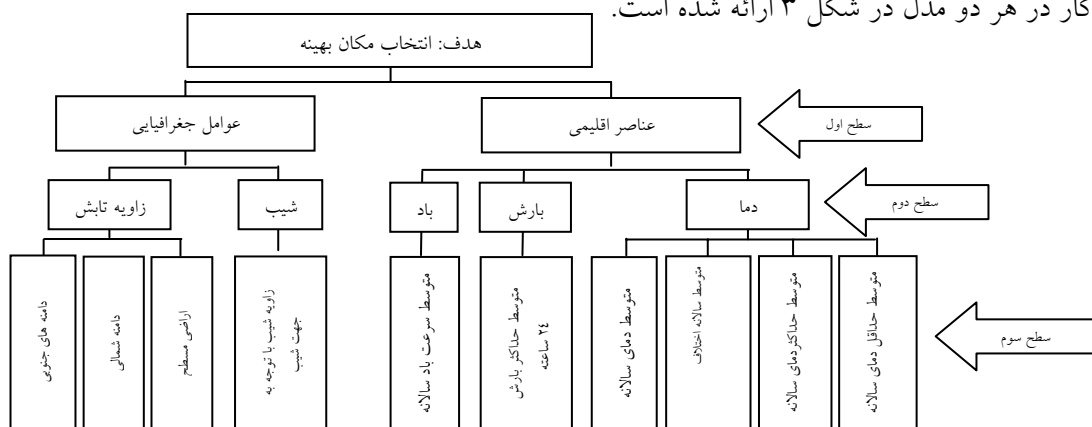
مدل SAHP یک روش چندمعیاری با مبنای ریاضی است که عوامل کمی و کیفی را برای رتبه بندی و ارزیابی طرح‌های جایگزین به منظور انتخاب بهترین راه حل، با هم ترکیب می‌نماید (دونگ و همکاران، ۲۰۰۸: ۵۹۷۶). مفهوم اصلی نهفته در AHP، اجرای سلسله مراتبی مسئله تصمیم‌گیری است؛ به گونه‌ای که یک مسئله پیچیده به مقایسات دو به دویی تبدیل شود (چاخار و موسو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸: ۱۱۶۲). برای محاسبه پارامترهای مکان بهینه توسعه کلان شهر تهران، بر اساس کار یسیل ناکار و دویوران<sup>۴</sup> (۲۰۰۲: ۱۹) و ساتی<sup>۵</sup> (۲۰۰۴: ۳۵-۱) به طریق ذیل عمل شده است: اهمیت نسبی وزن برای هر عنصر سلسله مراتب، با نرمال کردن نمودار ویژه ماتریس تصمیم‌گیری تعیین می‌شود. ارزشهای بردار نیز با ضرب کردن همه عناصر موجود در یک ردیف به توان  $1/N$  آن به دست می‌آید که N تعداد عناصر هر ردیف است. اهمیت نسبی وزنها با تقسیم هر عنصر بردار ویژه بر مجموع عناصر بردار ویژه به دست می‌آید. پس از آنکه عناصر داخل لایه‌ها به این طریق محاسبه شدند، لایه‌ها نیز به همین صورت نسبت به هم تعیین ارزش می‌شوند. پس از تعیین ارزش لایه‌ها، نقشه تلفیقی مدل SAHP و نهایتاً با تلفیق نقشه یاد شده با دو نقشه پوشش گیاهی و کاربری زمین، نقشه نهایی تناسب توسعه ارائه می‌گردد. علیرغم کارایی مناسب هر دو مدل در امر مکانیابی، مدل SAHP دارای قابلیت بیشتری نسبت به مدل SA است؛ چرا که علاوه بر مقایسه هر لایه به صورت جداگانه، لایه‌ها را نیز نسبت به یکدیگر می‌سنجد. مدل تحلیلی مدل SAHP برای مکانیابی نواحی مساعد جهت توسعه

