

بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج^۱

محمد رضا ثروتی - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی

سعید خضری* - استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه کردستان

توفیق رحمانی - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۶/۱۷ تأیید نهایی: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵

چکیده

توپوگرافی و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، گسترش، توسعه فیزیکی و مورفولوژی شهرها تأثیر بسزایی دارند. هدف اصلی پژوهش حاضر، شناخت تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج و مکان‌یابی مناسب آن در توسعه آینده است. برای نیل به این هدف، از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، داده‌های هواشناسی، منابع کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی بهره گرفته شده است. ابتدا محدوده منطقه پژوهش روی نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی تعیین شد، سپس از طریق نرم‌افزار AutoCad Map 2004 و ArcInfo 8.0 به رقوم‌سازی نقشه‌ها، خط‌گیری و تهیه توپولوژی پرداخته شد و از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پایگاه اطلاعاتی نقشه‌ها تهیه گردید. در تهیه خروجی‌های مورد نیاز از برنامه الحاقی تحلیل‌گر فضایی^۲ در سامانه اطلاعات جغرافیایی بهره‌گیری شد. پس از آن، مطالعات میدانی صورت گرفت. نتایج نشان داد عواملی همچون ارتفاعات آبدار، تپه‌های داخل شهر و رودخانه قشلاق تنگناهایی را برای توسعه شهر به وجود آورده‌اند، به گونه‌ای که تنها ۴/۸۱ درصد از محدوده مورد مطالعه، مناسب توسعه شهر برشمرده می‌شود.

کلید واژه‌ها: تنگناهای طبیعی، ژئومورفولوژی، توسعه فیزیکی، سنندج، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS).

مقدمه

هدف ژئومورفولوژی شهری، درک متقابل آثار فرایندهای شهری و ژئومورفولوژی و در نهایت خدمت به مردم و رفاه آنهاست. از طرفی، آگاهی و استانداردسازی برای شهرسازها، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری نیز از اهداف دیگر آن به شمار می‌آید. متخصصان ژئومورفولوژی شهری در این زمینه چهار کار عمده ذیل را باید انجام دهند مقیمی، (۱۳۸۵، ۴):

۱. شناخت زمینی که شهر بر روی آن احداث شده یا در دست احداث است و یا برای احداث آماده می‌شود. این

شناخت باید به‌طور عام جغرافیای طبیعی و به‌طور خاص ژئومورفولوژی باشد.

۱. برگرفته از: پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، توفیق رحمانی، تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

* E-mil: s_khezry@yahoo.com

نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۶۳۴۳۲۵۲

2. Spatial Analyst

۲. درک و تشخیص فرایندهای کنونی که در شهر وجود دارد و یا در اثر شهرنشینی و شهرگرایی تغییر می‌یابد.

۳. پیش‌بینی تغییرات ژئومورفولوژیک آتی که احتمال دارد از توسعه شهری ناشی شود که نیازمند شناخت گذشته، درک زمان حاضر و توان پیش‌بینی آینده است.

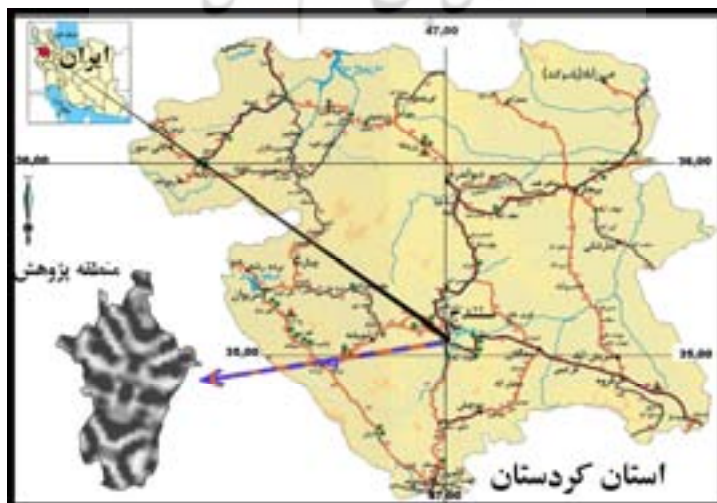
۴. بزرگی، گستره و جمعیت شهر همواره باید مورد توجه باشد.

اسکان بشر، نقشی تمدن‌ساز در فرایند تاریخی توسعه جوامع داشته است. در این فرایند، شهرها - به‌مثابه برترین سطح اسکان - کانون‌های ایفای نقش بوده‌اند (مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۲، ۱). توسعه و عمران در مناطق مختلف شهری، روستایی و صنعتی - که در بستر طبیعی قرار دارند - همواره نیازمند مطالعه دقیق در ویژگی‌های طبیعی آنهاست. در این خصوص، بررسی‌های ژئومورفولوژی به‌تنهایی بسیاری از مسائل و تنگناهای طبیعی موجود در راه توسعه را آشکار می‌سازد. این موضوع ناشی از روش‌شناسی نگرش سیستمی است که در مطالعات ژئومورفولوژی مناطق جغرافیایی استفاده می‌شود (رضایی مقدم و دیگران، ۱۳۸۴، ۴۸).

شهر سنندج - همانند اکثر شهرها - برای توسعه فیزیکی خود با مسائل و مشکلاتی روبه‌رو شده است. این شهر تا سال ۱۳۴۰ روند رو به رشد منطقی را سپری کرده است. اما با شروع تحولات و اثرپذیری جوامع شهری و روستایی از اصلاحات ارضی و در نتیجه آن مهاجرت‌های روستایی، رشد اقتصادی اوایل دهه ۵۰، بالا رفتن درآمدهای شهری و تحولات بعد از انقلاب باعث شد که رشد شتابان و ناموزونی را پشت سر بگذارد. این رشد به‌گونه‌ای ادامه پیدا کرد که در دوره زمانی ۱۷ساله (۱۳۴۰ - ۱۳۵۷) رشدی معادل ۳۵۰ سال تاریخ خود را داشته است (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۴، ۱۰۱). در نتیجه هم‌اکنون شهر با تنگناها و موانع متعدد طبیعی و انسانی در توسعه روبه‌رو شده است که بی‌توجهی به نقش آنها در توسعه آتی، منشأ بسیاری از مسائل و مشکلات خواهد بود.

