

بررسی روند و الگوی توسعه شهری سنندج با استفاده از GIS و RS *

دکتر احمد پورا احمد** دکتر علی یدقار*** کیومرث حبیبی****

تاریخ دریافت مقاله: ۸۲/۷/۲۷

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۲/۱۰/۶

چکیده:

مقاله حاضر به چگونگی توسعه شهری سنندج با توجه به ابعاد مختلف جغرافیایی و محیطی پرداخته است. در ابتدا همراه با گردآوری داده های فضایی، نقشه ها، اطلاعات پایه، سرانه و تراکم های استاندارد و کاربری های وضع موجود شهر سنندج در حریم استحفاظی این شهر بررسی، پس از تهیه بانک های اطلاعاتی لایه های متعددی چون شیب، گسل، زمین شناسی، تناسب اراضی و خاک شناسی، روند توسعه فیزیکی شهر، زمین های کشاورزی، توپوگرافی، منابع آب و کاربری اراضی شهری، عملیات تلفیق اطلاعات و شاخص ها با استفاده از روش های متعدد ترکیب نقشه ای (آنالیز چندمتغیره) چون Boolean Logic و Index overlay همراه با عملیات بارزسازی (Image enhancement) و آشکار سازی تصاویر ماهواره ای TM (۱۹۹۸ و ۱۹۹۰)، عملیات تصحیح هندسی (Geometric correction) جهت بهنگام سازی نقشه ها (up to date map) انجام گرفته، پس از وزن دهی به مقادیر و دادهای مکانی از طریق مقایسات زوجی متغیرها در مرحله دوم تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy process) الگوی مناسب توسعه شهری از طریق مکان یابی یک پهنه ۱۲ کیلومتر مربعی در شمال غرب سنندج ارایه شده است.

واژه های کلیدی:

GIS، RS، کاربری اراضی، توسعه فیزیکی، مکان یابی، منطق بولین، وزن دهی.

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی بررسی الگوی توسعه فیزیکی شهر در ایران به شماره ۳۱۳/۲/۷۲۲ دانشگاه تهران می باشد. بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران که با مساعدت خود امکان مطالعه و تحقیق را فراهم نموده اند تشکر و قدردانی به عمل می آید.

E-mail: Apoura@ut.ac.ir

دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

E-mail: Habibi_ki@yahoo.co.uk

دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی.
دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.

مقدمه

نفر در سال ۷۵ و ۳۲۰ هزار نفر در سال ۸۰ افزایش یافته است (۳/۲ برابر). فرآیند این جهش جمعیتی، توسعه فیزیکی شدید شهر بوده است که با در نظر گرفتن عوامل توپوگرافیکی الگوی توسعه قطاعی شهر را به الگوی کهکشانی همراه با خطی تبدیل نموده است. این توسعه شدید فیزیکی (از ۱/۸ کیلومترمربع در سال ۱۳۳۴ به ۳۶ کیلومترمربع در سال ۱۳۸۰) بیشتر ناشی از فشار تورم خدمات و جمعیت بوده است که باعث ادغام روستاهای متعددی چون دگران، قرادیان، کمیز، گریاشان، خانقاه... در داخل محدوده فعلی شهر شده است که هنوز آثار و نشانه های بافت های روستایی را در این مناطق می توان ملاحظه کرد. بخشی از این توسعه فیزیکی ناشی از سیاست های برنامه ریزی شده ای چون شهرک سعدی، کشاورز، قرادیان، بهاران... بوده و بخشی نیز بدون هیچگونه برنامه و طرح قبلی باعث ایجاد محلاتی چون کانی کوزله، قشلاق، فرجه، گریاشان، حاجی آباد بالا و پائین و غفور گشته است. از مهم ترین مشکلات این نوع توسعه علاوه بر از بین رفتن باغ ها و زمین های کشاورزی، مسائلی همچون ناهنجاری های اجتماعی، عدم توزیع مناسب کاربری ها، افزایش مهاجرت ها، عدم تناسب ویژگی های اراضی با اصول شهرسازی (چون جریان باد، شیب زمین، جهت شیب، گسل...) است. در این تحقیق با استفاده از ابزارهای تحلیلی GIS نقش عوارض طبیعی در جهت دهی به توسعه فیزیکی شهر و الگوی رشد آن مورد بررسی قرار می گیرد و ضمن بررسی نقش و اثرات طرح های توسعه در تغییرات ساختاری و توسعه فیزیکی شهر، به این موضوع که روند توسعه فعلی شهر مطلوب است یا خیر می پردازیم.

طبق پیش بینی جمعیت ایران در سال ۱۴۰۰ با تخمین ۱۳۰ میلیون نفر جمعیت و با محاسبه نرخ رشد شهرنشینی فعلی نیاز به حداقل ۲ برابر مساحت کنونی برای شهرها را قطعی می سازد و اگرچه رشد درون شهری می تواند بخشی از این نیاز را مرتفع نماید، توسعه غالب در حومه شهرها اتفاق می افتد. امروزه مناطق طبیعی و روستایی در حاشیه شهرها، به عنوان ماده خام توسعه شهری مورد استفاده قرار می گیرند (Hough, 1990, p30)، جایی که توسعه نااندیشیده کاربری ها باعث تحلیل زمین های مرغوب و از بین رفتن اکوسیستم های حساس می گردد و محیط طبیعی و مصنوعی را دچار بحران می سازد. برای کنترل و هدایت چنین توسعه هایی مشخص نمودن جهات مطلوب توسعه، مکان های صحیح زمین و اعمال سیاست های حفاظت طبیعی در راستای اهداف اجتماعی - اقتصادی، نیاز به برنامه ریزی توسعه زمین های شهری دارد (امین زاده، ۱۳۷۹، ص ۹۴). شهر سنندج به عنوان مرکز سیاسی استان کردستان تا سال های ۴۰ - ۱۳۳۰ روند روبه رشد آرام و منطقی را سپری کرده است. اما با شروع تحولات جدید به ویژه پس از آغاز اصلاحات ارضی و در پی آمدن مهاجرت های روستایی، رشد اقتصادی اوائل دهه ۵۰ و بالا رفتن درآمدها و جاذبه های کاذب شهری، شهر سنندج نیز چون اکثر شهرهای متوسط کشور جهت پاسخگویی به نیازهای جمعیت روبه افزایش خود به زمین های کشاورزی و باغی، حریم رودخانه ها و تپه های متعدد حاشیه شهر دست یازید. توسعه شهری سنندج در ۲۰ سال اخیر ناشی از دو پدیده اصلی مهاجرت روستایی درون استانی و رشد طبیعی جمعیت شهری بوده است چنانکه جمعیت از ۹۵ هزار نفر در سال ۵۵ به ۲۷۷ هزار

مروری بر پیشینه تحقیق

و تکامل جمعیت شهر دارد، گسترش شهر را به صورت دایره ای فرض می کند که وجه بارز آن، اعتقاد به این نکته است که در توسعه فیزیکی شهر فرآیند پخشایش کاربری ها روی داده و در نتیجه آن افراد و گروه ها جابجا می شوند (Berges, 1955, 100) به نقل از شماعی و پورا احمد). همرویت در زمینه توسعه فیزیکی و فضایی شهر اعتقاد دارد که تفاوت های اقتصادی و اجتماعی در ساختارهای جمعیتی و کالبدی موجب ساخت الگوی قطاعی

ظهور و پیدایش علوم مرتبط با شهرسازی و برنامه ریزی باعث گسترش و نشر افکار و تئوری های مختلفی در باب شهر و توسعه شهری گردیده است. در سال ۱۹۵۵ محقق آمریکایی ارنست برگس با بررسی هایی که بر روی شهر شیکاگو و توسعه فضایی آن انجام می دهد در راستای توسعه فضایی این شهر مدل دوایر متحدالمرکز را ارائه می کند. برگس به دنبال توجه خاصی که به تأثیر شرایط آب و هوایی بر توسعه