3 - Chakhar and Mousseau  
4 - Yesilnacar and Doyuran  
5 - Saaty

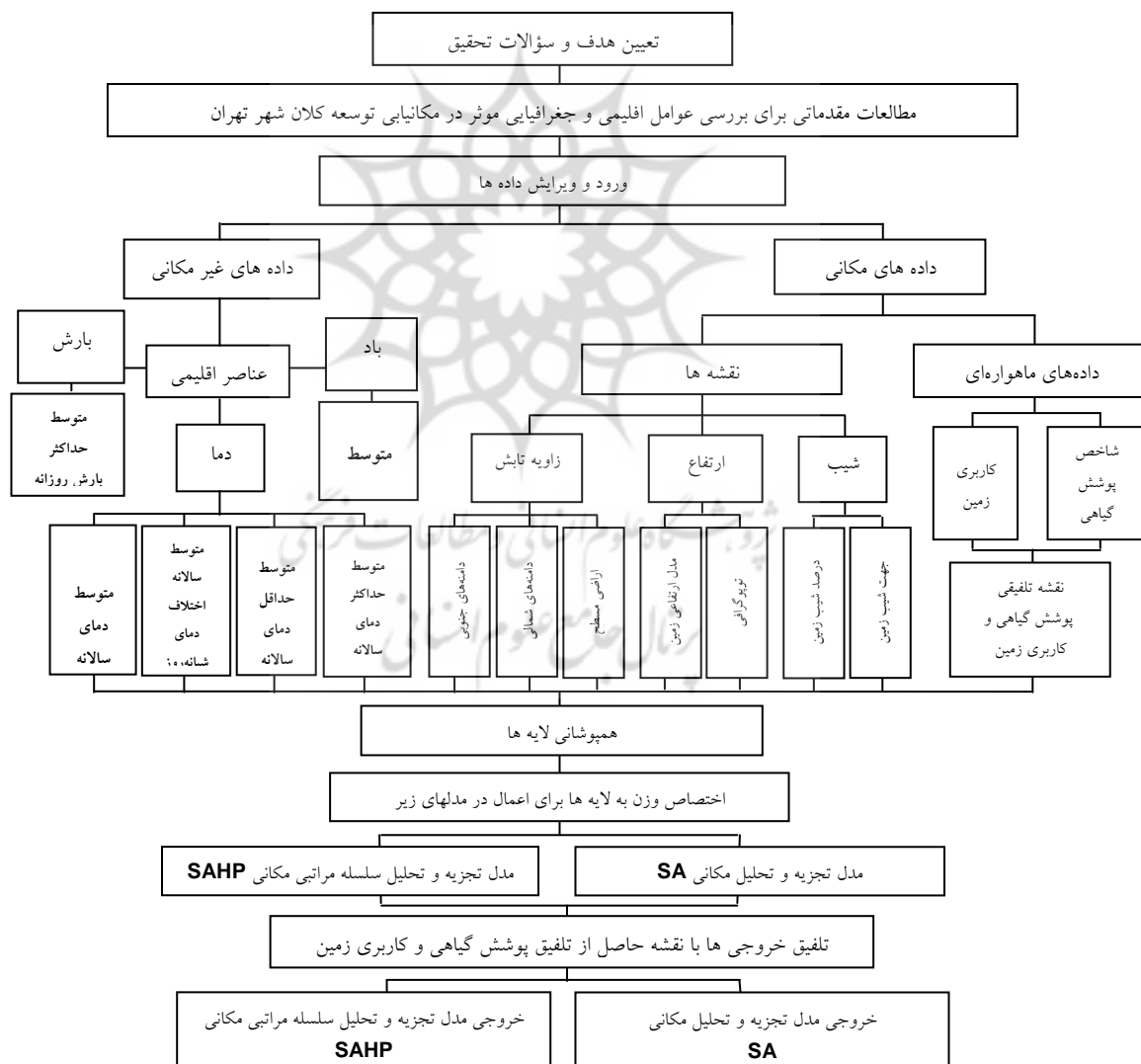
1 - Reclassify  
2 - Spatial Analytical Hierarchy Process

فیزیکی کلان شهر تهران در شکل ۲ و مراحل عمومی

کار در هر دو مدل در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲- مدل تحلیلی تعیین و تلفیق لایه‌ها برای مکانیابی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مکانی



شکل ۳- نمودار گردش کار در مکانیابی نواحی مساعد برای توسعه فیزیکی کلان شهر تهران

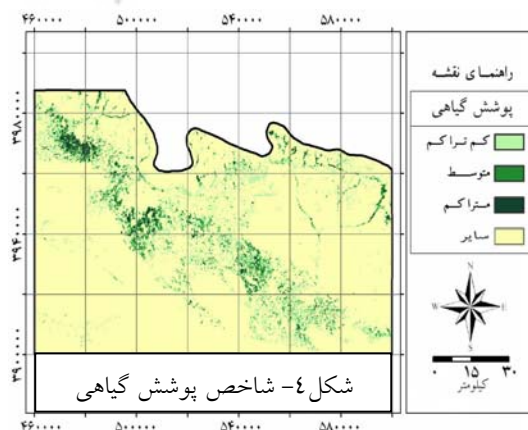
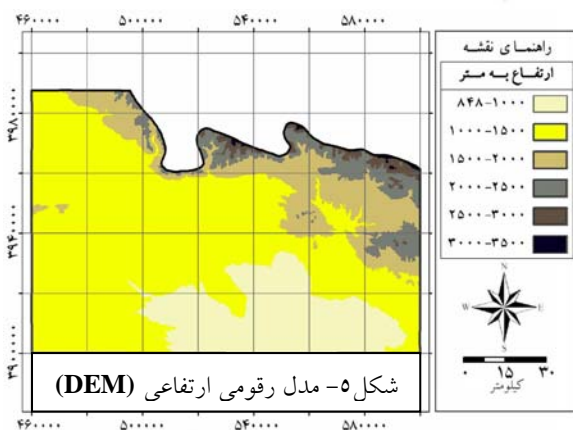
## نتایج و بحث

دادن اولویت توسعه به مراکز مسکونی بر روی این اراضی بوده است. همچنین بر مبنای نقشه توپوگرافی منطقه و با استفاده از نرم افزار PCI، مدل رقومی ارتفاعی منطقه (DEM) بدون واسطه و بدون استخراج TIN تهیه گردید (شکل ۵). باتوجه به شکل ۴، پوشش گیاهی منطقه عمدتاً در غرب کرج و جنوب و جنوبغرب تهران گسترده شده است. این پوشش تقریباً با محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مطابقت دارد (شکل ۵)؛ در حالی که در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر، پوشش گیاهی چندانی دیده نمی‌شود؛ ضمن آنکه این ارتفاعات، مناطق مساعدی برای توسعه شهر نیز محسوب نمی‌شوند.