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

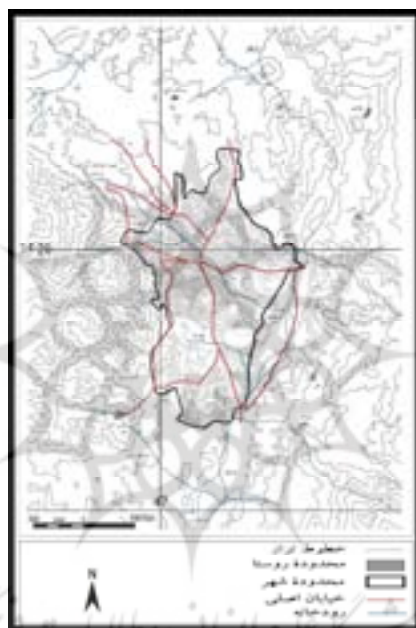
منطقه مورد مطالعه، محدوده شهر سنندج در سال ۱۳۸۱ و شعاع ۵ کیلومتری آن را دربرمی‌گیرد، که با موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۸ ثانیه عرض شمالی از استوا، در غرب ایران قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر سنندج در استان و کشور

از نظر مورفولوژی، چشم‌انداز منطقه را واحد کوهستان دربرگرفته و متشکل از کوه‌ها و تپه‌هایی است که در محدوده فعلی و یا در محدوده توسعه آتی شهر قرار دارند. از دیگر عناصر ژئومورفولوژیک می‌توان به مخروط‌افکنه‌ها و دره‌هایی که هم‌اکنون در محدوده شهر قرار دارند و غالباً مسکونی شده‌اند، اشاره کرد (شکل ۲).

مخروط‌افکنه‌ها اشکال زمینی عمومی پیشانی کوهستان‌ها هستند که به سبب انرژی سیلاب کوهستان‌ها گسترش یافته‌اند و در شیب و توپوگرافی دامنه‌ها تغییراتی به وجود آورده‌اند و گسترش آنها اغلب در داخل نواحی کوهستانی مشاهده می‌شود (گومز و دیگران، ۲۰۰۰، ۱۲۷). بخشی از شهر سنندج بر روی مخروط‌افکنه‌ها واقع شده و لندفرم شیب‌دار مخروط‌افکنه‌ها از سویی به کوهستان آبیدر (اویر) و از جهتی دیگر به ساحل غربی رود قشلاق منتهی شده است.

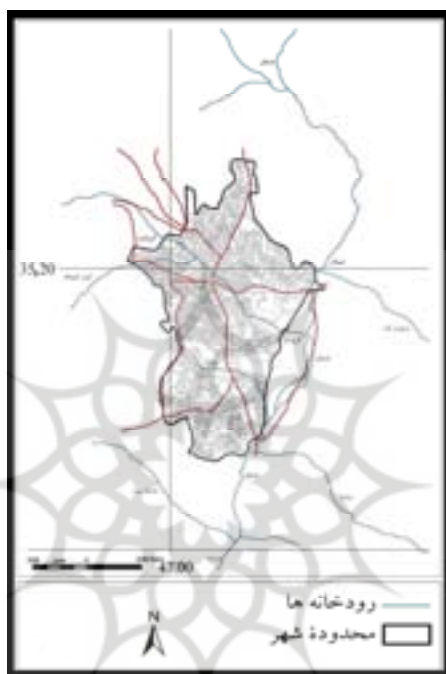


شکل ۲. نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

رودخانه‌های قشلاق و گریاشان که از عناصر مهم ژئومورفولوژیک به‌شمار می‌روند، به ترتیب با جهت شمالی - جنوبی و شمال غربی - جنوب شرقی در محدوده شهر واقع شده‌اند، که از موانع طبیعی در توسعه کالبدی شهر به‌شمار می‌آیند (شکل ۳).

بر اساس مطالعات صورت گرفته، جنس لیتولوژی در نقشه زمین‌شناسی را به ترتیب انواع شیل (۵۷/۶ درصد)، آبرفت و نهشته‌های رودخانه‌ای (۲۶/۴ درصد)، سنگ‌های آتشفشانی (۱۰/۸ درصد) و آهک (۵/۱ درصد) در بر گرفته است. از لحاظ زمین‌ساختی، منطقه مورد پژوهش در زون اسفندقه - مریوان واقع گردیده که به صورت نوار طویل دگرگون‌شده‌ای در امتداد و به موازات رورانگی زاگرس، از ارومیه و سنندج در شمال غربی تا سیرجان و اسفندقه در جنوب شرقی قرار دارد. این زون جزو ناآرام‌ترین و به عبارتی، فعال‌ترین زون‌های ساختمانی ایران به‌شمار می‌رود (درویش‌زاده، ۱۳۷۰، ۲۱۰). مهم‌ترین ویژگی این منطقه وجود رانگی‌های طویل با راستای شمال غرب - جنوب شرق است. رانگی‌های فوق به‌ویژه در کنار زون زاگرس و امتداد آن گسترش یافته و با حرکات و جابه‌جایی خود سبب وقوع

زمین‌لرزه‌هایی گردیده‌اند (محمدی، ۱۳۸۰، ۵۹). بر اساس نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه منطقه زاگرس و جوار آن، محدوده مورد مطالعه در پهنه خطر نسبی پایین تا متوسط قرار دارد و احتمال وقوع زلزله‌های ویرانگر در آن کم است. در مجموع حداکثر شدت نواحی تحت فشار منطقه در سنج بین ۶ تا ۷ درجه مرکالی در نوسان است (مهندسان مشاور تدبیر شهر، ۱۳۸۴، ۴۴). همچنین با استناد به اطلاعات دریافتی از مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در شهرستان سنندج و حوزه آن در هشتاد سال اخیر، زلزله مخرب و نابودکننده‌ای به وقوع نپیوسته است (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۴، ۷۲).



شکل ۳. نقشه پراکنده‌گی آب‌های جاری در منطقه مورد مطالعه

از نظر اقلیمی، منطقه پژوهش جزو مناطق سردسیر و کوهستانی محسوب می‌شود که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است. میانگین حداکثرهای سالانه دما در دوره مورد مطالعه (۱۹۷۴-۲۰۰۳) $21/6$ درجه سانتی‌گراد بوده است. همچنین میانگین تعداد روزهای یخبندان $107/5$ روز در سال برآورد شده و متوسط بارندگی سالانه $467/9$ میلی‌متر بوده است. باد غالب منطقه، باد جنوب و پس از آن باد جنوب‌غربی است. میزان وزش باد آرام $49/6$ درصد کل دیده‌بانی‌ها را به خود اختصاص داده است.