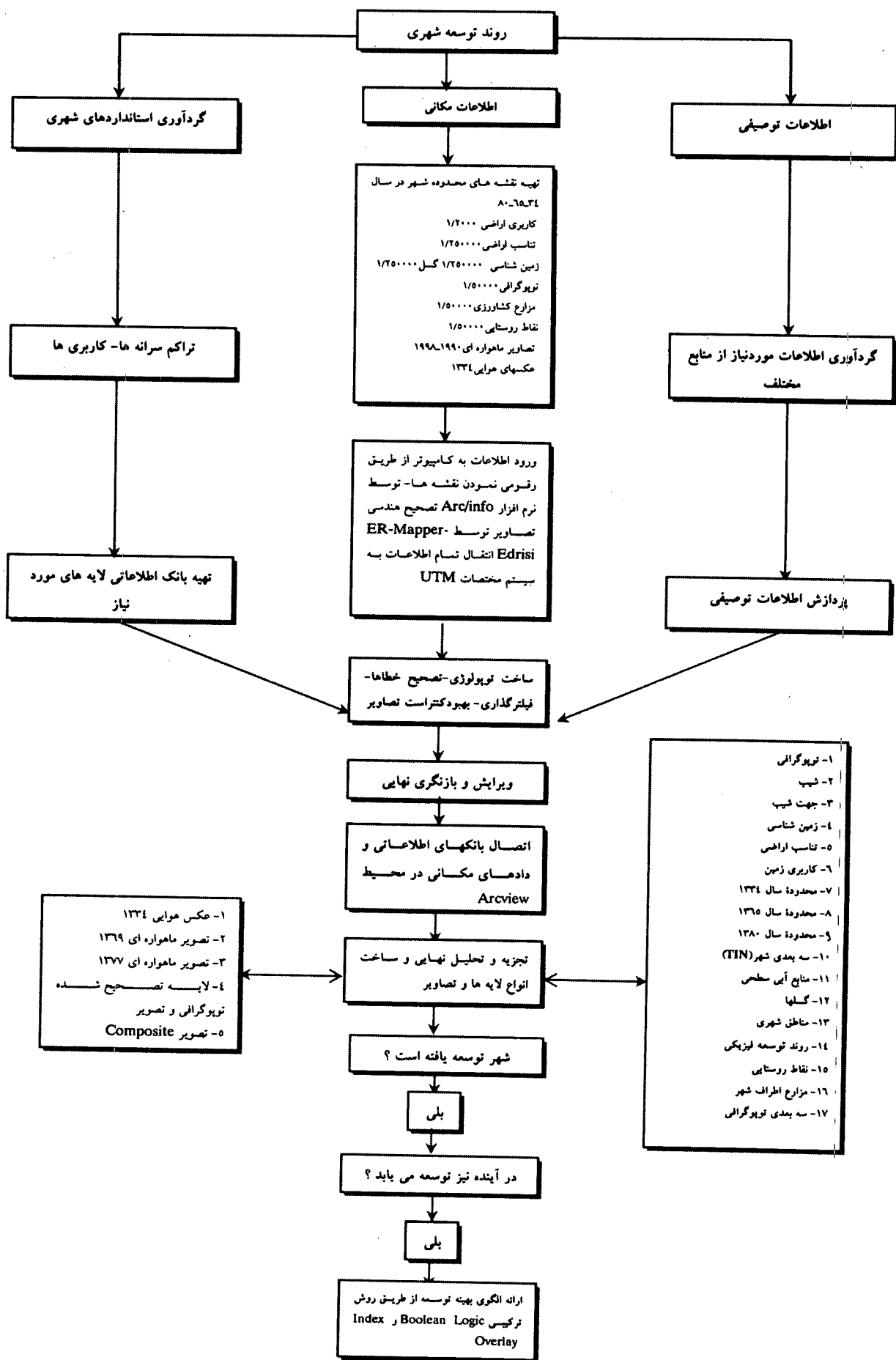
فیزیکی شهر فیلادلفیا نشان داده اند (2002,1-15 Casey, Pederson). علاوه بر این افراد، محققین دیگری چون کالین اشمیت، ریچارد چورلی (۱۹۶۷)، پیترهاگت (۱۹۶۷)، هودسن (۱۹۷۲)، ریچارد مورفی (۱۹۶۹)، آموس هاولی (۱۹۵۰)، پل کلاوال (۱۹۸۱)، توماس رابرتز (۱۹۸۸)، هاکسهولد (۱۹۹۵)، در این زمینه نظریات چندی را در قالب ساخت عمومی شهرها، ساخت خطی و کریدوری، ساخت طبیعی شهر، توسعه در داور شهری، ساخت آشفته و سیستم اطلاعات جغرافیای شهری و ... مطرح نموده اند. در ایران در سال ۱۳۷۳ یدالله فرید با ارائه نظریه پیوند شهری، پیوند اراضی اطراف هسته آغازین شهرهای ایران و پیوند روستاها با شهر را در توسعه فیزیکی شهر مؤثر می داند و نیز جابجایی جمعیت از روستاهای کوچک به متوسط و از شهرهای کوچک و متوسط به شهرهای بزرگ منطقه را موجب تغییر و تحولات ساختارهای اقتصادی و اجتماعی شهر می داند (همان منبع، ص ۱۶۰-۱۵۹). نورالدین عظیمی در رساله دکتری خود در دانشگاه اتاوا با به کارگیری ابزاری تکنیکی و روشهای مبتنی بر GIS روند و الگوی فیزیکی شهر تبریز و عوامل مؤثر بر آن را بررسی کرده است (عظیمی، ۱۳۷۶)، محققین دیگری چون حنفی با بررسی شهر مراغه (۱۳۷۸)، جویباری با بررسی شهر ساری (۱۳۷۸)، زنگی آبادی با بررسی شهر کرمان (۱۳۷۱)، چادرنشین با بررسی شهر مشهد (۱۳۷۰)، قهرائی با بررسی شهر نجف آباد (۱۳۷۰)، سجادیان با بررسی شهر بروجرد (۱۳۷۲)، مرادی با بررسی شهر بیرجند (۱۳۷۲)، عسگری با بررسی شهر زنجان (۱۳۷۴)، نمازی خواه با بررسی شهر قم (۱۳۷۴)، صارمی با بررسی شهر مرودشت (۱۳۷۴)، فرجات با بررسی شهر نهاوند (۱۳۷۴)، لطفی با بررسی شهر آمل (۱۳۷۲)، منوچهری و یلوه با بررسی شهر کرمانشاه (۱۳۷۹)، بدر با بررسی شهر رضی (۱۳۷۹)، عزیززی (۱۳۷۹)، شمعی با بررسی شهر یزد (۱۳۸۰) پژوهش های متعددی را در این زمینه انجام داده اند.

مراحل و روش بررسی

روش بررسی در این تحقیق مبتنی بر چهار مرحله اصلی بوده است:

- الف: مطالعات کتابخانه ای: در این مرحله انواع اسناد مکتوب در مورد ویژگی ها، تاریخچه و ابعاد شهر سنندج مطالعه و بررسی گردید.
- ب: پژوهش های میدانی و محلی: شامل مشاهدات مکرر، عکس برداری، به هنگام سازی نقشه ها و تصاویر، انطباق نقشه کاربری اراضی و به هنگام سازی آن بوده است تا به تکمیل اطلاعات کتابخانه ای پرداخته شود.

شهر می گردد. بعد از این دو محقق چانسی هاریس و ادوارد اولمن با الگوبرداری از نظریات آنان مدل ساختار چند هسته ای شهر را که زیربنایی کاملاً جغرافیایی داشته و براساس اختلاف در مورفولوژی و توپوگرافی زمین تنظیم شده است ارایه می دهند (فرید، ۱۳۷۳، ص ۱۴۷-۱۴۵). ویلیام هرد با تکیه بر اهمیت راه های ورودی و خروجی به شهر، تکیه و گسترش اصلی شهر را در امتداد این راه ها می داند و اهمیت هر کدام از این راه ها، باعث اهمیت یابی بیشتر قیمت زمین های اطراف آن می گردد. هارولد میر جغرافی دان معروف آمریکایی، در علل پیدایش ساختار چند هسته ای شهر به عامل استفاده از اتومبیل که باعث توسعه حومه نشینی و گسترش شهر می گردد تاکید می کند. پترمن جامعه شناس آمریکایی تحت تأثیر مسائل اقلیمی نظریه ای تازه در مورد شهرهای انگلستان ارایه کرده که در طی آن وزش باد از سمت غرب و اقیانوس را در جدایی گزینی اکولوژیکی شهروندان مؤثر می داند. این عامل باعث می گردد که نقاط غربی تمیزترین و بهترین منطقه واحدهای مسکونی و مناطق شرقی جایگاه قطاع صنعتی گردند. رابرت دیکنسن ساخت شهر را در یک مقیاس کلی دیده و مناطقی را به شکل، منطقه مرکزی (بافت های اولیه و قدیمی شهر با حداکثر تراکم فضا و مرکز شبکه های ارتباطی) منطقه میانی (محدودیت در تراکم ساختمانی و خیابان بندی منظم با تاکید بر کاربری مسکونی) منطقه بیرونی (محلات مسکونی دارای تأسیسات و تجهیزات شهری، فضاهای باز و تراکم پایین ساختمانی و جمعیتی) حاشیه شهر (خارج از محدوده شهر و فضاهای طبیعی و باز) در اطراف شهر ترسیم می کند (شکویی، ۱۳۷۶، ص ۱۹۰-۱۵۳). لوتیز مامفورد رشد شهرها را در ۶ مرحله اصلی فرض می کند که در مرحله اول یا اتوپولیس شهر کلتی واحد متکی بر کشاورزی، در مرحله دوم یا پولیس شهر واحدی کوچک با فعالیت های بازرگانی و تجاری خرد، در مرحله سوم یا متروپولیس شهر به نهایت رشد رسیده، در مرحله چهارم یا مگالوپولیس شهر شکل پیچیده ای گسترش و توسعه یافته، در مرحله پنجم یا تیراناپولیس شهر از لحاظ تجاری، بازرگانی، نظامی... شروع به زوال نموده و در مرحله ششم یا نگروپولیس شهر به بدترین وضع خود رسیده و می میرد. (hiraskar.G.H,1989,P11) باتی و دنشان با عنوان کردن GIS به عنوان ابزار پشتیبانی برنامه ریزی شهری، محیط های رقومی (دیجیتال) را برای تصمیم گیری توسعه فیزیکی شهرها لازم می دانند (Batty & Denshan, 1996, 6) نوریان در پژوهشی با عنوان [شهرهای جهان سوم نیازمند اطلاعات]، اهمیت GIS و نقشه های رقومی و تصاویر ماهواره ای را در فرایند کاربری و ارزش زمین در شهر تهران مطرح می نماید (Nouriane, . 2002,1) کاسی و پدرسون با طرح برنامه ریزی واحدهای همسایگی با استفاده از GIS، نقش و کاربرد آن را در استراتژی توسعه



شهری عبارتند از انواع لایه های مختلف در مقیاس شهر کنونی سنندج و شعاع ۵ کیلومتری اطراف آن (۲۰۲ کیلومتر مربع) که از طریق روش ترکیبی Boolean logic, Index overlay به ارایه الگوی مناسب توسعه شهری پرداخته شده است. نمودار صفحه مقابل فرآیند پژوهش را نشان می دهد.

روند تغییرات ساختار فیزیکی شهر سنندج

الف: تا سال ۱۳۵۷

شهر سنندج که در آغاز روستایی با حدود ۶۶ نفر جمعیت در قالب ۱۱ خانوار بود در سال ۱۰۴۶، و در دوران سلطنت شاه صفی به عنوان مرکز ولایت سنه انتخاب گردید و طی ۳۶۳ سال گذشته از حالت یک قلعه نظامی به وسعت امروزی رسیده است (فرافزا، ۱۳۶۵، ص ۵۲) قدیمی ترین نقشه موجود شهر سنندج را به سه بخش شهر، قلعه کالاکان و نارین قلعه تقسیم نموده است و در آن به ۳ کاروانسرا و دروازه های آقارحیم، ابوالعظیم دره و به بناهای عمده داخل و خارج شهر اشاره شده است (مهریار و دیگران، ۱۳۷۴، به نقل از گازرانی). با تشکیل حکومت قاجار ساختار شهر به تبعیت از شهرسازی دوره صفوی احیاء و عناصر کالبدی شهر همچون مسجد جامع، بازار، مراکز محلات، محورهای اصلی ارتباط محلات به مرکز شهر شکل گرفته و دیواری به گرد شهر کشیده می شود که از چهار دروازه قلعه چوارلان (مغرب)، دروازه سرتپوله (شمال)، عبدالعظیم (روبه قبله) و دروازه آقارحیم (روبه مشرق) برخوردار بوده است (گازرانی، ۱۳۷۸). اکولوژی اجتماعی شهر به گونه ای بود که محلات میان قلعه، محله جورآباد جز محلات فقیر و حاشیه نشین و محله بازار (آقا زمان) سکونتگاه تجار و سایر اصناف و اقلیت های مذهبی شهر بوده است. در سال های ۱۳۲۰-۱۳۰۰ (هـ ش) احداث خیابان های طبیعی و ارایه عناصر جدید شهری مانند پادگان، کارخانه، بیمارستان و ادارات تغییراتی در ساخت کالبدی شهر به وجود می آورد. به طوری که خیابان های انقلاب و فردوسی نظام محله بندی در شهر را از هم پاشید و ساختار کالبدی - فضایی انسجام و یکپارچگی خود را از دست می دهد (رسولی، ۱۳۷۲). در ادامه این روند مدرنیزاسیون و بسط روابط سرمایه داری، دولت با اتکاء به اصل چهار ترومن برای چند شهر کشور از جمله سنندج طرح توسعه کالبدی تهیه کرد. در این طرح خیابان های صلاح الدین ایوبی عمود بر امتداد خیابان فردوسی، خیابان شهدا به موازات امتداد خیابان فردوسی، خیابان کشاورز و آیدر هم منشعب از میدان آزادی کنونی در جهت جنوب غربی پیشنهاد و اجرا شد. در سال های ۴۰-۵۷ هـ - ش، تحولات اقتصادی و سیاسی اصلاحات