مشخصات جغرافیایی و آماره‌های اقلیمی شش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک منطقه در جدول ۱ ذکر شده است. براساس روال گفته شده در بخش روش تحقیق، با پردازش تصاویر ماهواره ای منطقه و انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریکی بر روی آنها، نقشه‌های پوشش گیاهی (شکل ۴) و کاربری زمین تهیه شدند. هدف از تهیه نقشه پوشش گیاهی، نشان دادن مناطقی بوده است که توسعه مراکز مسکونی بر روی آنها نباید صورت گیرد و هدف از تهیه نقشه کاربری زمین، استخراج گستره اراضی بایر در منطقه به منظور

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و آماره‌های اقلیمی شش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک منطقه (۱۹۸۴-۲۰۰۵)

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	حداکثر دما (C°)	حداقل دما (C°)	میانگین دما (C°)	اختلاف شبانه روزی دما (C°)	بارش سالانه (میلیمتر)	حداکثر بارش روزانه (میلیمتر)	بهبود باد غالب (درجه)	جهت سرریزترین باد (درجه)	سرعت باد غالب (نات)	سرعت سرریزترین باد (نات)
۱	تهران شمال	۵۱°۳۷'	۳۵°	۱۵۴۸/۲	۲۰/۲	۱۰/۳	۱۵/۲	۹/۸۹	۴۲۳	۳۵	۲۰۸	۲۶۳	۲	۲۵
۲	تهران مهرآباد	۵۱°۱۹'	۳۵°۴۱'	۱۱۹۰/۸	۲۲/۷	۱۲/۸	۱۷/۷	۹/۸۸	۲۴۱	۲۷	۲۷۰	۲۸۱	۴/۷	۴۰
۳	ژئوفیزیک	۵۱°۲۳'	۳۵°۴۴'	۱۴۱۸/۶	۱۹/۱	۱۱/۵	۱۵/۳	۷/۶	۲۲۲	۳۱	۱۸۴	۲۸۱	۴/۴	۴۰
۴	دوشان تپه	۵۱°۲۰'	۳۵°۴۲'	۱۲۰۹/۲	۲۳/۱	۱۳	۱۸/۱	۱۰/۱	۲۵۸	۲۶	۸۲	۲۴۰	۳/۴	۳۸
۵	آبعلی	۵۱°۵۳'	۳۵°۴۵'	۲۴۶۵/۲	۱۲/۷	۴	۱۶/۷	۸/۸	۵۲۶	۳۹	۲۲۸	۸۷	۳/۶	۳۶
۶	کرج	۵۱°۵۴'	۳۵°۵۵'	۱۳۱۲/۵	۲۰/۵	۸/۵	۱۴/۵	۱۲/۴	۲۳۷	۲۷	۲۸۴	۲۴۶	۴/۵	۳۶



شوند. این کار برای دو مدل انجام شد. نمونه‌هایی از نتایج وزن دهی لایه‌ها بر اساس دو مدل مورد استفاده، در جداول ۲ الی ۴ آورده شده است.

همان طور که قبلاً نیز گفته شد برای تعیین درجه مطلوبیت توسعه در هر نقشه و نیز تلفیق نقشه‌ها لازم بود تا لایه‌ها، بازطبقه بندی و از این طریق وزن دهی

جدول ۲- نتایج وزن دهی داخل لایه‌ها برای دمای میانگین حداکثر سالانه بر اساس مدل SAHP

اهمیت نسبی	۴/۶-۱۸	۱۸-۲۲	۲۲-۲۴	بیشتر از ۲۴	ارزش بردار	دمای میانگین حداکثر سالانه
۰/۵۶	۱	۳	۵	۷	۳/۲۰	۴/۶-۱۸
۰/۲۶	۰/۳۳	۱	۳	۵	۱/۴۹	۱۸-۲۲
۰/۱۲	۰/۲	۰/۳۳	۱	۳	۰/۶۷	۲۲-۲۴
۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۲	۰/۳۳	۱	۰/۳۱	بیشتر از ۲۴

جدول ۳- نتایج وزن دهی لایه‌های دمایی با استفاده از مدل SA

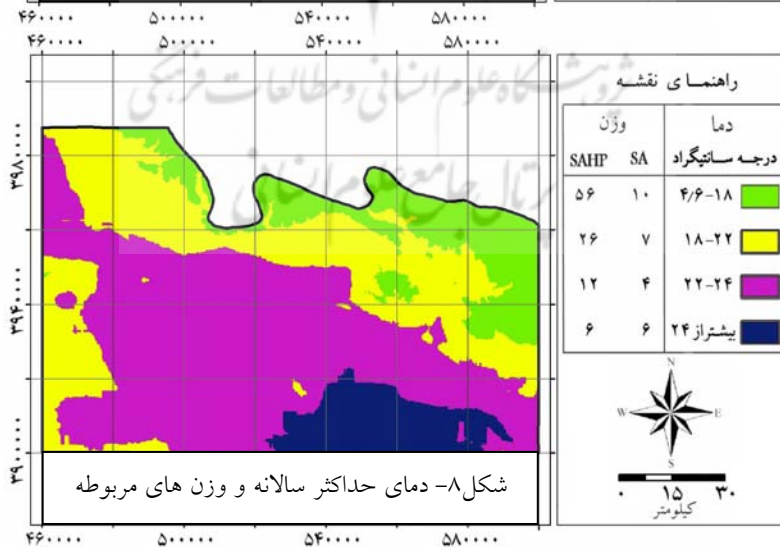
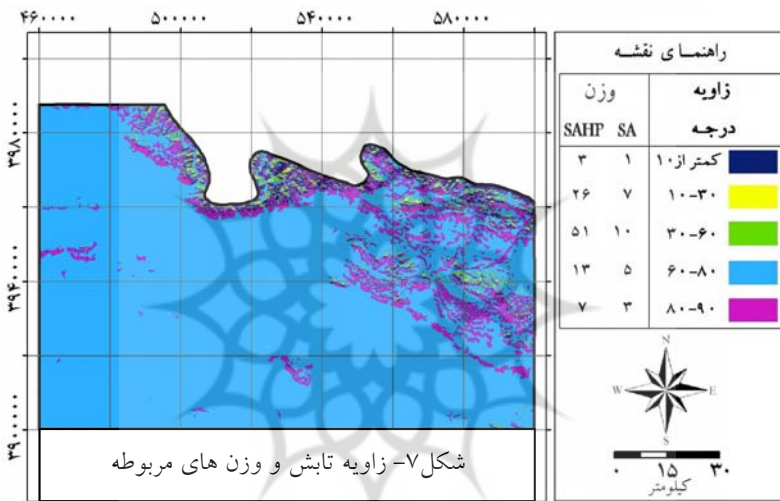
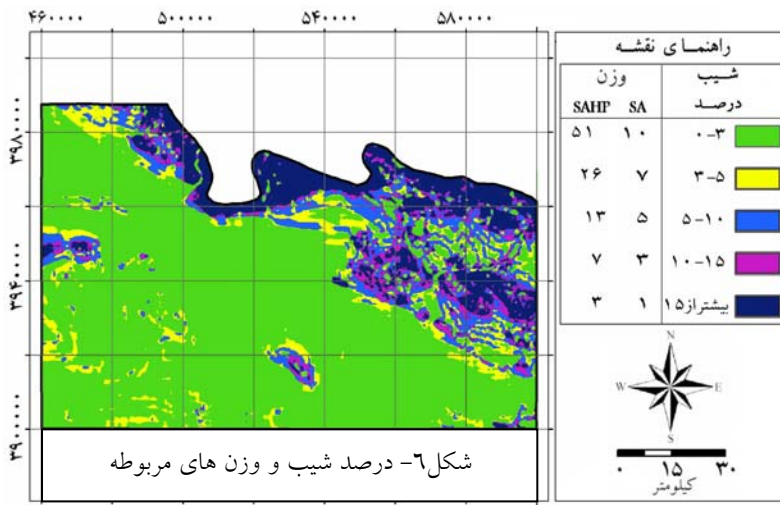
حداکثر دما	وزن	حداقل دما	وزن	متوسط دما	وزن
۶/۴-۱۸	۱۰	بیشتر از ۱۲	۱۰	۱۳-۱۰	۴
۱۸-۲۲	۷	۸-۱۲	۷	۱۰-۱۵	۷
۲۲-۲۴	۴	۰-۸	۴	۱۵-۱۹	۱۰
بیشتر از ۲۴	۱	۰-(-۲/۶)	۱	بیشتر از ۲۴	۱