مواد و روش‌ها

روش به‌کار رفته در این تحقیق، علاوه بر بررسی منابع و کارهای میدانی بر روش توصیفی-تحلیلی نرم‌افزاری تأکید دارد. محدود کردن چارچوب منطقه مورد مطالعه در تحقیقات جغرافیایی شرط اساسی کار است. برای تعیین چارچوب منطقه مورد مطالعه از ۴ شیت نقشه توپوگرافی با مقیاس $1:50000$ بهره گرفته شد و حدود شعاع ۵ کیلومتری در سال ۱۳۸۱- که همان محدوده خدماتی شهر است - تعیین گردید. با استفاده از نقشه زمین‌شناسی $1:250000$ سنندج، نقشه

۵۰۰۰۰: ۱ زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه تهیه شد (زاهدی و دیگران، ۱۳۶۴). به منظور مطالعات خاک نیز از نقشه قابلیت اراضی استان انتشارات موسسه تحقیقات آب و خاک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ بهره گرفته شد (انتشارات تحقیقات آب و خاک، ۱۳۶۳). بزرگ‌نمایی نقشه فوق به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ گام بعدی در این پژوهش بوده است. برای آگاهی از ویژگی‌های اقلیمی منطقه، از دوره آماری ۳۰ساله (۱۹۷۴-۲۰۰۳) ایستگاه سینوپتیک سنندج استفاده شده است. متعاقب آن تحقیقات میدانی برای تطبیق دادن اطلاعات روی نقشه‌ها با واقعیات روی زمین انجام پذیرفت و نکات لازم ثبت گردید. برای تکمیل اطلاعات از منابع اسنادی، و مصاحبه با صاحب‌نظران و متخصصان نیز بهره گرفته شد. سرانجام با استفاده از نرم‌افزار AutoCad Map 2004 نقشه‌های موجود رقومی گردید. در خط‌گیری و تهیه توپولوژی از نرم‌افزار ArcInfo 8.0 بهره‌برداری شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 8.3 پایگاه اطلاعات برای نقشه‌ها تهیه گردید و لایه‌های مختلف اطلاعاتی به صورت نقشه استخراج شد. در ادامه با استفاده از تحلیل گر فضایی در محیط نرم‌افزار فوق، اقدام به تهیه خروجی‌های مورد نیاز شده است. عمل وزن‌دهی به عوامل مختلف، بر اساس ضوابط و معیارهای مندرج در منابع صورت گرفته است.

نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری مفید و حتی ضروری برای ارتباط دادن شاخص‌های زیست‌محیطی در فرایند توسعه کاربرد دارند (حداد تهرانی و محرم‌نژاد، ۱۳۸۱، ۴۹). بسیاری از تعاریف ارائه شده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، بیشتر بر دو جنبه از سیستم تأکید دارند که در قالب دو رویکرد مبتنی بر فناوری و رویکرد مبتنی بر حل مسئله مطرح‌اند. در رویکرد مبتنی بر فناوری، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منزله مجموعه‌ای از ابزار تعریف می‌شود که برای ورود، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و تحلیل داده‌های فضایی و در نهایت خروجی گرفتن از این داده‌ها به کار گرفته می‌شود. در این رویکرد، جنبه مبتنی بر حل مسئله نادیده گرفته می‌شود ولی در عین حال، بر این نکته اتفاق نظر وجود دارد که GIS می‌تواند از نظر کارکردی، نقشی تعیین‌کننده در فرایند تصمیم‌گیری جامع ایفا کند (Malczewski, 1991, 15).

بنابراین می‌توان گفت فناوری سامانه مورد استفاده در این پژوهش، چهار نقش را در مدیریت شهری به شرح ذیل ایفا می‌کند (Bracken & Webster, 1990, 58):

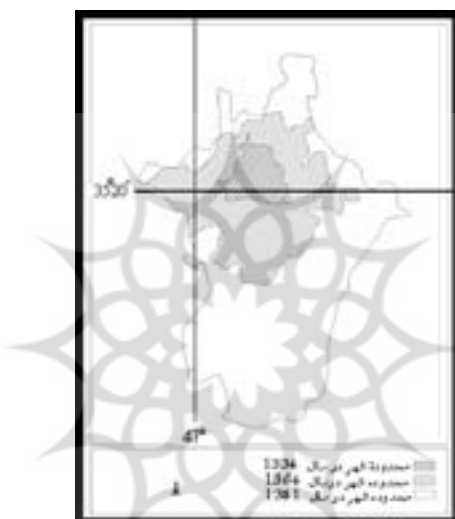
۱. به عنوان شیوه‌ای برای نشان دادن تمامی محیط.
۲. به عنوان ابزاری برای تحلیل گزینه‌های برنامه.
۳. به عنوان راهنما برای کاهش ریسک تصمیم‌گیری.
۴. به عنوان فنی برای برقراری ارتباط میان تمامی ابزارهای تصمیم‌گیر.

یافته‌های تحقیق

وضعیت و روند توسعه فیزیکی شهر سنندج

از نظر توسعه کالبدی مطابق عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴، شهر سنندج ۱۸۶ هکتار وسعت داشته، که در سال‌های

۱۳۶۳-۱۳۶۴ مساحت این شهر به ۱۲۵۲ هکتار رسیده است، به عبارتی در طی سی سال (از ۱۳۳۴ تا ۱۳۶۴) وسعت شهر ۶/۷۳ برابر شده است. در سال ۱۳۸۱ مساحت زیربنای شهر به ۳۶۵۰ هکتار رسیده که در مقایسه با سال ۱۳۳۴ حدود ۲۰ برابر و نسبت به سال ۱۳۶۴ حدود ۳ برابر توسعه فیزیکی داشته است. در فرایند این توسعه روستاهای قره‌یان، خانقاه، دگران، قشلاق و فرجه در دل شهر هضم شده‌اند و رشد شهر با شکل خطی-کپکشان‌ی به سمت جنوب توسعه پیدا کرده است (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۴، ۱۸۶). با بررسی روند توسعه شهر در سه دوره زمانی مذکور، درمی‌یابیم که شهر بیشتر در جهت جنوب و جنوب غربی توسعه پیدا کرده، که این امر بیانگر وجود تنگناهایی در دیگر جهات بوده است (فردوسی، ۱۳۸۴). توسعه مذکور موجب تخریب باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی شده است (شکل ۴).



شکل ۴. نقشه روند توسعه شهر در دوره‌های زمانی

ویژگی‌های توپوگرافی

هدف از مطالعات توپوگرافی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل خصوصیات ناهمواری سطح زمین از جمله پستی و بلندی در شهرهاست. توپوگرافی در بسیاری از مسائل شهری همچون تعیین مسیر لوله‌های آب، گاز، تخلیه آب‌های سطحی و فاضلاب شهری دخیل است. همچنین توپوگرافی در تعیین مسیر خیابان‌ها (برای دریافت نور آفتاب)، امور حفاظت از آب و خاک در پیرامون شهرها و حفظ و ایجاد فضای سبز اهمیت شایانی دارد (رهنمایی، ۱۳۸۲، ۱۱۴). به منظور شناسایی و طبقه‌بندی ناهمواری‌ها، مدل ارتفاعی رقومی^۱ (DEM) تهیه می‌شود و در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) از روش‌های رایانه‌ای خودکار و طبقه‌بندی نظارت‌شده، بهره گرفته می‌شود (Brabyan, 1998, 35) که در این پژوهش از این روش پیروی شده است.