ج: مطالعات آزمایشگاهی: در این مرحله با مراجعه به مراکز ذریبند انواع نقشه های مورد نیاز چون نقشه توپوگرافی، زمین شناسی، کاربری اراضی، قابلیت اراضی و خاک شناسی و تقسیمات سیاسی، تصاویر ماهواره ای لندست (TM) (1990,1998)، عکس های هوایی سال های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ با انواع لایه های اطلاعاتی فراهم و با استفاده از نرم افزارهای Arcview3.2, PC Arc/info Edrisi2، تصحیح هندسی و تحلیل شده اند.

د: تجزیه و تحلیل داده ها و نتیجه گیری: در این مرحله با استفاده از نتایج حاصل شده از ۳ مرحله قبل، انواع داده های مکانی و توصیفی جهت مکانیابی (Site selection) با استفاده از روش Boolean logic, Index overlay ترکیب و پس از وزن دهی به مقادیر از طریق مقایسات زوجی در روش سلسله مراتبی، الگوی مطلوب جهت هدایت توسعه شهری با مکان یابی بهینه ترین سایت انجام گرفت. با توجه به این که پژوهش حاضر مبتنی بر روند الگوی توسعه شهر سنندج می باشد اطلاعات فراهم شده و مورد نیاز در ۳ بخش اصلی طبقه بندی شده است:

- ۱- اطلاعات توصیفی
- ۲- اطلاعات مکانی
- ۳- استانداردهای شهری

در بخش اول مطالعات، اطلاعات توصیفی از منطقه مورد نظر چون وضعیت جغرافیایی، تاریخچه، جمعیت، کاربری، داده های آماری و ... فراهم شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. در بخش اطلاعات مکانی نقشه های مختلفی چون زمین شناسی، خاک شناسی، تناسب اراضی، محدوده های شهری در سال های مختلف، کاربری اراضی شهری، مزارع کشاورزی اطراف شهر، نقاط روستایی، منابع آب های سطحی، توپوگرافی، گسل های منطقه، مرز مناطق شهرداری، تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی منطقه فراهم شده و با استفاده از نرم افزار Arc/info3.5.1 در سیستم تصویر TM لندست راقومی شده اند. ورود داده های رستری نیز با استفاده از اسکنر و نرم افزارهای Photoshape5.5 و Edrisi2 صورت گرفته است، جهت گردآوری استانداردهای شهری در زمینه تراکم ها، سرانه و کاربری ها ... از منابع مختلف کتابخانه ای و سازمانی استفاده و با اطلاعات شهری سنندج مقایسه گردیده اند. پس از تهیه لایه های متعدد کاربری و ساخت توپولوژی، تصحیح خطای هندسی، فیلترگذاری، بهبود کنتراست تصاویر و ویرایش و بازنگری به بانک های اطلاعاتی متصل شده و در محیط Arcview با مجموعه دستورات Xtool، Special Analysis و 3D Analysis تجزیه و تحلیل اطلاعات صورت گرفته است. خروجی های این GIS

ارضی، اجرای طرح های توسعه کالبدی، مهاجرت روستاییان همگی باعث می شوند که سنندج از یک حالت ایستایی شهرنشینی وارد یک مرحله سریع شود به نحوی که این ۱۷ سال رشد و توسعه کالبدی، معادل رشد کالبدی دوره ۳۵۰ ساله تاریخ شهر می گردد و جمعیت آن از ۵۰ هزار نفر به ۹۵ هزار نفر افزایش می یابد. اصلاحات ارضی، افزایش درآمدهای نفتی، اجرای پروژه های عمرانی نظیر آبرسانی و راه سازی، گسترش شبکه های آموزشی و بهداشتی اثرات خود را در ساختار کالبدی - فضایی شهر نمایان می کند. مهاجران محروم روستایی با ایجاد محلات بدون برنامه و ساختمان های نامناسب از لحاظ ایمنی و اصول شهرسازی موجب بروز ناهنجاری های فیزیکی در معماری، سیما و کالبد ارگانیک و اندامین شهر گردیده اند که به دلیل مشکلات توپوگرافیکی و عوارض زمین، شکل گیری این بافت به صورت نامنظم و به تبعیت از شیب زمین بوده و تبلور فضایی خود را در قالب محلاتی با کوچه های تنگ و شیب های تند معکوس و بافت نامنظم و شعاعی می یابد. ساختار فضایی کالبدی شهر سنندج شامل سه بخش محلات قدیمی، محلات جدید و محلات خودرو و حاشیه ای است. محلات قدیمی چون آقازمان، جورآباد، چهارباغ، قطارچیان با تراکم جمعیتی بالا و برخوردار از خدمات شهری، محلات جدید با الگوی راست گوشه و شبه شطرنجی چون ژاندارمری، شریف آباد، حسن آباد، خسروآباد با تراکم جمعیتی متوسط و ساخت و سازهای جدید با مصالح فلزی و آجری، محلات خودرو و حاشیه ای چون عباس آباد بالا و پایین، اقققان، کانی کوزله، فرجه، حاجی آباد بالا و پایین محل استقرار مهاجرین روستایی و افراد بی بضاعت است که فاقد هرگونه تأسیسات و تجهیزات شهری بوده و به عنوان مرکز جذب برای دیگر افراد روستایی عمل می کنند و اولین هسته های خود را بر روی تپه ها و شیب های تند و معکوس بنیان می گذارند.

ب: پس از سال ۱۳۵۷

پس از پیروزی انقلاب اسلامی، شهرنشینی و شهرگرایی کشور وارد مرحله جدیدی از رشد شتابان و فزاینده خود گردید. به طوری که از یک طرف شهر با دگرگونی مفاهیم و عملکردها مواجه شده از طرف دیگر با بی برنامهگی و برچیدن محدودیت ها، این دو موضوع به همراه شروع جنگ تحمیلی و درگیری های منطقه ای، باعث گردید که مهاجرت های بی رویه ای از مناطق روستایی و شهرهای اطراف به سوی شهر سنندج صورت گیرد تا جاییکه شهر با بیشترین رشد کالبدی خود مواجه گردید. به طوری که مساحت شهر سنندج از ۸ کیلومترمربع در سال ۵۶ به ۲۶ کیلومترمربع در سال ۱۳۸۰

افزایش می یابد. هجوم ناگهانی روستاییان و مهاجران جنگی، خود موجب رشد بافت قارچ گونه در جوار روستاهای اطراف شهر و حاشیه خارجی شهر گردید، که ساختار کالبدی و فرم آن ها بیشتر تابع عوارض زمین می باشد. این محلات بدون برنامه با توجه به خواستگاه اولیه مهاجران اکثراً در ارتفاعات پیرامون شهر ایجاد شدند. بافت این محلات هیچگونه هویت ویژه ای نداشته و فاقد هرگونه تأسیسات و تجهیزات و خدمات شهری می باشند و تنها نشان دهنده مقرافراد ساکن می باشند. از سال ۱۳۶۴ توسعه فیزیکی شهر به صورت پیوسته و متصل بعد تازه ای به خود گرفته و به دنبال رشد شتابان شهر، مسئولین امر درصدد برآمدند که به منظور کنترل و هدایت ساخت و سازهای حاشیه شهر، بسترهای مناسبی در قالب طرح های آماده سازی فراهم و توسعه کالبدی شهر براساس طرحی از پیش اندیشیده شده مدنظر قرار گیرد. در راستای این اقدام و با توجه به محدودیت توسعه کالبدی شهر به دلیل احاطه شدن توسط ارتفاعات (قرارگیری در جام فضایی)، قسمت اعظمی از اراضی بایر کشاورزی و باغات اطراف شهر برای توسعه کالبدی در نظر گرفته شده که بخش عمده این بافت به موازات جاده های ارتباطی رشد یافته است. شهر سنندج در این دوره مجموعه ای است از محلات (محلات بافت قدیم شهر، حاشیه نشین و محلاتی که بر طبق طرح مشخصی شکل گرفته اند) با الگوی تک هسته ای (میدان انقلاب) و شکل گیری محورهای جدید عملکردی (خیابان های سیروس، فردوسی، امام خمینی، طالقانی و پاسداران) و عناصر جدید شهری (کارگاه های صنعتی، ترمینال ها، ادارات، پارک ها...)، بازار علی رغم آنکه هنوز به عنوان مرکز فعالیت های اقتصادی شهر شمرده می شود اما توسعه کالبدی آن در مقابل حضور قوی خیابان برای همیشه رنگ باخته و بخش اعظمی از فعالیت های اقتصادی خود را به خصوص در زمینه اشیای زینتی و کالاهای لوکس را به محورهای جدید شهری منتقل نموده است تا جایی که هم اکنون محور عملکردی قوی تجاری - تفریحی خیابان فردوسی، میدان آزادی و پاسداران در مقابل بازار شکل گرفته است که در چند سال آینده با تکمیل مرکز تجاری کردستان و دیگر پاساژهای خیابان پاسداران، بازار در تنگنای بیشتری قرار خواهد گرفت. رشد سریع و عدم توجه به امکانات بالقوه شهر، نارسایی و مشکلاتی در سازمان فضایی - کالبدی شهر از قبیل بی نظمی در حرکت سواره و پیاده، عدم انطباق فرم و عملکرد، رشد ناهماهنگ و نابجای فضای خدماتی، عدم وجود فضای سرویس دهنده و کمبود فضاهای باز شهری و تراکم روزافزون ابنیه که به تدریج به شهری بی فضا تبدیل می شود، به وجود آورده که مردم در آن از هیچ آرامشی برخوردار نیستند (پژوهش و عمران، ۱۳۸۰، چاپ نشده).