جدول ۴- نتایج وزن دهی لایه‌ها نسبت به همدیگر با استفاده از مدل SAHP

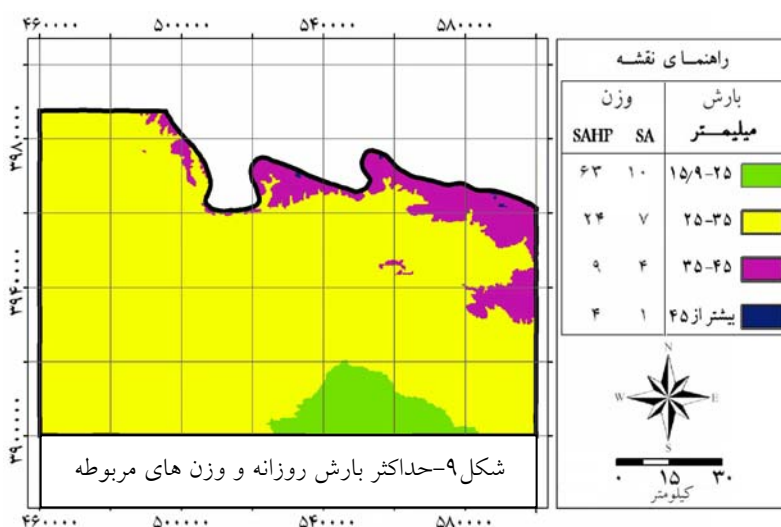
ارزش بردار	اهمیت نسبی	درصد شیب	حداکثر دما	حداقل دما	متوسط دما	اختلاف شبانه روزی دما	زاویه تابش روزانه	حداکثر بارش روزانه	سرعت باد	
۳/۸۲	۰/۳۲	۱	۳	۳	۴	۴	۵	۷	۹	درصد شیب
۲/۵۶	۰/۲۲	۰/۳۳	۱	۲	۳	۳	۵	۷	۹	حداکثر دما
۲/۱۶	۰/۱۸	۰/۳۳	۰/۵	۱	۳	۳	۵	۷	۹	حداقل دما
۱/۲۴	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۲	۳	۵	۷	متوسط دما
۱/۰۵	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱	۳	۵	۷	اختلاف شبانه روزی دما
۰/۵۸	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۱	۳	۵	زاویه تابش
۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳	۱	۳	حداکثر بارش روزانه
۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲	۰/۳۳	۱	سرعت باد

برای توسعه سکونتگاه‌های شهری دارد؛ در حالی که بخش‌های پرشیب شمال، شمالشرق و شرق منطقه با شیب بیشتر از ۱۰ درصد، رتبه بسیار نازلی را از حیث توسعه داراست.

بر مبنای نقشه توپوگرافی، نقشه درصد شیب، تهیه و وزن‌های مربوط به دو مدل به آن اضافه شد (شکل ۶). این نقشه نشان می‌دهد که بخش اعظم غرب و جنوبغرب منطقه با مساحت تقریبی ۶۷۰۰ کیلومتر مربع و شیبی معادل ۰-۳ درصد، شرایط بسیار مناسبی







اقلیمی، حاکمیت بلامنازع عامل ارتفاع در تعیین درجه مطلوبیت، کاملاً مشهود است؛ به عنوان مثال از نظر میانگین دمای حداکثر سالانه (میانگین دمای بعد از ظهرها)، بخش‌های مرتفع شمال منطقه، به دلیل اعتدال دمایی، مطلوبیت بسیار خوبی برای توسعه دارد (شکل ۸)؛ گرچه در قسمت‌های وسیعی از این بخش، تنیدی شیب زمین مانع توسعه است. بقیه قسمت‌های منطقه، از نظر دمایی، به تناسب، از درجات مطلوبیت پایین تری برخوردار است. از جمله می‌توان به قسمت‌های جنوبی منطقه با دمای بیش از ۲۴ درجه سانتیگراد اشاره کرد که مطلوبیت چندان مناسبی برای توسعه ندارد.