1. Digitl Elevation Model

از لحاظ توپوگرافی، چشم‌انداز شهر سنندج را کوه‌ها و تپه‌ها فراگرفته‌اند. کوه آبیدر (آویر) بزرگ در غرب شهر با ۲۵۴۶ متر ارتفاع از سطح دریا و کوه کوچک‌کُش در شمال شرق شهر با ۱۷۶۲ متر ارتفاع مهم‌ترین ارتفاعات شهرند. تپه‌های متعددی نیز در داخل محدوده فعلی شهر قرار دارند، از قبیل: تپه روسی، تپه شوبو، تپه شیخ حمه باقر و تپه توس نوذر. این تپه‌ها به‌گونه‌ای استقرار یافته‌اند که روند و جهت توسعه فیزیکی شهر را محدود کرده‌اند. در جاهایی که توسعه کالبدی شهر صورت گرفته است، سکونتگاه‌ها به‌صورت پلکانی و با صرف هزینه‌های مضاعفی احداث شده‌اند. براساس داده‌های به‌دست آمده در حدود ۶۰ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه در سطوح ارتفاعی ۱۶۰۰-۱۴۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند (جدول ۱)، که با توجه به معیارها مناسب توسعه شهری‌اند و وزن‌دهی نیز بر این مبنا صورت گرفته است (جدول ۲ و شکل ۵). نتایج مطالعات حاکی از آن است که ارتفاعات به‌عنوان مانعی در توسعه شهر سنندج به‌شمار می‌آیند. محدودیت‌های حاصل از وجود ارتفاعات در شهر سنندج را می‌توان چنین برشمرد:

۱. ارتفاعات، عاملی مهم در ممانعت از توسعه فیزیکی شهر محسوب می‌شوند.
۲. ارتفاعات، موجب هدررفت انرژی، هزینه‌های مضاعف و اختلال در امر خدمات‌رسانی می‌شوند.
۳. ارتفاعات، موجب وارونگی هوا و نیز ایجاد جزیره گرمایی در قسمت‌های متراکم شهر می‌شوند.
۴. ارتفاعات موجب کاهش زمان تمرکز آب و در نتیجه آب‌گرفتنی سطح معابر و خیابان‌های شهر می‌شوند.

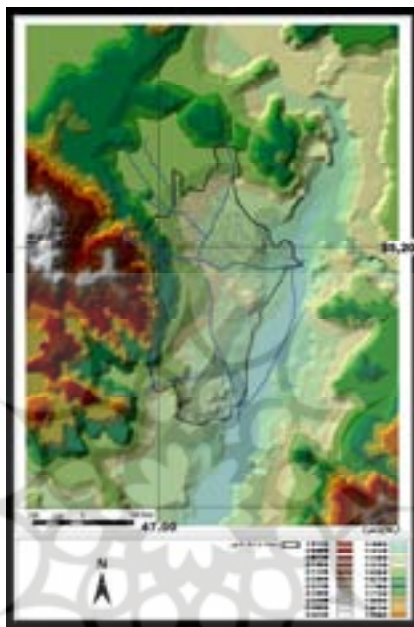
جدول ۱. طبقه‌بندی سطوح ارتفاعی

| ردیف | سطوح ارتفاعی (متر) | مساحت (مترمربع) | مساحت (درصد) |
|------|--------------------|-----------------|--------------|
| ۱ | ۰-۱۴۰۰ | ۱۳۹۸۶۳۴۷ | ۴/۷۷ |
| ۲ | ۱۴۰۰-۱۵۰۰ | ۶۶۰۹۱۱۴۱ | ۲۴/۳۰ |
| ۳ | ۱۵۰۰-۱۶۰۰ | ۸۴۴۷۸۷۰۳ | ۳۱/۰۶ |
| ۴ | ۱۶۰۰-۱۷۰۰ | ۵۴۲۰۹۷۳۳ | ۱۹/۹۳ |
| ۵ | ۱۷۰۰-۱۸۰۰ | ۱۶۳۴۴۰۸۰ | ۶/۰۱ |
| ۶ | ۱۸۰۰-۱۹۰۰ | ۱۳۷۱۹۲۷۹ | ۵/۰۴ |
| ۷ | ۱۹۰۰-۲۰۰۰ | ۸۷۱۹۲۷۷ | ۳/۲۱ |
| ۸ | ۲۰۰۰-۲۱۰۰ | ۶۳۶۲۵۶۱ | ۲/۳۴ |
| ۹ | ۲۱۰۰-۲۲۰۰ | ۴۵۰۲۸۳۷ | ۱/۶۶ |
| ۱۰ | ۲۲۰۰-۲۳۰۰ | ۹۶۱۲۰۰ | ۰/۳۵ |
| ۱۱ | ۲۳۰۰-۲۴۰۰ | ۹۲۵۵۴۴ | ۰/۳۴ |
| ۱۲ | ۲۴۰۰-۲۵۰۰ | ۱۳۸۹۱۳۹ | ۰/۵۱ |
| ۱۳ | + ۲۵۰۰ | ۱۲۷۵۶۰۱ | ۰/۴۷ |
| | جمع | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ | ۱۰۰ |

جدول ۲. طبقه‌بندی معیارهای مربوط به ارتفاع

| معیار | مناسب | کمتر مناسب | نامناسب |
|--------------|-------------|-------------|------------|
| ارتفاع (متر) | ۱۴۰۰ - ۱۶۰۰ | ۱۶۰۰ - ۱۸۰۰ | بالای ۱۸۰۰ |

منبع: طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیه اصفهان، ۱۳۸۲



شکل ۵. نقشه طبقات ارتفاعی منطقه پژوهش

وضعیت شیب

پستی و بلندی زمین، جهت و میزان شیب از عوامل مهم و مؤثر در استقرار و مکان‌یابی شهرها، سامانه حرکت آب‌های سطحی، چگونگی دفع فاضلاب‌های شهری و وضعیت شبکه‌بندی گذرگاه‌ها محسوب می‌شوند (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۴، ۱۸۸). نتایج بررسی‌های انجام‌شده، با در نظر گرفتن معیارهای تعیین‌شده و وزن‌دهی (بر این مبنا به عامل شیب)، تقریباً نیمی از اراضی محدوده مورد مطالعه از لحاظ شیب مناسب شهرسازی است (جداول ۳ و ۴). لیکن در مجموع، شیب به‌عنوان یکی دیگر از تنگناهای توسعه شهر سنندج مطرح می‌گردد، که میزان آن در منطقه مورد مطالعه متغیر است (جدول ۴ و شکل ۶). از این رو می‌بایست در اجرای پروژه‌های شهری به این مؤلفه مهم توجه کافی شود.