عوامل مؤثر بر توسعه فیزیکی شهر سنندج

بیشتر مهاجرت های شهری و روستایی از دیگر نقاط استان گردد. به گونه ای که در سال ۱۳۷۸ بالغ بر ۴۲ درصد پروانه های ساختمانی صادره، ۲۱ درصد شعبه های پستی، ۲۹ درصد واحدها و اماکن ورزشی، ۲۱ درصد اماکن توریستی، ۲۴ درصد مؤسسات حمل و نقل بار، ۳۶ درصد مراکز ارتباطی و تلفنی، ۳۶ درصد مدارس، ۳۷ درصد دانش آموزان، ۸۴ درصد دانشجویان و ۵۱ درصد اماکن مذهبی استان را به خود اختصاص داده است.

به طور کلی عوامل مؤثر در توسعه فیزیکی شهر سنندج را می توان به شرح زیر طبقه بندی کرد:

الف) تمرکز خدمات و شاخص های اقتصادی-اجتماعی

شهر سنندج به عنوان مرکز استان و قطب خدماتی برتر، اکثر واحدهای اقتصادی و اجتماعی استان را در خود متمرکز نموده است. این عامل که می تواند باعث کشش و انگیزه

جدول (۱): درصد تمرکز واحدهای اقتصادی، اجتماعی استان کردستان در شهر سنندج

سال		۱۳۷۸		۱۳۷۳		شاخص
کردستان	سنندج	کردستان	سنندج	کردستان	سنندج	
۱۹۶۹	۲۲۶	۲۷۳۷	۱۱۵۷۰	۱۱/۴	۴۲/۲	تعداد پروانه های ساختمانی صادر شده
۶۷	۲۰	۶۰	۱۳	۲۹/۸	۲۱	تعداد شعبه پستی
۴۰۶	۸۲	۳۶۹	۱۰۶	۲۰	۲۸/۷	تعداد صندوق پستی
۲۸	۱۴	۲۱	۱۱	۵۰	۵۲	تعداد مرکز تلگراف
۶۲	۲۴	۱۷۴	۳۴	۳۸	۱۹	تعداد اماکن ورزشی
۹۵	۴۱	۷۸۷	۱۷۰	۴۳	۲۱	تعداد اماکن و تأسیسات بهداشتی و درمانی
۱۶	۵	۸۱	۲۲	۳۱	۲۷	تعداد اماکن و تأسیسات فرهنگی
-	-	۳۲	۱۱	-	۳۵	تعداد اماکن توریستی
-	-	۵۸	۱۴	-	۲۴	تعداد مؤسسات حمل بار
۱۰	۱	۲۲	۸	۱۰	۳۶	تعداد مراکز ارتباطی و تلفن
۲۳۹	۱۱۱	۹۱۲	۲۳۱	۴۶	۳۶	تعداد مدارس
۷۹۴۷۷	۳۸۵۲۸	۲۵۱۰۵۷	۹۳۱۷۹	۴۸	۳۷	تعداد دانش آموزان
۳۵	۳۵	۱۳۷۷۶	۱۱۶۸۷	۱۰۰	۸۴	تعداد دانشجویان
-	-	۴۱۵	۲۱۴	-	۵۱	تعداد اماکن مذهبی

منبع: آمارنامه های استان کردستان طی سالهای ۶۳-۷۸

ب) اثر برنامه های اجرا شده

پاسخ به مهاجرت های روزافزون روستایی که ناشی از اصلاحات ارضی، ارزان بودن قیمت زمین شهری، جاذبه های کاذب شهری صورت می گرفت و استقرار این مهاجران در تپه ها و حاشیه های شمالی و شرقی، شهر را با یک توسعه کالبدی برنامه ریزی نشده مواجه می کرد و هر روز بیشتر از قبل به این امر دامن زده می شد، طرح جامع مرجان در سال ۱۳۵۲ تهیه گردید. طرح مرجان با ارایه محلاتی چون شریف آباد، خسروآباد، شالمان، ژاندارمری با شبکه شطرنجی، نظام جدیدی را در تضاد با بافت قدیم شهری ارایه نمود. اما افزایش

در سال ۱۳۳۷ اولین طرح هادی که باعث تغییرات سریع کالبدی - فضایی شهر سنندج شده توسط مشاور آمریکایی آلتون تهیه و اجرا گردیده که این طرح باعث به هم ریختگی کالبد منسجم و یکپارچه قدیمی شهر می گردد چرا که اجرای طرح خیابان صلاح الدین ایوبی عمود بر امتداد خیابان فردوسی، شهدا، کشاورز و آبیور بوده که به تدریج در کم رنگ نمودن ارزش و عملکرد بافت قدیم شهر تأثیر مضاعفی می گذارد. افزایش شهرنشینی، عدم تطابق کالبد با نیازهای فضایی، فراهم نمودن بستری جهت توسعه کالبدی شهر و در

محلات اصلی آن چهارباغ، آقازمان، جورآباد، سرتپوله بوده است. نقشه‌های روند تغییرات فیزیکی شهر نشان می‌دهد:

● در سال ۱۳۳۴ با توجه به جمعیت ۴۰ هزار نفری آن، با تراکم ناخالص ۲۱۵ نفر در هکتار و سرانه ناخالص ۴۶/۵ متر نوعی فشردگی و استفاده بهینه از فضاها وجود داشته است. در سال ۱۳۵۶ سطح کل زیربنای شهر به ۸۰۰ هکتار افزایش یافته است که نسبت به سال ۲۴ افزایشی معادل ۴/۲ برابر را نشان می‌دهد حال آنکه میزان رشد جمعیت ۲/۳ برابر بوده است. این عامل باعث می‌شود که تراکم ناخالص جمعیت به شدت کاهش یافته و به ۱۱۹ نفر در هکتار برسد که سرانه‌ای معادل ۸۲/۴ متر مربع را نشان می‌دهد.

● در سال ۱۳۷۰ سطح کل زیربنای شهر به ۲۴۷۷ هکتار افزایش یافته است که نسبت به سال ۶۵ حدود ۲/۱۸ برابر افزایش نشان می‌دهد حال آنکه میزان رشد جمعیت ۱/۱۹ برابر بوده است. این عامل باعث می‌شود که تراکم ناخالص و خالص جمعیتی به شدت کاهش یافته به ۱۶۸ و ۷۰ نفر در هکتار برسد که از عوامل مؤثر در این امر گسترش شدید خطوط و شبکه‌های ارتباطی، توسعه‌های فیزیکی خودرو بی‌رویه را می‌توان نام برد که خود باعث رشد سرانه شهری از ۷۸ متر در سال ۶۵ به ۱۴۲ متر در سال ۷۰ گردیده است.

● در سال ۱۳۸۰ سطح کل زیربنای شهر به ۳۶۴۵ هکتار افزایش یافته است که نسبت به سال ۷۰ رشدی برابر ۱/۰۴ را نشان می‌دهد حال آنکه رشد جمعیتی از این مقدار بیشتر بوده است (۱/۲) از این رو شاهد کاهش تراکم خالص سرانه ناخالص و افزایش تراکم ناخالص و سرانه شهری خالص هستیم. بررسی جهات توسعه فیزیکی شهر نیز نشان می‌دهد که تا سال ۶۴-۶۵ الگوی شهری منطبق بر قطاعی بوده که محلات جنوب غربی و غربی شهر همچون شالمان، تپه کرباسچی، صفری، عباس آباد، مبارک آباد، شریف آباد، حسن آباد، گریاشان، سپورآباد، گلشن، فیض آباد، حاجی آباد و... در همین زمان به رشد و بالندگی خود می‌رسند. توسعه شهر از هر طرف صورت گرفته و جهت مشخصی را برای آن نمی‌توان در نظر گرفت. اما بررسی نقشه‌های موجود سال ۱۳۸۰ که طبق تصاویر ماهواره‌ای به هنگام شده، نشان می‌دهد که مساحت شهر نسبت به سال ۲۴ حدود ۲۰ برابر و نسبت به سال ۶۲ نیز ۳ برابر افزایش یافته است. جهت توسعه شهر با شکل و الگوی خطی - کهکشانی به سمت جنوب باعث هضم و ادغام روستاهای قرادیان، خانقاه، گریاشان، دگران، قشلاق، فرجه در دل شهر شده و طرح آماده‌سازی قرادیان بزرگترین نقش را در این زمینه داشته است. این توسعه تغییراتی را به شکل جدول زیر بر ساختار تراکمی و فیزیکی شهر سنندج بر جا گذاشته است. نقشه (۱)

شهرنشینی، مهاجرت‌های پیوسته روستایی، تحولات سیاسی و اقتصادی سال‌های ۵۶ تا ۶۳ باعث گردید شهر سنندج میزبان مهاجرانی شود که بدون توجه به اصول طرح جامع مرجان، ساخت و سازهای قارچ‌گونه خود را روی تپه‌ها و ارتفاعات اطراف شهر مستقر سازند و در این ساخت و سازها در نظر نگرفتن عوامل توپوگرافیکی، شیب زمین، جهت شیب باعث گردید که فقر تأسیسات و تجهیزات شهری در این محلات بیشتر مشهود گردد و توسعه شهر سنندج بیش از پیش ادامه یابد. چنین مشکلاتی باعث شد که در سال ۱۳۶۳ طرح جامع دوم شهر سنندج توسط مشاوران فرافزا برای کنترل و هدایت ساخت و سازهای حاشیه‌ای تهیه گردد. محدودیت‌های فضایی شهر سنندج ناشی از ارتفاعات، باعث گردید قسمت اعظمی از اراضی زراعی و باغی اطراف شهر که بیشتر در قسمت‌های جنوبی شهر قرار داشتند برای توسعه در نظر گرفته شود. تحولات کالبدی این دوره نه فقط حاشیه شهر بلکه بافت‌های قدیمی و فرسوده شهر را نیز در نوردید. بلوار بعثت به عنوان نمونه‌ای از این خیابان‌ها، محلات قدیمی و تاریخی آقازمان، چهارباغ، پیرمحمد را به دو نیم تقسیم کرد. خطوط اجرایی طرح جامع فرافزا با طرح تفصیلی این مشاور در سال ۷۲ نشو و نمایی بیشتر یافت چراکه ثبات بعد از جنگ، افزایش رشد جمعیت شهری، مهاجرت‌های روستایی، برنامه‌های عمرانی اول و دوم باعث تشدید گسترش فضایی شهر گشته و مساحت این شهر را از ۱۲۵۲ هکتار در سال ۶۴ به ۳۶۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۰ افزایش می‌دهد. از این رو محلات قدیمی و جدید با الگوی تک‌هسته‌ای به همراه شکل‌گیری محورهای جدید رشد، شکل یافته و کانون‌های عملکردی اقتصادی (فردوسی، پاسداران...، اداری (پاسداران، صفری...، تفریحی (پاسداران، شهرک نور...، صنعتی (بلوار بسیج مستضعفین...) با نظام توسعه شبکه ارتباطی، سیمای کالبدی شهر را دچار تحولات اقبال توجهی می‌نماید. احداث محلات جدید شهرک سعدی فاز ۱ و ۲، شهرک کشاورز، شهرک نور، بهاران، کوی فرهنگیان، شهرک بعثت، شهرک شهرداری، شهرک قشلاق... همگی ناشی از تحولات عملکردی این دوره (۶۴-۸۰) می‌باشد.