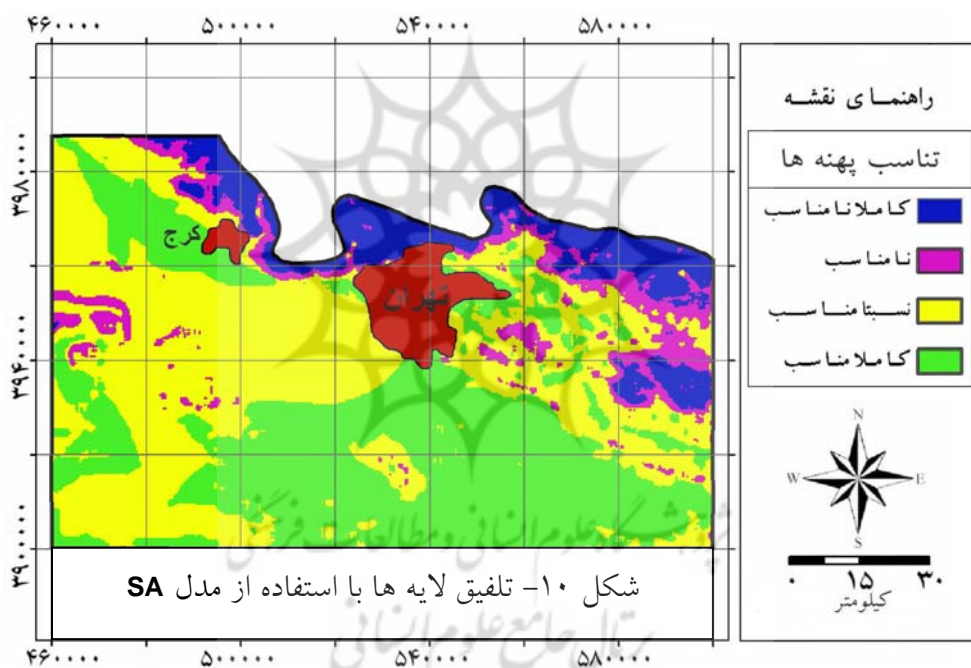
از نظر بارش حداکثر روزانه نیز قسمت‌های جنوبی منطقه، وضعیت مناسب تری دارد (شکل ۹)؛ چرا که به دلیل قرارگرفتن در بخش کم شیب منتهی الیه جنوبی منطقه در خارج از محدوده شهر، حداکثر بارش روزانه، تبعات منفی کمتری در آن ایجاد می‌کند؛ در حالیکه در مناطق پرشیب منتهی به کوهستانهای شمالی، به دلیل قابلیت بالای تمرکز آب در دره‌ها و امکان ورود ناگهانی آن به مناطق مسکونی پایکوهی،

در ادامه، با توجه به نمودارهای مراحل تحقیق در شکل‌های ۲ و ۳، نقشه جهت شیب، و بر مبنای نقشه جهت شیب، نقشه زاویه تابش در ایام اعتدالین (به عنوان نماینده مناسبی برای تمام ایام سال) تهیه و وزن‌های مربوطه به آن اضافه شد (شکل ۷). به طور طبیعی، پهنه‌های نقشه زاویه تابش، مشابهت زیادی با پهنه‌های نقشه‌های DEM (شکل ۵) و درصد شیب (شکل ۶) نشان می‌دهد. بر این اساس، بخش اعظم قسمتهای کم شیب منطقه با زاویه تابش ۶۰-۸۰ درجه، از مطلوبیت متوسطی برای توسعه برخوردار است. مطلوبیت بالا مربوط به زاویه تابش ۳۰-۶۰ درجه است که تنها بخش‌های محدودی از قسمت‌های کوهستانی و پرشیب شمال و شرق منطقه را در بر می‌گیرد.

در مرحله بعد، نقشه‌های عناصر اقلیمی به شرح بندهای ۵ تا ۷ بخش مواد و روش‌ها تهیه شدند که به عنوان نمونه، دو نقشه متوسط دمای حداکثر سالانه در شکل ۸ و متوسط سالانه حداکثر بارش روزانه در شکل ۹ به همراه وزن‌های مربوطه نمایش داده شده‌اند. در این دو نقشه و همینطور سایر نقشه‌های عناصر