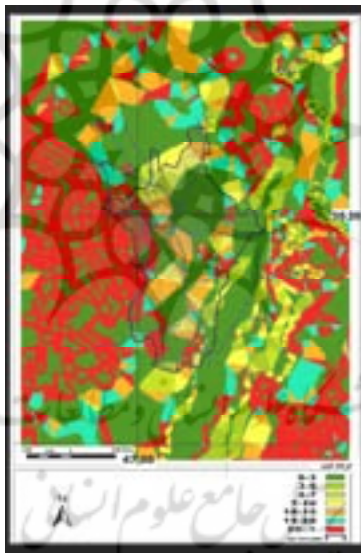
جدول ۳. طبقه‌بندی معیار مربوط به شیب

| معیار | کاملاً مناسب | مناسب | نامناسب | کاملاً نامناسب |
|------------|--------------|-------|---------|----------------|
| شیب (درصد) | ۳ - ۵ | ۵ - ۷ | ۷ - ۱۵ | بالای ۱۵ درصد |

منبع: طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیه اصفهان، ۱۳۸۲

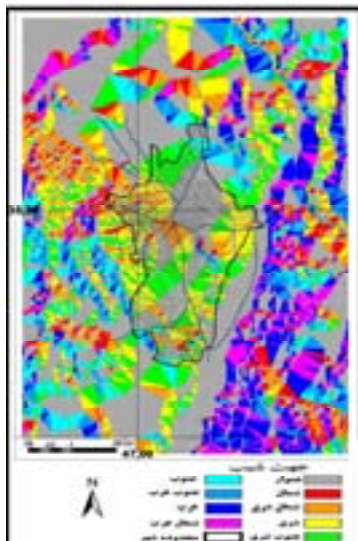
جدول ۴. طبقات شیب

| میزان شیب (درصد) | مساحت (مترمربع) | مساحت (درصد) |
|---------------------|--------------------|-----------------|
| ۰-۳ | ۶۸۴۸۴۳۰.۵ | ۲۵/۲ |
| ۳-۵ | ۷۹۵۶۰۴۷ | ۲/۹ |
| ۵-۷ | ۷۱۸۴۵۰۲ | ۲/۶ |
| ۷-۱۰ | ۱۴۰۷۴۰۳۵ | ۵/۲ |
| ۱۰-۱۵ | ۳۹۵۱۴۰۰۱ | ۱۴/۵ |
| ۱۵-۲۰ | ۲۲۴۲۶۷۶۰ | ۸/۲ |
| ۲۰-۱۰۰ | ۱۱۲۳۲۵۷۹۲ | ۴۱/۳ |
| جمع | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ | ۱۰۰ |



شکل ۶. نقشه طبقات شیب منطقه پژوهش

از جمله عناصر مهم دیگر ژئومورفولوژیک مؤثر در توسعه شهرها جهت‌های مختلف شیب است. بی‌توجهی به این ویژگی در سنندج موجب شده است که ساخت‌وسازها در دامنه‌های پشت به آفتاب (که از نور کمتری بهره‌مندند) شکل گیرند (شکل ۷). به همین دلیل در فصول سرد سال لایه‌های یخ سطح معابر و خیابان‌ها را می‌پوشاند و آمدورفت را با مشکل و خدمات‌رسانی را با وقفه روبه‌رو کرده است، به گونه‌ای که یخزدگی لوله‌های آب و فاضلاب در فصول سرد سال، گاه آسایش را از شهروندان سلب می‌کند. بنابراین، ضروری است که در توسعه آتی شهر، به جهت‌های مختلف شیب در تعیین مسیر خیابان‌ها، معابر، واحدهای مسکونی و موارد دیگر توجه شود. در این پژوهش، وزن‌دهی برای عامل جهت شیب صورت گرفته و مکان‌های رو به جنوب بهترین مکان از لحاظ شهرسازی قلمداد شده‌اند.



شکل ۷. نقشه طبقه‌بندی جهات شیب منطقه مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک و تناسب اراضی

از دیگر عوامل مؤثر در توسعه شهرها، نوع خاک و تیپ اراضی است که لازم است مطالعات دقیقی در این زمینه صورت گیرد تا پارامترهای مذکور را در کاربری‌های مختلف شهری در جهت توسعه پایدار شهری به کار گیرند. برای رسیدن به این امر مهم، خاک‌های منطقه مورد مطالعه به ۸ گروه و تیپ‌های اراضی به ۵ طبقه تقسیم گردیدند (جداول ۵ و ۶).

از این منظر برای توسعه شهر و امتیازدهی، اولویت‌های زیر معرفی گردید:

۱. از نظر خاک، اولویت با خاک‌های نفوذپذیر و کم‌عمق همراه با بافت سنگین است.

۲. از نظر تیپ اراضی، اولویت با دشت‌های دامنه‌ای، فلات و تراست است.

جدول ۵. طبقه‌بندی نوع خاک

| مساحت (درصد) | مساحت (مترمربع) | نوع خاک |
|-----------------|--------------------|--|
| ۱/۲ | ۳۳۰۲۶۲۵ | خاک عمیق با بافت سنگین همراه با مواد آهکی در لایه‌های زیرین |
| ۹/۷ | ۲۶۴۸۰۱۵۵ | خاک‌های خیلی کم‌عمق سنگلاخی همراه با سنگریزه زیاد |
| ۲۷/۵ | ۷۵۰۳۳۷۰۹ | خاک‌های خیلی کم‌عمق یا کم عمق سنگلاخی و سنگریزه‌دار بر روی شیبست |
| ۶/۶ | ۱۸۰۰۷۶۷۱ | خاک‌های عمیق با بافت سنگین و بدون سنگریزه |
| ۱/۵ | ۴۱۶۶۰۲۹ | خاک‌های کم‌عمق سنگریزه‌دار |
| ۳۳/۲ | ۹۰۲۳۵۹۷۸ | خاک‌های کم‌عمق همراه با رخنمون سنگی |
| ۱۲/۲ | ۳۳۱۲۴۷۱۷ | خاک‌های کم‌عمق یا نیمه‌عمیق سنگریزه‌دار با بافت متوسط تا سنگین بر روی سنگ‌ها و مواد آهکی |
| ۷/۹ | ۲۱۶۱۴۵۵۸ | خاک‌های نیمه‌عمیق با بافت سنگین بر روی سنگریزه و مواد آهکی |
| ۱۰۰ | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ | جمع |

بر اساس وزن‌دهی به عوامل فوق، نتایج حاکی از آن است که ۴۶/۹ درصد خاک‌ها و ۱۵/۷ درصد تپ‌های اراضی برای توسعه شهری مناسب است و دیگر پهنه‌ها تنگناهایی همچون: پستی و بلندی، فرسایش آبی، محدودیت عمق خاک، وجود سنگریزه، شیب زیاد، و رخنمون سنگی را برای توسعه شهر فراهم آورده‌اند.