لایه‌های اطلاعاتی مبتنی بر GIS جهت آرایه الگوی مطلوب توسعه

۱- لایه روند توسعه فیزیکی - کالبدی

مطابق عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ سازمان نقشه برداری و محدوده رقومی شده شهر سنندج در سال ۱۳۳۴ از روی نقشه‌های توپوگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، شهر سنندج در این سال تنها ۱۸۶ هکتار وسعت داشته و

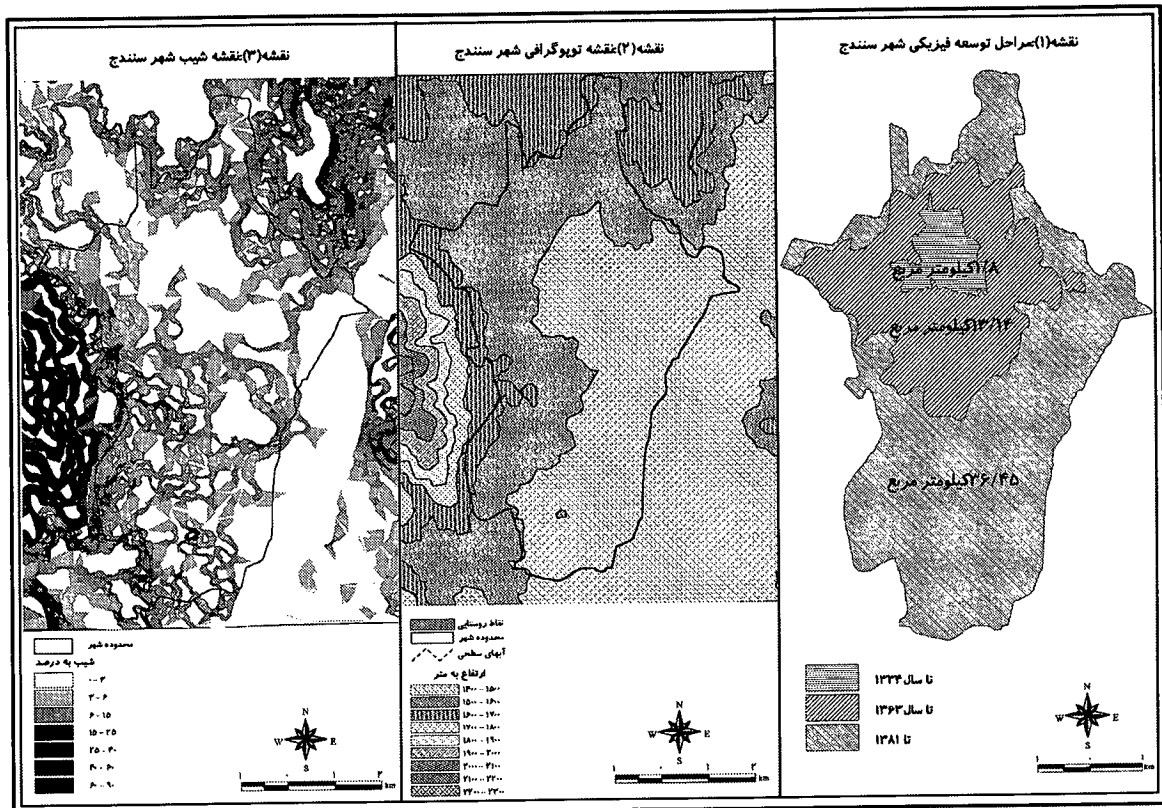
جدول (۲) روند توسعه فیزیکی - جمعیتی شهر سنندج در ۴۵ سال اخیر

سال	سطح ناخالص به هکتار	سطح خالص به هکتار	جمعیت	تراکم		سرانه شهری		رشد
				خالص	ناخالص	خالص	ناخالص	
۱۳۳۴	۱۸۶	-	۴۰۰۰۰	۲۱۵	۴۶/۵	-	-	
۱۳۵۶	۸۰۰	-	۹۵۸۷۲	۱۱۹	۸۳/۴	۲/۳	۳/۴	
۱۳۶۳	۱۲۵۲	۱۰۳۳	۱۸۰۰۰۰	۱۴۳	۶۹/۵	۱/۸۷	۱/۵۶	
۱۳۶۵	۱۵۹۳	۱۴۴۹	۲۰۴۳۸۲	۱۲۸	۷۸	۱/۱۳	۱/۲۷	
۱۳۷۰	۳۴۷۷	۱۴۴۹	۲۴۴۵۷۶	۷۰	۱۳۲	۱/۱۹	۲/۱۸	
۱۳۸۰	۳۶۴۵	۲۲۹۳	۳۲۰۰۰۰	۸۷/۹	۷۱	۱/۳۱	۱/۰۴	

۲- لایه توپوگرافی

سعدی، کوی فرهنگیان، امیریه ... را شامل می شود. بررسی های توپوگرافیک برای بسیاری از مسایل شهری مانند لوله کشی های آب، گاز، تخلیه آب های سطحی و فاضلاب شهرک و یا جهت گیری مسیر خیابان ها برای دریافت نور آفتاب، همچنین امور حفاظت خاک و آبخیز در پیرامون شهر و یا برای حفظ و ایجاد فضای سبز، اهمیت شایانی دارد. در شهر سنندج تپه های مشهور چون اولیابگ، شیخ محمد باقر، بهار مست، تاقه شاهی، ... وجود دارد که نسبت به نقاط مجاور خود دارای ارتفاع و شیب زیادی بوده که شهر با استقرار روی این تپه ها از چشم اندازها و مناظر زیبایی برخوردار می باشد. نقشه (۲)

با رقومی نمودن منحنی های ۲۰ متری شهر سنندج و شعاع ۵ کیلومتری آن با استفاده از نقشه های پوشش سراسری ۱/۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح، نقشه هیپسومتریک و DEM(۱) شهر سنندج ساخته شده و در طبقات ارتفاعی به شکل جدول (۲) و نقشه ارایه شده است. فاصله بین کمترین طبقه ارتفاعی و بزرگترین طبقه در محدوده خدماتی شهر ۲۸۰ متر بوده که از منحنی ۱۴۰۰ متری در اطراف رودخانه قشلاق تا ۱۶۸۰ متری در محلات شهرک



۳- لایه شیب (SLOPE)

برای تهیه نقشه شیب شهر سنندج با استفاده از نقشه TIN(2) که براساس قانون درون یابی^۲ با روش^۴ IDW ایجاد شده است از نرم افزار جانبی تحلیل فضایی^۵ Arc/view استفاده شده است که در آن کلاسه های شیب به ۶ طبقه تقسیم شده است. بیشترین شیب مربوط به طبقه ۳ - ۰ درصد بوده که ۱۸۳۲ هکتار از اراضی درون شهری به این طبقه اختصاصی دارد جدول (۳). در طراحی شهری شیب با توجه به نوع واحدهای در نظر گرفته شده قابل اهمیت است در حالی که استفاده از سطوح با شیب زیاد برای واحدهای کوچک شهری (مانند واحدهای مسکونی) امکان پذیر است. سطوح مورد نیاز مجتمع های صنعتی و کارگاهی و همچنین مجتمع های ورزشی باید مسطح بوده و یا از شیب کمی برخوردار باشد. به گفته شهرسازان برای طراحی شهری شیب تا ۶٪ مطلوب، بین ۶ تا ۹٪ قابل قبول می باشد (فرهودی، ۱۳۷۰، ص ۸۴) که بر این اساس بالغ بر ۳۰ درصد زمین های درون شهری شهر سنندج برای هیچ نوع ساخت و ساز شهری (به جز فضای سبز و تفرجگاهی) مناسب نیست. نقشه (۴). کاپلن شیب را از نظر شهرسازی به این صورت تعریف می کند که برای زمین های مسکونی شیب حداکثر ۱۵ درصد، خیابان حداکثر ۸ درصد، زمین بازی ۲ درصد، صنعت ۵ درصد، چمنزار ۲۵ درصد می باشد (Koppelman, 1989, 53-64).