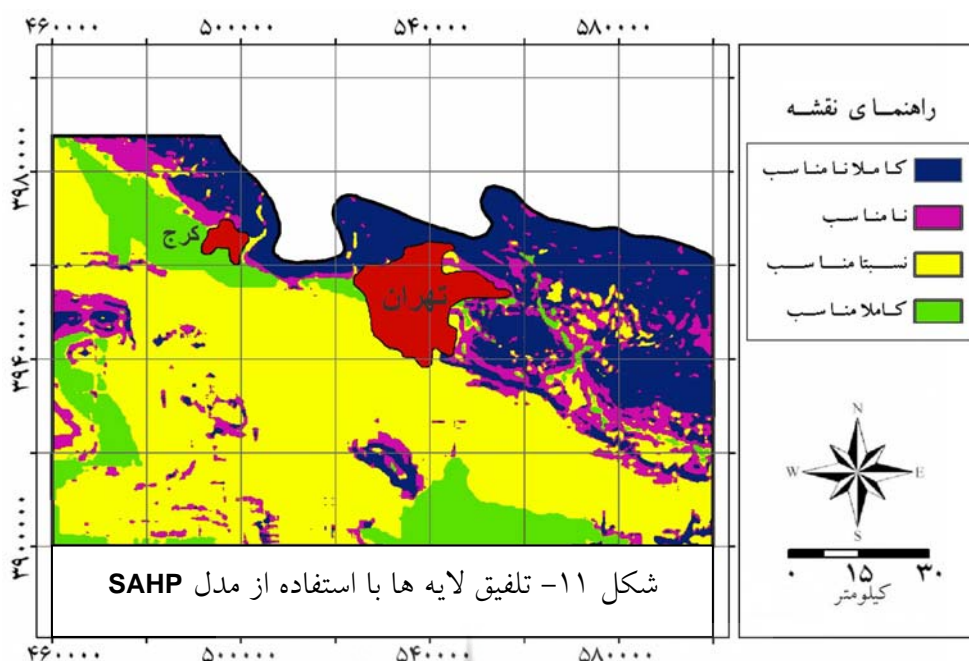
و همه چیز را از جا کند و خودروهای سنگین را در ارتفاع چهار متری بر روی درختان نشاناند" (غیور ۱۳۷۵: ۱۰۱). میزان خسارت این سیلاب در گزارش مدیریت سیلاب دفتر مطالعات و هماهنگی امور ایمنی و بازسازی وزارت کشور بر پایه نرخهای سال ۱۳۷۵ برابر با ۷۵۸ میلیارد ریال و تلفات آن ۳۰۰ نفر گزارش شده است (وزارت نیرو، ۱۳۷۵: ۸). یادآوری می گردد مقادیر یاخته‌ها در نقشه‌های عناصر اقلیمی، یا از طریق درون یابی و یا با استفاده از معادلات رگرسیونی در نرم افزار SPSS محاسبه شده است.

احتمال خطر بیشتر خواهد بود. به عنوان شاهد می توان به سیلاب ۴ مرداد سال ۱۳۶۶ شمال تهران اشاره کرد که بخصوص در منطقه تجریش خسارات فراوانی به بار آورد. "این سیلاب در اثر یک بارندگی نسبتاً شدید ۳۰ تا ۴۰ دقیقه ای و بارش حدود ۳۵ میلیمتری باران در حوضه ۶/۲ کیلومتر مربعی گلاب دره به وقوع پیوست و سیلاب حاصل با دبی ۲۶۱ متر مکعب بر ثانیه به طرف تجریش روان شد. در دربند با سطح حوضه ۲۴/۶ کیلومتر مربع، این دبی به ۴۷۴ متر مکعب بر ثانیه رسید. سیل در سرازیری به راه افتاد



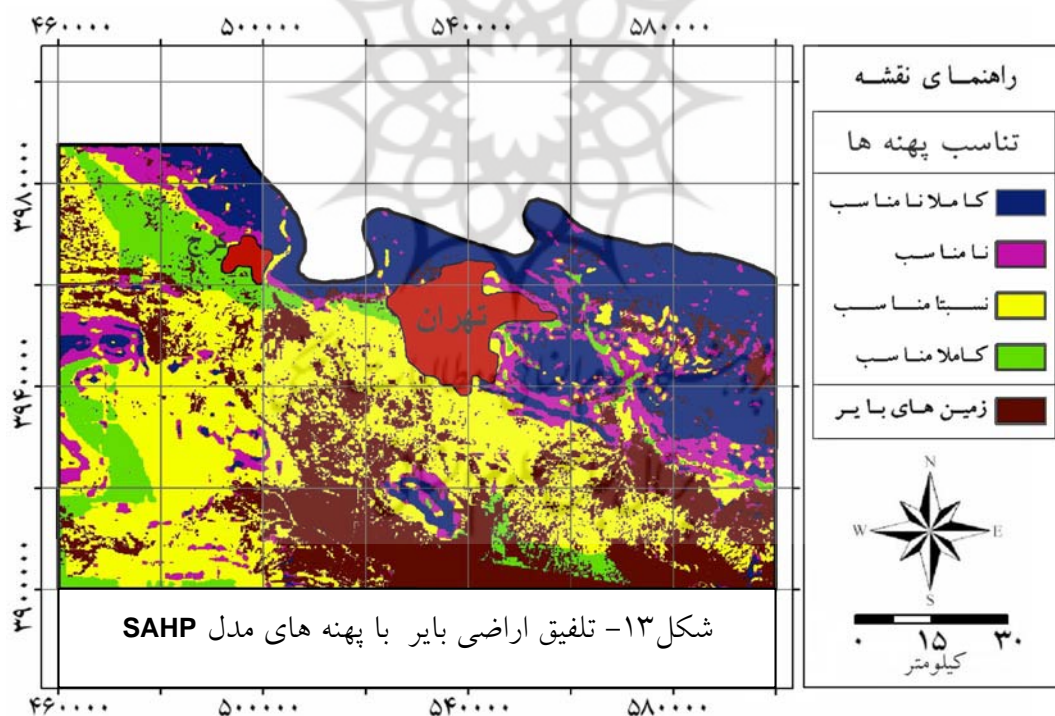
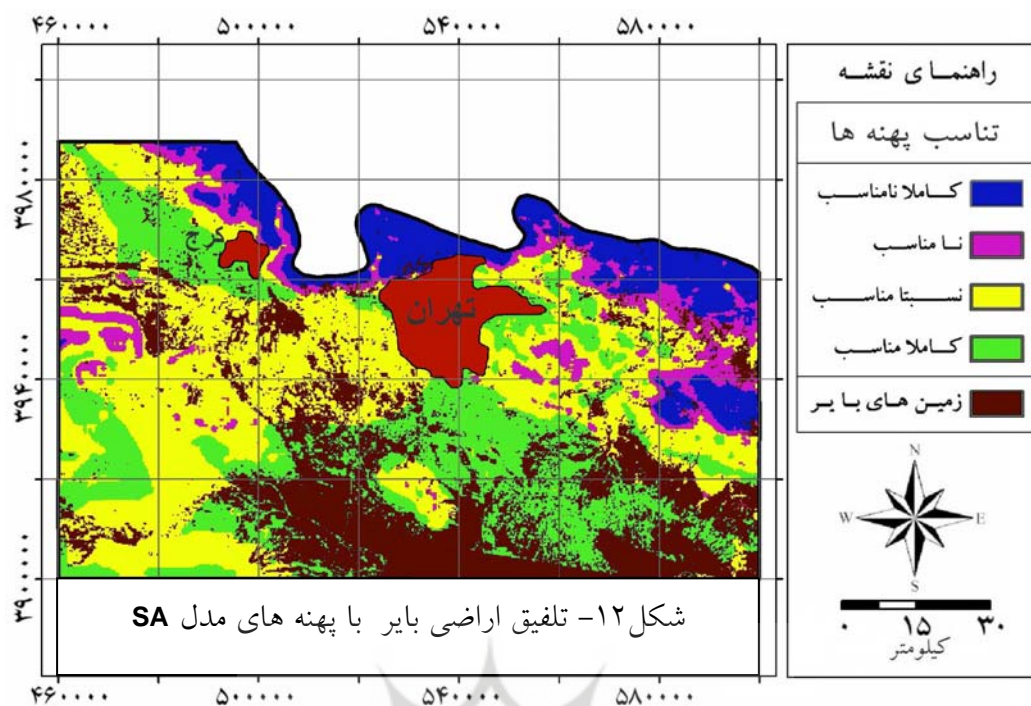
شمالی منطقه مطابقت دارد. مطابق با این نقشه و بر اساس عوامل اقلیمی انتخاب شده در این تحقیق، در حدود ۸۵۰۰ کیلومتر مربع از مساحت منطقه، از لحاظ توسعه با محدودیت خاصی روبرو نیست. مساعدترین مناطق در جنوب تهران و غرب کرج واقع شده است.