جدول ۶. طبقه بندی تپ‌های اراضی

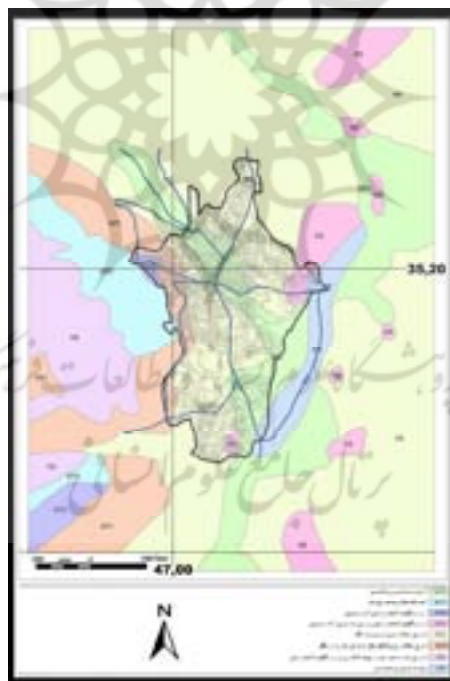
| تپ اراضی | مساحت (مترمربع) | مساحت (درصد) |
|---------------|-----------------|--------------|
| کوهستان | ۱۱۶۷۱۶۱۳۲ | ۴۲ |
| تپه | ۱۰۸۱۵۸۴۲۶ | ۳۹/۸ |
| فلات، تراست | ۲۱۶۱۴۵۵۸ | ۷/۹ |
| دشت دامنه‌ای | ۲۱۳۱۰۲۹۷ | ۷/۸ |
| واریزه بادبزی | ۴۱۶۶۰۲۹ | ۱/۵ |
| جمع | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ | ۱۰۰ |

ویژگی‌های زمین‌شناسی

مکانی که شهر بر روی آن احداث می‌شود و یا در مسیر توسعه آن قرار می‌گیرد، ممکن است از نظر زمین‌شناسی محدودیت‌هایی داشته باشد و روند توسعه فیزیکی شهر را با دشواری‌هایی مواجه سازد. اساس مطالعات صورت گرفته، بیشترین جنس لیتولوژی منطقه را به ترتیب انواع شیل (۵۷/۶ درصد)، آبرفت و نهشته‌های رودخانه‌ای (۲۶/۴ درصد)، سنگ‌های آتشفشانی (۱۰/۸ درصد) و آهک (۵/۱ درصد) دربرگرفته است (جدول ۷). مطالعات میدانی حاکی از آن است که شیل‌های برون‌زده، مانعی جدی در برابر توسعه شهر قلمداد می‌شوند و روند توسعه آن را متوقف ساخته‌اند. شیل‌ها از لحاظ مقاومت در برابر فشار و امواج زلزله و نیز فشار ناشی از ساخت‌وسازهای شهری مقاومت متفاوتی دارند. سنگ‌های آهکی به دلیل وجود ترک و شکاف‌ها مشکلاتی برای زیربنای شهری ایجاد کرده‌اند. نهشته‌های رودخانه‌ای نیز نیاز به فونداسیون عمیق دارند. در مجموع لیتولوژی فوق تنگناهای بالقوه‌ای را برای توسعه شهر فراهم آورده، از این‌رو رعایت ضوابط ژئومورفولوژیک و اصول فنی در خصوص ساخت‌وسازها در این شهر ضروری است. نوع سنگ و مساحت آنها در منطقه پژوهش در جدول‌ها نشان داده شده و بر اساس نوع لیتولوژی امتیازدهی صورت گرفته است. البته در وزن‌دهی، علاوه بر خصوصیات فیزیکی نوع لیتولوژی، به مقاومت سنگ‌ها در مقابل اثر زلزله نیز توجه شده است (جدول ۷ و شکل ۸).

جدول ۷. خصوصیات نوع لیتولوژی منطقه و مساحت آنها

| جنس سنگ | مساحت (مترمربع) | مساحت (درصد) |
|---|-----------------|--------------|
| آبرفت و زمین زراعتی | ۴۷۸۲۶۸۲۲ | ۱۷/۶ |
| آهک میکروفسیل‌دار | ۱۳۹۸۳۱۹۰ | ۵/۱ |
| سنگ‌های آتشفشانی آندریتی | ۱۵۴۵۲۱۶۰ | ۵/۷ |
| سنگ‌های آتشفشانی پورفیریتی آندریتی | ۱۳۹۵۵۵۵۵ | ۵/۱ |
| شیل خاکستری تیره‌رنگ | ۱۰۸۷۴۵۱۸۶ | ۴۰ |
| شیل خاکستری، آهک و لایه‌های ماسه‌سنگ | ۲۹۶۶۸۲۹۰ | ۱۰/۹ |
| شیل ماسه‌ای، عدسی‌های آهکی و سنگ‌های آتشفشانی | ۱۸۲۶۶۶۱۸ | ۶/۷ |
| نهشته‌های رودخانه‌ای | ۲۴۰۶۷۶۲۱ | ۸/۸ |
| جمع | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ | ۱۰۰ |



شکل ۸. نقشه لیتولوژی منطقه پژوهش

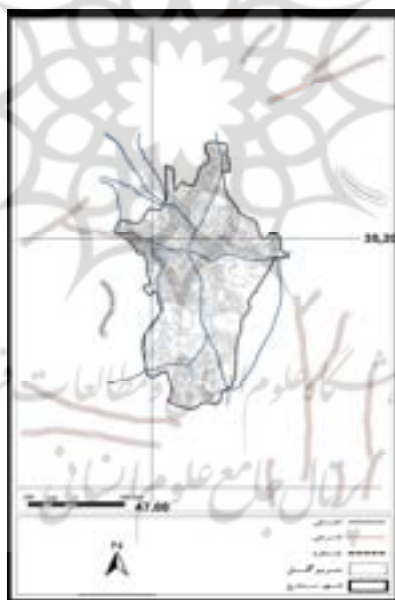
گسل‌ها

یکی دیگر از موانع توسعه شهرها وجود گسل‌هاست. از آنجا که شهر سنندج در زون اسفندقه - مریوان قرار دارد، با توجه به خصوصیات این زون از نظر زلزله‌خیزی و ایجاد خطر، جزو مناطق درجه دو محسوب می‌شود. اساساً فراوانی گسل‌ها در این منطقه زیاد و ویژگی‌های آنها متفاوت است (جدول ۸ و شکل ۹). بنابراین گسل نیز به نوبه خود توانسته است در توسعه شهر به‌عنوان مانع ایفای نقش کند. لذا ضروری است در توسعه آتی شهر و ایجاد ساخت‌وسازها به آن توجه کافی

شود تا ضمن رعایت حریم لازم از گسل‌ها، ضوابط فنی در احداث بناها به کار گرفته شود و نیز به نوع کاربری‌ها در شهر درخصوص خطوط گسل توجه کافی شود. در پژوهش حاضر، حریم خطر گسل‌های اصلی ۲۰۰ متر و حریم خطر گسل‌های فرعی ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده و وزن‌دهی نیز بر این مبنا بر اساس بافریندی گسل‌ها صورت پذیرفته و فاصله از گسل‌های فرعی و اصلی ملاک امتیازدهی محسوب شده است.