۴- لایه جهت شیب (Aspect)

یکی از مهم ترین مسائلی که شهرهای کوهستانی ایران همچون سنندج با آن مواجه هستند مسئله نورگیری خیابان های شهری و به دور ماندن از تابش آفتاب است. اصولاً دامنه های شمالی کوه ها به هیچ وجه برای ساختن خیابان ها و گذرگاه ها مناسب نیستند در طراحی شهری به ویژه هنگام احداث خیابان های جدید باید به این نکات توجه کرد:

- ۱- جهت خیابان نباید عمود بر جهت شیب باشد بلکه باید با جهت شیب یک زاویه حاده و یا منفرجه تشکیل دهد.
- ۲- ظرفیت تخلیه کانال های کنار خیابان از رأس شیب به سمت قاعده باید افزایش داده شود (رهنمایی، ۱۳۶۹، ص ۱۰۶). در نقشه جهت شیب شهر سنندج که در ۹ کلاس به شکل جدول (۳) خلاصه شده است بالغ بر ۲۲ درصد زمین های موجود که زیر کاربری های مختلف شهری قرار دارند رو به سمت شمال و شمال شرقی و غربی دارند که هر نوع طراحی شهری بر روی آن باید با مطالعه جزئی انجام گیرد. به طور کلی در منطقه ۱ و ۲ شهری سنندج، جهت شیب از شمال به جنوب شهر به سوی مرکز، در جبهه شرقی شهر به سوی اراضی رودخانه قشلاق، در قسمت های جنوبی با توجه به جهت رودخانه قشلاق به سمت جنوب شرقی و در قسمت های میانی نیز با توجه به تعداد تپه ها و اختلاف ارتفاع زیاد، شیب با جهات مختلفی امتداد دارند. نقشه (۴)

جدول (۳): ویژگی های ارتفاعی، شیب، جهت شیب محدوده فعلی شهر سنندج

نقشه	ویژگی ها	تعداد پیکسل	اندازه پیکسل (متر مربع)	مساحت به هکتار
هیسومتریک (Elevation)	۱۴۴۰-۱۴۰۰ متر	۲۱۲۱۸۵	۵	۵۳۰
	۱۴۸۰-۱۴۴۰	۳۰۵۷۸۹	۵	۷۶۴
	۱۵۲۰-۱۴۸۰	۳۸۴۶۶۸	۵	۹۶۱
	۱۵۶۰-۱۵۲۰	۲۷۹۲۱۵	۵	۶۹۸
	۱۶۰۰-۱۵۶۰	۱۷۸۷۳۶	۵	۴۴۶
	۱۶۴۰-۱۶۰۰	۸۱۱۶۶	۵	۲۰۲
	۱۶۹۴-۱۶۴۰	۱۶۲۶۴	۵	۴۰
شیب (Slope)	۰-۳	۷۳۲۸۷۵	۵	۱۸۳۲
	۴-۷	۳۶۴۱۵۱	۵	۹۱۰
	۸-۱۱	۲۰۵۵۳۴	۵	۵۱۴
	۱۲-۱۵	۹۵۲۴۱	۵	۲۳۹
	۱۶-۱۸	۲۷۵۵۱	۵	۷۰
	بیشتر از ۱۸	۳۲۷۰۹	۵	۸۲
	صاف flat	۶۲۴۰۲۳۹	۵	۱۵۶۰
جهت شیب (Aspect)	شمال	۱۱۶۷۵۲۲	۵	۲۹۱
	شمال شرقی	۱۳۳۳۷۳۷	۵	۳۳۳
	شرق	۹۹۸۳۲۶	۵	۲۴۹
	جنوب شرقی	۱۱۴۱۶۳۸	۵	۲۸۲
	جنوب	۱۰۷۵۸۹۳	۵	۲۶۸
	جنوب غربی	۱۰۱۸۰۵۷	۵	۲۵۴
	غرب	۹۲۱۹۲۵	۵	۲۳۰
شمال غربی	۷۲۳۶۱	۵	۱۸۰	

۵- لایه خاک شناسی و تناسب اراضی

تراس‌های بالایی، ۷/۳۵ درصد به تپه‌های آهکی، ۷/۴۹ درصد به دشت‌های دامنه‌ای، ۱۱/۹ درصد به کوه‌ها با دره‌های عمیق و ۴۴ درصد نیز به تپه‌های شیبی و مواد دگرگونی ... اختصاص دارد. نقشه (۵)

نقشه رقومی شده قابلیت اراضی و ساختار خاکشناسی شهر سنندج که با استفاده از نقشه‌های مرکز آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردیده، نشان می‌دهد که در محدوده فعلی شهر ۲۸/۴۵ درصد خاک‌ها به فلات‌ها و

جدول (۴): قابلیت اراضی و ساختار خاک شناسی شهر سنندج

مساحت (هکتار)	محدودیت‌ها	پوشش فعلی	وضعیت موجود	نوع خاک	واحد اراضی
۱۰۴۸	۱- پستی و بلندی ۲- محدودیت عمق ۳- وجود سنگریزه ۴- فرسایش	محللات و بافتهای قدیمی و اولیه شهر و شرق شهرک قرادیان	خاک نیمه عمیق با بافت سنگین بر روی سنگریزه مواد آهکی	Colcoric regosols	فلات و تراس بالایی
۲۶۸	۱- شیب زیاد ۲- محدودیت عمق ۳- فرسایش ۴- رخنمون سنگی	فیض آباد خروجی جاده سفر تربیت معلم	خاک کم عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط بر روی سنگها و مواد آهکی	Colcoric regosols combisols	تپه‌های آهکی کم ارتفاع
۲۷۳	۱- بافت سنگین خاک ۲- محدودیت آب زیرزمینی	گریاشان دگران میدان بارفروشی	خاک عمیق با بافت سنگین تا خیلی سنگین و بدون سنگریزه	Eutric combisols	دشتهای دامنه ای
۴۳۶	۱- شیب زیاد ۲- محدودیت عمق ۳- فرسایش	امیریه مبارک آباد عباس آباد شهرک نور	خاک کم عمق با رخنمون سنگی	Litosols colcaric regosols	کوهها با دره های عمیق
۱۶۳۳	۱- شیب زیاد ۲- محدودیت عمق ۳- فرسایش ۴- رخنمون سنگی	اطراف حاجی آباد و پادگان فعلی	خاک کم عمق و سنگلاخی سنگریزه بر روی مواد شیبست	Litosols regosols	تپه های شیبی و مواد دگرگونی

۶- لایه زمین شناسی (Geology)

درصد فراوانی و سپس آبرفت و زمین زراعتی با ۱۲ درصد فراوانی است و نهشته‌های رودخانه‌ای با ۱ درصد فراوانی کمترین وسعت را در این ساختار داراست. که عمدتاً شرق شهر سنندج در اطراف رودخانه قشلاق در نزدیکی پل قشلاق دارای این جنس زمین می‌باشد.

لایه زمین شناسی که با استفاده از نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی سازمان زمین شناسی، جهت شناسایی ساختار زمین شناسی شهر و محدوده ۵ کیلومتری اطراف آن رقومی گردیده، نشان می‌دهد نوع جنس غالب در ساختار زمین شناسی شهر سنندج، شیل خاکستری تیره با ۵۷

جدول (۵): محاسبات انجام گرفته بر روی نقشه زمین شناسی شهر سنندج با GIS

جنس	مساحت (هکتار)	درصد
۱- آبرفت و زمین زراعتی	۸۲۹/۹۰	۲۲/۷۱
۲- آهک میکرو فسیل دار	۵۶/۹۸	۱/۵۶
۳- سنگهای آتشفشانی آندزیتی	۱۶/۱۰	۱/۶۷
۴- سنگهای آتشفشانی پورفیری آندزیتی	۱۲۱/۴۲	۳/۳۲
۵- شیل خاکستری تیره رنگ	۲۰۸۷	۵۷/۱۸
۶- شیل خاکستری قرمز رنگ	۴۵۱	۱۲/۳۸
۷- نهشته های رودخانه ای	۴۲	۱/۱۵
جمع	۳۶۵۰	۱۰۰

۷- لایه گسل ها (FAULTS)

موانع اصلی توسعه فیزیکی شهر در این قسمت محسوب می شود.

۲- در قسمت غربی در ضلع غربی محله حاجی آباد، بلوار شبلی دو گسل فرعی با ۱۲۸۴ و ۲۲۵۱ متر طول وجود دارند که بخشی از شهر شامل محلات حاجی آباد، وکیل (قطارچیان) ... روی ۱۹۳۸ متر آن پیشروی کرده است. علاوه براین در شعاع ۵ کیلومتری شهر گسل های اصلی و فرعی به صورت جدول زیر شناسایی شده است.

در پژوهش حاضر با رقوم سازی نقشه گسل های اصلی و فرعی اطلاعات زیر حاصل شده است که:

۱- در قسمت جنوب غربی شهر سنندج دو گسل فرعی به فاصله ۸۷۰ متر از یکدیگر وجود دارد که شهر سنندج بر روی گسل شمالی این قسمت، حدود ۱۰۵۸ متر پیشروی کرده است.

۲- در قسمت غربی شهر در غرب محلات شهرک سعدی، کشاورز صخره ای به طول ۲۳۰۹ متر وجود دارد که از

جدول (۶): ویژگی های گسل شناختی شهر سنندج و محدوده ۵ کیلومتری آن

فاصله از شهر	طول (متر)	نوع گسل	تعداد گسل یا صخره	جهت
۱۵۰۰ تا ۳۶۲۲	۱۱۰۷۶	۲	۳	غرب سنندج (گسل)
۲۷۷۳	۴۹۴۶	۲	۱	جنوب شرقی
۰-۷۵۰	۱۷۶۸۰	۲	۲	جنوب غربی
۴۳۹	۲۳۰۹	-	۱	غرب (صخره)
۱۹۳۸ تا ۹۵۲	۸۷۴۶	۲	۳	غرب و شمال غربی
۳۴۳۸ تا ۲۵۸۳	۱۸۱۴۹	۲	۳	شمال و شمال شرقی
۳۵۷۲	۸۱۰۷	۱	۱	شرق

۸- لایه منابع آب های سطحی

هدایت آب های سطحی باعث می گردد که در غالب اوقات بارندگی های متوسط نیز سیستم های مختلف شهری را مختل سازند. جهت شناسایی منابع سطحی آب شهر و محدوده ۵ کیلومتری اطراف آن با استفاده از نقشه های توپوگرافی، منابع آب های سطحی رقومی شده و با طبقه بندی آن در کلاس های ۱ و ۲، طول رودهای کلاس اول ۲/۴۶ کیلومتر و طول رودهای دوم ۴۸۰ کیلومتر محاسبه شده اند. که تمرکز غالب این رودها در الگوی مناسب توسعه مورد نظر قرار خواهند گرفت.

عدم توجه به شیب زمین، خط القعرها، ساختار و مورفولوژی شهر باعث می گردد که جهات توسعه شهری بدون توجه به این نکات در مسیل ها و دامنه های منتهی به کوهستان شکل گرفته و در معرض خطر سیلاب قرار گیرند. در شهر سنندج محلات شریف آباد، آقازمان، خیابان پاسداران، فردوسی، گریاشان... با چنین مشکلاتی دست به گریبانند چراکه فقدان سیستم فاضلاب شهری و عدم پیش بینی آن در طراحی شهری، کمبود جداول با عرض و شیب مناسب جهت

۹- لایه نقاط روستایی ادغام شده و در معرض خطر ادغام با توسعه شهری

قار، دوشان، گریزه در آینده نزدیک (کمتر از ۱۰ سال) و روستاهای ننه، سرخه دزج، خشکه دول، باباریز، نایسر، برازان، دربنده، گرمیدر، سرینجیانه علیا و سفلی، حسن آباد در طی ۱۰ تا ۱۵ سال آینده در معرض خطر ادغام قرار خواهند گرفت.