بر اساس روال گفته شده در بخش مواد و روش‌ها، نقشه تلفیقی مدل SA تهیه شد (شکل ۱۰). تمام یاخته‌ها در این نقشه، بر حسب اهمیت، وزن ۱ (نامطلوب ترین نواحی) تا ۱۰ (مطلوب ترین نواحی) را گرفتند. نامطلوب ترین نواحی با بخش‌های پرشیب



زمین استخراج شده است با پهناهای نهایی دو مدل SA و SAHP، شکل‌های ۱۲ و ۱۳ حاصل شدند. با توجه به گسترش اراضی بایر در این دو شکل که عمدتاً در جنوب منطقه گسترده شده است و مطابقت نسبی آنها با پهنا مناسب برای توسعه شهر و به منظور حفظ پوشش گیاهی منطقه به خصوص در قسمت‌های غرب (شکل ۴)، از بین سه پهنا دارای وضعیت مناسب برای توسعه، پهنا جنوبی مطلوبیت کافی را از لحاظ توسعه داراست. مناطق غربی و شمال‌غربی از این نظر در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. با توجه به وضعیت گسترش پهناهای نامناسب و کاملاً نامناسب در این نقشه‌ها می‌توان گفت که توسعه تهران از سمت شمال و کرج از سمت شمال شرق تقریباً امکان‌پذیر نیست.

در نقشه تلفیقی مدل SAHP (شکل ۱۱) یاخته‌ها بر اساس اهمیت، وزن نسبی  $10/3$  (نامطلوب‌ترین نواحی) تا  $66/4$  (مطلوب‌ترین نواحی) را گرفتند. همانند مدل SA، مهم‌ترین محدودیت توسعه، مربوط به نواحی پرشیب شمال منطقه است. مناسب‌ترین نواحی با وسعتی در حدود  $1400$  کیلومتر مربع در سه بخش جنوب، غرب و پایکوه‌های شمال و شمال غرب مشاهده می‌شود. نواحی نسبتاً مناسب نیز با مساحتی معادل  $5300$  کیلومتر مربع در قسمت‌های مرکزی و جنوبی منطقه گسترده شده است. با مقایسه نقشه‌های نهایی هر دو مدل (شکل‌های ۱۰ و ۱۱) مشخص می‌شود که مناسب‌ترین نواحی در مدل SAHP، گستره کمتری را نسبت به مدل SA دارد. با تلفیق پهناهای اراضی بایر که از نقشه کاربری



- نتیجه گیری

تحقیق سعی شده است تا این عوامل در مکانیابی توسعه کلان شهر تهران مد نظر قرار گیرد. تحقیق حاضر، تأثیر برخی از عناصر اقلیمی شامل دما، بارش، باد و تابش خورشیدی و نیز مهم ترین عوامل

از آنجا که توسعه بی قواره امروز تهران نتیجه عدم توجه به عوامل جغرافیایی و طبیعی، به خصوص عوامل اقلیمی و کاربری زمین بوده است، در این



گروه سنجش از دور.  
بهرام سلطانی، کامبیز، (۱۳۷۱)، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی (محیط زیست)، مرکز مطالعات و تحقیقات وزارت مسکن و شهرسازی، چاپ اول، تهران، ۲۴۰ص.

بهرام سلطانی، کامبیز، (۱۳۸۰)، نقش اقلیم در مطالعه محیط‌های شهری، موج سبز، ۵: ۲۱-۱۸.

خسروی، مریم، (۱۳۸۳)، تعیین جهت توسعه فیزیکی شهر اندیمشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پایان نامه کارشناسی ارشد، اساتید راهنما: نظریان، اصغر و تولایی، سیمین، دانشگاه تربیت معلم تهران، گروه جغرافیا.

ذوآشتیاق، هادی، (۱۳۷۱)، چکیده طرح ساماندهی شهر تهران، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.

ربیعی دستجردی، حمیدرضا، (۱۳۸۲)، مدل‌سازی عدم اطمینان در آشکارسازی تغییرات بر مبنای طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای (نمونه موردی شهر اصفهان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: ضیائیان، پرویز، دانشگاه تربیت مدرس تهران، گروه سنجش از دور.