جدول ۸. ویژگی‌های گسل‌ها در محدوده مورد مطالعه

| نوع گسل | تعداد | موقعیت | توضیحات |
|---------|-------|-----------|---------------------------------------|
| فرعی | ۲ | جنوب غربی | شهرک بهاران بر روی آن پیشروی دارد. |
| فرعی | ۳ | غرب | در این بخش مانع توسعه شهر شده است. |
| فرعی | ۲ | شمال | توسعه شهر را با مشکل مواجه ساخته است. |
| اصلی | ۱ | شرق | مانع توسعه شهر در آینده می‌شود. |
| فرعی | ۴ | جنوب شرق | شهر بر روی آن گسترش یافته است. |



شکل ۹. نقشه موقعیت و گسترش گسل‌ها در منطقه پژوهش و جوار آن

زمین‌های کشاورزی

فعالیت انسان با ایجاد تغییر در برجستگی‌ها، پوشش گیاهی، رژیم آب‌ها، میکروکلیم و نظایر اینها، باعث به هم خوردن شرایط و ویژگی‌های سطح زمین می‌گردد (Ershov et al., 1998, 345). در طی فرایند توسعه شهری سنندج در ۴۵ سال اخیر ۹۴۱ هکتار زمین کشاورزی و ۴۳ هکتار باغ از بین رفته است (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۴، ۱۷۲). زمین‌های زراعی از دیگر تنگناهای طبیعی بر سر راه توسعه کالبدی شهر سنندج قلمداد می‌شوند، چون از طرفی نیاز به زمین زراعی وجود دارد و از طرفی دیگر شهر در تنگنای توسعه قرار گرفته است. بنابراین، در توسعه شهر باید دیدگاه سیستمی و

نگرش همه‌جانبه را مد نظر قرار داد. امتیازدهی به این عامل، براساس گسترش کم زمین‌های زراعی به‌سبب کوهستانی بودن منطقه و محدودیت زمین‌های زراعی آبی صورت گرفته است. در صورتی که روند توسعه آبی بدون برنامه ادامه یابد، تأثیرات نامطلوب زیر را به دنبال خواهد داشت:

۱. تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی و تخریب باغ‌ها.
۲. تأثیر در کاهش و آلودگی منابع آبی زیرزمینی مناطق پایین‌دست.
۳. افزایش و ایجاد مسائل و مشکلات زیست‌محیطی.
۴. از دست رفتن فرصت‌های اشتغال در روستاهای جوار شهر و روی آوردن روستاییان به شغل‌های کاذب و در نتیجه افزایش بزهکاری‌های اجتماعی.
۵. مهاجرت به شهر و به‌وجود آمدن زاغه‌نشینی در حاشیه شهر و ایجاد توسعه ناموزون و بی‌قواره شهری. مهاجرت روستاییان به شهرها و به‌وجود آمدن زاغه‌نشینی و حلبی‌آبادها در حاشیه شهرها، علاوه بر توسعه ناموزون موجب بی‌قواره شدن شهرها می‌شود (وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۲).

مکان‌یابی مناسب توسعه آبی شهر سنندج

در مکان‌یابی‌ها تلاش بر آن است تا پارامترهای مختلف در ارتباط با یکدیگر قرار گیرند. برای نمونه در مکان‌یابی فعالیت‌ها، راه‌ها به‌عنوان جزئی از توسعه مدرن به‌شمار می‌آیند و پشتیبان فعالیت‌های اقتصادی و زیربنایی زندگی جدید هستند. اکنون راه‌ها وضعیت بحرانی یافته‌اند و لازم است به‌طور مناسب مکان‌یابی شوند (Ariel et al., 1999, 133). یکی از اهداف اصلی پژوهش حاضر، تعیین پهنه‌های مناسب برای توسعه آبی شهر سنندج بوده، بنابراین وزن‌دهی با در نظر گرفتن موارد ذکر شده و ضوابط زیر صورت گرفته است (مهندسين مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۲):

۱. پهنه‌های مناسب توسعه شهر از لحاظ شیب بین (۱۵-۳) درصد قرار دارد.
۲. پهنه‌های مناسب توسعه شهر از بُعد ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریاست.
۳. پهنه‌های مناسب توسعه شهر در حریم گسل‌های اصلی نیست.
۴. پهنه‌های مناسب توسعه شهر از نظر زمین‌شناسی، تشکیلات آهک میکروفسیل‌دار، آبرفت، زمین‌زراعتی و نهشته‌های رودخانه‌ای را شامل نمی‌شود.
۵. پهنه‌های مناسب توسعه شهر از نظر تیپ اراضی، اولویت را به دشت‌های دامنه‌ای، فلات و تراست می‌دهد.
۶. پهنه‌های مناسب توسعه شهر از لحاظ خاک، اولویت را به خاک‌های نفوذپذیر و کم‌عمق همراه با بافت سنگین می‌دهد.

البته با توجه به اختلافات مکانی و توان‌ها و تنگناهای محیطی این منطقه، بر اساس مشاهدات میدانی در وزن‌دهی به عوامل تا حدودی دخالت شده است.

نتایج عمل هم‌پوشانی لایه‌ها و وزن‌دهی به عوامل گفته‌شده، حاکی از آن است که با رعایت ضوابط فوق، محدوده‌های مناسب توسعه شهری به‌صورت لکه‌های پراکنده خواهد بود. چنین نتیجه‌ای بیانگر این واقعیت است که در

محدوده مورد مطالعه نمی‌توان جهت و یا پهنة خاصی را برای توسعه در نظر گرفت، بلکه توسعه آتی شهر با رعایت پارامترهای در نظر گرفته شده به صورت هسته‌های متعدد امکان‌پذیر است (شکل ۱۰). با در نظر گرفتن ضوابط طبیعی تعیین شده، تنها حدود ۴/۸۱ درصد از محدوده مورد مطالعه مناسب توسعه آتی شهری قلمداد می‌شود. این امر نقش عناصر ژئومورفولوژیک را در شناسایی تنگنای طبیعی در توسعه آتی این شهر و مکان‌یابی مناسب توسعه شهری بیشتر آشکار می‌سازد (جدول ۹).

جدول ۹. پهنة‌های مناسب و نامناسب برای توسعه آتی شهر سنندج

| پهنة‌های مناسب توسعه | | پهنة‌های نامناسب توسعه | | مساحت کل محدوده (مترمربع) |
|----------------------|----------|------------------------|-----------|------------------------------|
| درصد | مترمربع | درصد | مترمربع | |
| ۴/۸۱ | ۱۳۱۰۶۵۳۹ | ۹۵/۱۸ | ۲۵۸۸۵۸۹۰۳ | ۲۷۱۹۶۵۴۴۲ |



شکل ۱۰. نقشه پهنة‌های مناسب و نامناسب توسعه فیزیکی آتی سنندج

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

اصولاً استقرار و پیدایش یک شهر بیش از هر چیز تابع شرایط و موقعیت جغرافیایی است، زیرا عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، گسترش، حوزه نفوذ، توسعه فیزیکی و مورفولوژی شهری اثر قاطعی دارند. پدیده‌های طبیعی گاه به‌عنوان عوامل مثبت و گاه به‌عنوان عوامل منفی و بازدارنده عمل می‌کنند (نگارش، ۱۳۸۲، ۱۳۳). توسعه فیزیکی شهر، فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاها کالبدی آن در جهت‌های عمودی و افقی از

حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد به تنسيق فیزیکی متعادل و موزون فضاهای شهری نخواهد انجامید و در نتیجه سامانه‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد ساخت (فردوسی، ۱۳۸۴، ۱۸).