در مراحل مختلف توسعه شهری سنندج در ۴۰ سال اخیر، روستاهای متعددی در داخل شهر جذب شده که هنوز آثار و بقایای زندگی روستایی خود را حفظ کرده اند. روستاهای فرجه، قشلاق، دگاران، قرادیان، مبارک آباد، خانقاه، کمیز... همگی امروز در دل شهر هضم شده و روستاهای سیله، آساوله،

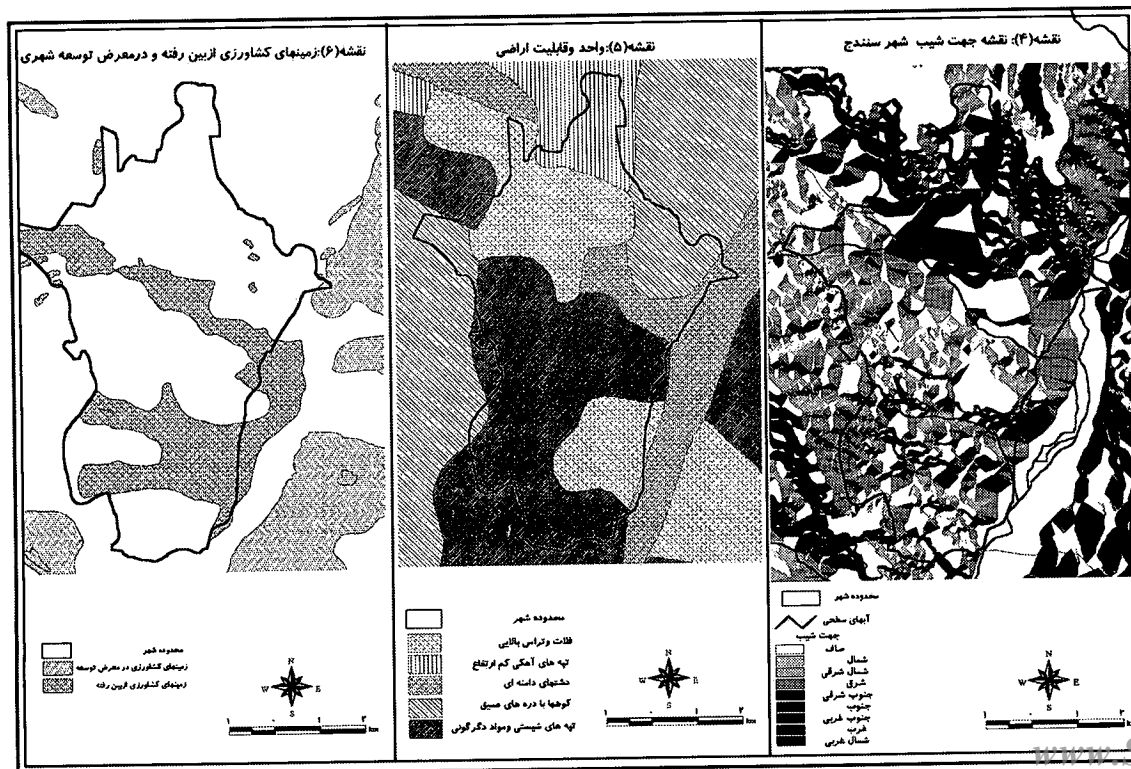
جدول (۷): روستاهای ادغام شده و در معرض خطر ادغام در توسعه شهری سنندج

شرح	نام روستا
ادغام شده	۱- فرجه ۲- قشلاق ۳- دگاران ۴- قرادیان ۵- مبارک آباد ۶- خانقاه ۷- کمیز
در معرض خطر ادغام	۱- سیله ۲- آساوله ۳- قار ۴- دوشان ۵- گریزه ۶- حسن آباد
	۱- ننه ۲- سرخه دزج ۳- خشکه دول ۴- باباریز ۵- برازان ۶- دربنده ۷- گرمیدر ۸- سرینجیانه علیا و سفلی ۹- حسن آباد

۱۰- لایه زمین ها و محدوده های باغی و کشاورزی

هایی از خود در محلات شهرک سعدی، گریاشان، قرادیان، شهرک بهاران نشان می دهند. نکته قابل توجه آن که در امتداد محورهای اصلی ارتباطی سنندج با کرمانشاه و همدان، زمین های کشاورزی در حال تبدیل به خانه دوم افراد یا خانه باغ افراد مرفه شهری می باشد. عمده زمین های کشاورزی فصلی سنندج در اطراف رودخانه قشلاق و شمال شرقی، شرق و جنوب شرقی شهر قرار گرفته اند. نقشه (۶)

این لایه با استفاده از نقشه های ۱/۵۰۰۰۰ و نقشه تفصیلی سنندج در سال ۸۰ تهیه شده است. توسعه متوالی شهر سنندج به سمت جنوب شهر باعث ادغام زمین های کشاورزی و باغ های متعددی گشته است که اغلب متعلق به نقاط روستایی بوده است. این زمین های کشاورزی که بیشتر در مناطق پست و اطراف رودهای فصلی و گریاشان و قشلاق بوده است امروز در دل شهر ادغام گشته ولی هنوز شواهد و نشانه



محدودیت‌های توسعه فیزیکی شهر سنندج

گسترش یک شهر را متوقف کرده و در نتیجه مسیر آن را به سمت دیگری که ممکن است عوارض کمتری داشته باشد سوق دهد. مجموعه این عوامل انسانی و طبیعی برای شهر سنندج، به شکل جدول زیر ارایه می‌شود.

در یک تقسیم بندی کلی این موانع در شهر سنندج به دو دسته طبیعی و انسان ساخت تقسیم می‌شود. دسته اول موانع طبیعی مانند کوه، دره، ناهمواری ها، رودخانه، گسل... بوده به طوری که بسیار اتفاق می‌افتد یک تپه و یا دره، مسیر

جدول (۸): موانع توسعه فیزیکی شهر سنندج

عوامل	موانع	جهات	علل
طبیعی	ارتفاعات	غرب و جنوب غربی شمال و شمال شرقی	۱- ارتفاع زیاد منطقه بین ۱۷۰۰ تا ۲۴۰۰ متر ۱- عدم تشکیل خاک ۳- ارزش توریستی و گردشگری ۴- شیب زیاد منطقه تا جایی که شیب ۶۰ درجه نیز مشاهده شده است
	زمینهای کشاورزی	جنوب شرقی	۱- ارزش غذایی ۲- توسعه اقتصادی ناحیه ۳- نفوذ آبهای زیرزمینی و تغذیه سفره های آن ۴- مشکل زیرساختها به علت آبرفتی بودن جنس زمین ۵- داشتن حریم
	رودخانه قشلاق	شرق و جنوب شرقی	۱- ارزش کشاورزی ۲- جلوگیری از آلودگی های محیطی چون انتقال سموم بیمارستانی ۳- بهره‌زینه بودن طرحها ۴- ارزش توریستی و گردشگری ۵- مصارف شهری ۶- داشتن حریم
	حوزه آبریز رودخانه قشلاق	شمال و شمال شرقی	۱- ارتفاع زیاد منطقه بین ۱۷۰۰ تا ۲۴۰۰ متر ۲- کاهش آبدهی رودخانه قشلاق ۳- افزایش سیلابها ۴- کاهش آبهای زیرزمینی
انسانی	شهرک صنعتی (۲۷هکتار)	شرق	۱- اشتغال ۲- توسعه اقتصادی ناحیه ۳- آلودگی زیست محیطی ۴- مکان یابی مناسب از لحاظ اقلیمی
	فرودگاه (۲۲۸هکتار)	جنوب	۱- توسعه اقتصادی ناحیه ۲- اهمیت نظامی و خدماتی ۳- آبرفتی بودن زمین ۴- آلودگی صوتی
	گورستان (۹/۸هکتار)	شرق	۱- کمبود زمین ۲- مکان یابی مناسب ۳- فاصله مناسب از شهر ۴- کاربری های وابسته
	پادگان لشکر ۲۸ (۳۰۰هکتار)	شمال شرقی	۱- مساحت بسیار زیاد ۲- اهمیت نظامی و سوق الجیشی

منبع: تفسیر تصاویر ماهواره ای لندست ۱۹۹۸ و مطالعات میدانی

پیش بینی جمعیتی و زمین شهری مورد نیاز

۱- مطابق با پیش بینی جمعیتی شهر سنندج در فرض اول در سال ۱۴۰۰ به ۳۱۳۴ هکتار زمین نیاز خواهیم داشت:
 $(P_{1400} - P_{1380}) \times 80$

زمین مورد نیاز به هکتار $3134 = 597398 \times 113 + 320000$
۲- پیش بینی جمعیتی شهر سنندج در فرض دوم در سال ۱۴۰۰ به روش رگرسیون خطی نشان می‌دهد که این شهر به ۱۰۸۰ هکتار زمین نیاز خواهد داشت چراکه:

مطابق با پیش بینی های انجام گرفته جمعیت شهر سنندج، در سال ۱۴۰۰ در سناریوهای مختلف به ۵۹۷۳۹۸ و ۴۱۵۶۱۹ نفر خواهد رسید. اگر مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت شهر سنندج را ۲۲/۵ سال فرض کنیم (با نرخ رشد ۲/۱) در این حالت نیز جمعیت شهر کمتر از ۵۶۰ هزار نفر نخواهد بود. حال اگر مقدار سرانه وضع موجود هر شهروند را در سال ۱۳۸۰ برای سال ۱۴۰۰ نیز فرض نماییم معادلاتی به شکل زیر قابل اثبات است:

- ۱- ارتفاع کمتر از ۱۸۰۰ متر
- ۲- قرارگیری در محدوده ۱۵ کیلومتری دورترین نقطه شهری (حداکثر فاصله ۱۵ کیلومتر از شهر)
- ۳- شیب کم و غالباً بین ۱۸-۳ درصد
- ۴- جهت شیب رو به سمت جنوب و سطوح صاف با توجه به اقلیم سرد منطقه
- ۵- دسترسی به منابع آبی سطحی دائم و در شعاع ۱۵ کیلومتری
- ۶- فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتری از شاهراه ها و بزرگراه های درون شهری
- ۷- عدم قرارگیری در حریم درجه ۱ و ۲ گسل های اصلی و فرعی (۵۰۰ و ۲۰۰ متر)
- ۸- عدم قرارگیری در حریم خطوط انتقال نیرو (۵۰۰ متر)
- ۹- عدم قرارگیری در زمین های زراعی و باغی
- ۱۰- عدم قرارگیری در شعاع ۱ کیلومتری شهرک صنعتی، ترمینال، گورستان، بهشت محمدی، فرودگاه سنندج، رودخانه قشلاق
- ۱۱- اولویت با خاک های نفوذپذیر و کم عمق همراه با بافت سنگین
- ۱۲- عدم وجود نهشته های رودخانه ای، آهک میکروفسیل دار

مکان مناسب برای توسعه آتی شهر سنندج که نیازهای آتی این شهر را تا سال ۱۴۰۰ می تواند پاسخگو باشد و واجد بیش از ۸۰ درصد شروط ذکر شده بوده است به عنوان مکان بهینه توسعه فیزیکی شهر انتخاب و در تصویر ارایه شده است.