رحیمیون، علی، (۱۳۷۷)، تحلیل مناسبت اراضی درون شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در باقرشهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران، گروه سنجش از دور.

رهنمایی، محمدتقی، (۱۳۷۸)، محدودیت‌های فضایی شهر تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۴: ۱۹-۷.

جغرافیایی از جمله ارتفاع، وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری زمین را در مکانیابی نواحی مساعد برای توسعه فیزیکی کلان شهر تهران مد نظر قرار داده است. پردازش اطلاعات، نهایتاً به تعریف لایه‌های مختلف و نیز تلفیق آنها با استفاده از دو مدل SA و SAHP منتهی شد. نتیجه تحقیق نشان داد که با در نظر گرفتن گسترش اراضی بایر و نیز پهنه‌های تناسب در دو مدل SA و SAHP و از نقطه نظر حفظ پوشش گیاهی به خصوص در قسمت‌های غرب، توسعه شهر به سمت جنوب، مطلوب تر از سایر جهات است و مناطق غربی و شمال‌غربی در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند (شکل‌های ۱۰ الی ۱۳). علیرغم کارایی مناسب هر دو مدل در امر مکانیابی، مدل SAHP دارای قابلیت بیشتری نسبت به مدل SA است؛ چرا که علاوه بر مقایسه هر لایه به صورت جداگانه، لایه‌ها را نیز نسبت به یکدیگر می‌سنجد. تکمیل این مطالعه با در نظر گرفتن سایر عوامل طبیعی از جمله عوامل زمین شناسی، ژئومورفولوژی، آب شناسی و نیز عوامل انسانی، ضروری به نظر می‌رسد.

## منابع

بحرینی، سید حسین، (۱۳۹۰)، فرآیند طراحی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم، تهران، ۴۶۹ص.

بدر، رضا (۱۳۷۹) استفاده از GIS و RS در تعیین جهت گسترش فیزیکی شهر (نمونه موردی شهر رضی)، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: عباس علی‌محمدی، دانشگاه تربیت مدرس تهران،



- Chakhar, S., Mousseau, V., (2008), GIS-based multicriteria spatial modeling generic framework, *Int J Geogr Inf Sci*, 22 (11–12): 1159–1196.
- Dong, J., Zhuang, D., Xu, X., Ying, L., (2008), Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques—a case study in Jingjinji Area, China, *Sensors*, 8: 5975–5986.
- Esbah, H., (2007), Land Use Trends During Rapid Urbanization of the City of Aydin, Turkey, *Environ Manage*, 39: 443–459.
- Liu, Y. G., Zeng, X. X., Xu, L., Tian D. L., Zeng, G. M., Hu, X. J., Tang, Y. F., (2011), Impacts of land-use change on ecosystem service value in Changsha, China, *J. Cent. South Univ. Technol.*, 18: 420–428.
- Mkhabela, M. S., Bullock, P., Raj, S., Wang, S., Yang, Y., (2011), Crop yield forecasting on the Canadian Prairies using MODIS NDVI data, *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 385–393.
- Over, S., Buyuksarac, A., Bekta, O., Filazi, A., (2011), Assessment of potential hazard and site effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey, *Environ Earth Sci*, 62: 313–326.
- Saaty, T. L., (2004), Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP), *J Syst Sci Syst Eng*, 13(1): 1–35.
- Thapa, R. B., Murayama, Y., (2010), Drivers of urban growth in the Kathmandu Valley, Nepal: examining the efficacy of the analytic hierarchy process, *Appl Geogr*, 30: 70–83.
- Tudes, S., Yigiter, N. D., (2010), Preparation of land use planning model using GIS based on AHP: case study Adana-Turkey, *Bull Eng Geol Environ*, 69: 235–245.
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y., Huang, Z. (2006), Evaluating سعیدنیا، احمد، (۱۳۷۲)، مکان شهر تهران، مجموعه پژوهش‌های محیط زیست، ۱۵: ۶۱–۴۳.
- علیجانی، بهلول، (۱۳۸۵)، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ۲۲۱ص.
- غیور، حسنعلی، (۱۳۷۵)، سیل و مناطق سیل خیز در ایران، تحقیقات جغرافیایی، ۴۰: ۱۲۰–۱۰۱.
- فرج زاده، منوچهر، (۱۳۸۹)، مبانی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، نشر انتخاب، چاپ اول، تهران، ۲۲۴ص.
- فرجی سبکبار، حسنعلی، (۱۳۸۴)، مکانیابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۱: ۱۳۷–۱۲۵.
- موحدی، سعید و محمود سلطانیان، (۱۳۹۰)، سامانه اطلاعات جغرافیایی و اقلیم شناسی، انتشارات کنکاش، چاپ اول، اصفهان، ۱۸۸ص.
- وزارت نیرو، (۱۳۸۵)، پیش نویس راهنمای ارزیابی خسارت سیلاب، شرکت مدیریت منابع آب ایران، نشریه شماره ۲۹۶-الف، ۹۵ص.
- Bathrellos, G. D., Gaki-Papanastassiou, K., Skilodimou, H. D., Papanastassiou, D., Chousianitis, K. G., (2011), Potential suitability for urban planning and industry development using natural hazard maps and geological–geomorphological parameters, *Environ Earth Sci*, published online 04 August 2011, [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com).
- Burrough, P. A., (1986), *Principles of Geographic Information System for Land Resources Assessment*, Clarendon Press, Oxford. 193 pp.

Yesilnacar, E., Doyuran, V., (2000), Selection of Settlement Areas Using GIS and Statistical Method (Spatial-AHP), Middle East Technical University, Ankara.

urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing, Landsc Urban Plan, 75: 69–80.