اگر بپذیریم که مهم‌ترین هدف برنامه‌ریزان شهری تأمین رفاه شهرنشینان به وسیله ایجاد محیطی بهتر، سالم‌تر و مساعدتر است، قبل از ایجاد شهرها یا انجام پروژه‌های سنگین - که به سرمایه‌های کلان و شرایط ایمنی بیشتری نیاز دارد - لازم است علاوه بر مطالعات اقتصادی - اجتماعی شهر، به پژوهش‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی نیز توجه خاصی بشود، زیرا غفلت از مطالعات یادشده خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت (نگارش، ۱۳۸۲، ۱۴۷).

شهر سنندج در فرایند توسعه فیزیکی خود در چند دهه اخیر رشد سریع و بی‌برنامه‌ای را پشت سر گذاشته که نتیجه آن، ایجاد و گسترش حاشیه‌نشینی، تخریب محیط زیست، تغییر کاربری اراضی، تداخل کاربری‌ها، عدم توجه به توانایی‌ها و تنگناهای محیطی، ساخت‌وساز در پهنه‌های نامن و نظایر اینها بوده است. لذا هم‌اکنون موانع طبیعی متعددی همچون ارتفاعات آبیدر (آویز) در غرب، ارتفاعات کوچک‌کُش در شمال شرق، و تپه‌های داخل شهر و رودخانه قشلاق در شرق تنگناهایی را برای توسعه شهر به وجود آورده‌اند و روند آن را با مشکل مواجه ساخته و یا فرایند توسعه را متوقف کرده‌اند. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی مورد نیاز از قبیل: شیب و جهت آن، میزان ارتفاع، جنس خاک، تناسب اراضی، فاصله از گسل‌ها، لیتولوژی منطقه، تیپ اراضی و کاربری کشاورزی، بیانگر آن است که عوامل فوق در توسعه شهر تنگناهایی جدی به وجود آورده‌اند، به گونه‌ای که بر اساس امتیازدهی به عوامل فوق و با توجه به معیارهای توسعه شهری، تنها ۴/۸۱ درصد از کل محدوده مورد مطالعه مناسب توسعه فیزیکی شهری به شمار می‌آید. به هر حال با توجه به کمبود پهنه‌های مناسب برای توسعه آتی شهر، لازم است که در طرح‌های توسعه شهر بازنگری جدی صورت پذیرد. همچنین مهندسان شهرساز می‌بایست فضاهای متروک و بایر منطقه مورد پژوهش را بر اساس ضوابط ژئومورفولوژیکی به کاربری‌های اولویت‌دار اختصاص دهند و تا حد امکان با رعایت ضوابط فنی به گسترش عمودی شهر توجه کنند، تا بین عرضه و تقاضای مسکن توازن معنی‌داری برقرار گردد و زمینه توسعه پایدار شهری فراهم آید.

منابع

- مؤسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۳۶۳، نقشه قابلیت اراضی استان کردستان، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- حبیبی، کیومرث و احمدپور، احمد، ۱۳۸۴، توسعه فیزیکی شهر سنندج با استفاده از GIS، چاپ اول، انتشارات دانشگاه کردستان، سنندج.
- مولدان بدریج و بیلهارز سوزان، ۱۳۸۱، شاخص‌های توسعه پایدار، چاپ اول، ترجمه نشاط حداد تهرانی و ناصر محرم‌نژاد، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
- درویش‌زاده، علی، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، چاپ اول، انتشارات نشر دانش امروز وابسته به انتشارات امیرکبیر، تهران.
- رضایی مقدم، محمدحسین و ثقفی، مهدی، ۱۳۸۴، کاربرد تکنیک‌های جدید برای طبقه‌بندی و تحلیل مخاطرات ژئومورفولوژی در گسترش شهر تبریز، فصلنامه مدرس علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۹، شماره ۱ ص ۴۸.

- رهنمایی، محمدتقی، ۱۳۸۲، مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی (جغرافیا)، چاپ اول، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران.
- زاهدی، مصطفی، حاجیان، جواد و بلورچی، حسین، ۱۳۶۴، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی سنندج، چاپ اول، تهران، وزارت معادن و فلزات، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۶، نقشه ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی سنندج.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۴، نقشه ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی سنندج (قطعه ۱).
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۶، نقشه ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی گلین.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۴، نقشه ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی موچش.
- سازمان هواشناسی کشور، سالنامه‌های داده‌های هواشناسی سال‌های (۱۹۷۴ تا ۲۰۰۳).
- فردوسی، بهرام، ۱۳۸۴، امکان‌سنجی و کاربرد سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری در توسعه فیزیکی شهر، نمونه موردی شهر سنندج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما دکتر اکبر پرهیزکار، دانشگاه تربیت مدرس.
- محمدی، اکبر، ۱۳۸۰، اثرات توسعه شهری بر منابع زیست‌محیطی، مطالعه موردی شهر سنندج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما محمدتقی رهنمایی، دانشگاه تهران.
- مقیم، ابراهیم، ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی شهری، چاپ اول، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- مهندسان مشاور تدبیر شهر، ۱۳۸۴، مطالعات طرح توسعه و عمران (جامع) شهر سنندج، مرحله اول (جلد ۱).
- مهندسين مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۲، طرح توسعه و عمران (جامع) اصفهان، جلد پنجم، ضوابط و مقررات.
- نگارش، حسین، ۱۳۸۲، کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن، نشریه جغرافیا و توسعه، سال اول، شماره ۱، صص ۱۴۷-۱۳۳.
- وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۲، سند توانمندسازی و ساماندهی سکونتگاه‌های غیررسمی، انتشارات وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.
- Ariel E., Lugo, Hermman, Gucinskiy, 1999, **Function, effects and management of forest roads: Horst ecology and management.**
- Bracken I. and C. Webster, 1990, **Information technology in Geographic and planning Including principles of dIs**, Rutledge London, uk.
- Brabyan, L., .1998, **GIS analysis of macro landform**, presented at the 10th colloquialism of the spatial information research center, university of Otago, Newzealand:16-19 november.
- Ershov, v.v.& novikov, a,a and popava, G.B., 1988, **Fundamentals of Geology**, Mir publishers, Moscow.
- Gomez-Villar. A. & Garcia-Ruiz, J. M., 2000, **Surface Sediment characteristics and present dynamics in alluvial fans of the central Spanish Pyrenees**, Geomorphology issue, V.34, nos.3-4, September. 2000.
- Malczewski, Jacek, 1991, **GIS and multicriteria decision analysis.**