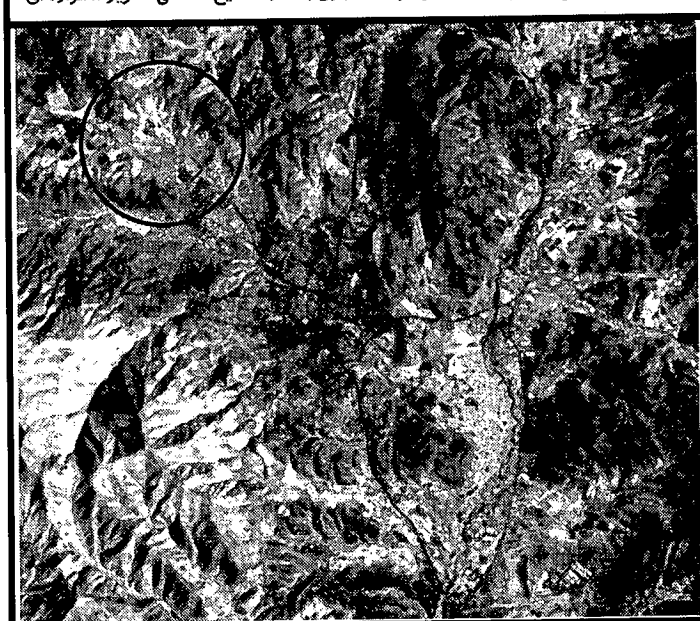
زمین مورد نیاز به هکتار $1080 = 113 \times 415619 - 320000$

۳- اگر نرخ رشد فعلی جمعیت شهر سنندج را در دهه ۶۵-۷۵ با مقدار $3/11$ درصد ثابت بگیریم مدت زمان لازم برای دو برابر شدن آن $5/22$ سال خواهد بود که در آن سال جمعیت این شهر باز به نزدیک ۵۶۰ هزار نفر خواهد رسید که در این حالت نیز مقدار زمین مورد نیاز ۲۷۱۲ هکتار خواهد بود. حال سئوالی که مطرح می شود این است با توجه به رشد و توسعه جمعیتی موجود این شهر که در بهترین وضعیت ممکن رشد جمعیتی، کمتر از ۱۰ کیلومتر مربع نخواهد بود این زمین ها در چه مناطقی باید شناسایی شوند؟ از این رو لازم می شود با تلفیق شاخص های مطلوب محیطی همراه با به کارگیری ابزارهای تحلیلی GIS این زمین ها شناسایی گردند.

ارایه الگوی مطلوب توسعه فیزیکی شهر سنندج

برنامه ریزی کالبدی فیزیکی جهت توسعه های شهری در هر یک از سطوح مطالعاتی چون ملی، منطقه ای، شهری باید در پی محدوده های جغرافیایی مشخص باشد که حایز شرایط لازم برای ایجاد شهرهای جدید، شهرک های اقماری و یا توسعه های شهری موجود باشد (صدیقیان، ۱۳۷۲، ص ۴). در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن محدوده ای به شعاع ۵ کیلومتری شهر سنندج تمام لایه های اطلاعاتی ذکر شده با استفاده از روش های مختلف ترکیبی بولین و شاخص وزن دهی از طریق مقایسات زوجی ۹ کمیتی ساعتی در مرحله دوم فرایند تحلیل سلسله مراتبی (توفیق، ۱۳۷۲، ص ۱۱) با هم ترکیب شده و با تعیین شروط و ضوابطی چون:

منطقه مکان یابی شده و مناسب برای توسعه شهری بعد از تصحیح هندسی تصویر ماهواره ای



نتیجه گیری

۵- در طی ۵ تا ۲۰ سال آینده روستاهای متعدد و دیگری چون سیله، آساوله، قار، دوشان، نله، باباریز، گرمیدر، سرخه دزج، نایسر، حسن آباد... در معرض خطر ادغام در توسعه های شهری قرار می گیرند.

۶- گسترش شهر سنندج بیشتر در جهت افقی و به صورت توسعه های متوالی صورت گرفته که خود باعث مسایل و مشکلاتی چون افزایش هزینه های حمل و نقل، خدمات رسانی (آب، برق، تلفن...)، احداث واحدهای آموزشی، محدودیت زمین شهری، دست زدن به زمین های کشاورزی، بورس بازی زمین در حاشیه های شهری، عدم توانایی دولت در کنترل مالکیت زمین های حاشیه شهری و افزایش شدید قیمت این زمین ها گردیده است.

۷- تحلیل فضایی نحوه شکل گیری محلات شهری سنندج نشان می دهد که ۲۰ درصد محلات بر روی زمین های با شیب بالاتر از ۹ درصد و ۱۸ درصد نیز بر روی زمین های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد ایجاد شده اند که به ترتیب برای شهرسازی غیرمطلوب و قابل قبول اما ایده آل نیستند.

۸- افزایش طبیعی جمعیت شهری و نرخ رشد بالای آن نسبت به میانگین کشوری مهاجرت های روستایی و شهری و درون استانی از مهم ترین عوامل موثر در توسعه فیزیکی شهر سنندج بوده که رشد خدمات و امکانات فرهنگی - اقتصادی را باعث شده و خود این امر باعث تشدید و توسعه یافتگی این شهر نسبت به دیگر شهرهای استان گردیده است.

۹- پدیده آینده شهر سنندج که تا سال ۱۴۰۰ ممکن است پیش آید ناشی از رشد و سرعت توسعه شهرنشینی، شکل گیری منطقه شهری، اسکان مهاجرین و جمعیت در روستاهای دوشان، قار، حسن آباد، نایسر، باباریز... (به دلیل فقدان امکانات کافی و گرانی زمین در محدوده شهر، احداث کمربندی ها، واحدهای صنعتی بیرون محدوده شهری...) باشد. تدوین برنامه ها و طرح هایی برای هدایت و کنترل رشد و توسعه در محدوده منطقه شهری می تواند به جلوگیری و کاهش میزان آسیب ها و خسارت های غیر قابل جبران به منابع حیاتی محیط زیست، اراضی مرغوب کشاورزی، مناطق ییلاقی، گذراندن اوقات فراغت، در اطراف ورودی و خروجی های کرمانشاه و همدان... کمک کند و شرایط مناسب برای کارکرد صحیح شهر و منطقه را فراهم آورد.

۱۰- اطراف شهر سنندج را گسل های متعدد طبیعی، شیب های تند، توپوگرافی و رخنمون های سنگی، صخره ها در بر گرفته و در بعضی موارد قسمت های غربی و شمال شرقی شهر بر روی

۱- کانون اولیه توسعه شهر سنندج هسته مرکزی آن در اطراف باشگاه افسران بوده که توسعه های بعدی به شکل محلات قطارچیان، چهارباغ، جورآباد، آقازمان در اطراف آن شکل گرفته است، تدام این رشد و توسعه فیزیکی در ۲۰ سال اخیر به حداکثر رشد و توسعه شهر انجامیده، به صورتی که محدوده فیزیکی شهر در ۱۵ سال اخیر بالغ بر ۲ برابر افزایش یافته و از ۱۵۹۰ هکتار در سال ۶۵ به ۳۶۴۵ هکتار در سال ۸۰ رسیده است.

۲- توسعه های اولیه شهر سنندج از هیچ نوع برنامه ساختاری تبعیت نکرده، محلات و مناطق خودرو بدون هیچ برنامه از پیش اندیشیده شده به شکل کانون هایی چون زورآباد، عباس آباد، فرجه، کانی کوزله، گریاشان و... پراکنده است و از نمونه های توسعه دردآور شهری به حساب می آید که طبقات طبقات پایین دست جامعه و مهاجران روستایی با استقرار خود بر روی تپه های متعدد حاشیه شهر و حریم رودخانه و خطوط انتقال نیرو آن را به شکل محلات حاشیه ای درآورده اند. ایجاد قانون زمین شهری در اوائل انقلاب از عوامل مؤثر در دامن زدن به این پدیده ناهنجار و ناهمگون بوده است.

۳- توسعه های جدید شهری سنندج در قالب آماده سازی شهرک های متعدد در اطراف شهر با وجود ضعف شدید زیرساخت های شهری چون آب، برق، گاز، فاضلاب، مخابرات همگی در قالب طرح های جامع و تفصیلی شهر سنندج بوده و از الگوهای شطرنجی و همگون تبعیت می کنند. ایجاد محلات و شهرک هایی چون کوی فرهنگیان، شهرک سعدی ۱ و ۲، شهرک کشاورز، بعثت، قراقران، معلم نمود عینی این برنامه هاست.

۴- در محلات کوسه هجیج، غفور، عباس آباد، فرجه، تقمقان، زورآباد، گریاشان و به دلیل افزایش مهاجرت و رشد جمعیت شهری در ۲۰ سال اخیر و عدم اسکان همه این جمعیت در محدوده شهری تپه ها و زمین های کشاورزی اطراف شهر جایگاه سکونت شهریندان شده است که با استقرار ناهمگون بدون طرح و برنامه خود حوزه های مسکونی وسیعی را به صورت محلات شهری به وجود آورده اند. از آنجا که شکل گیری بسیاری از این محلات خارج از طرح و برنامه بوده است. امروزه با مشکلات ترافیکی، کمبود تأسیسات و تجهیزات، ضعف شبکه های خدماتی و... مواجه اند. ضرورت حل مسایل فوق و همچنین وجود مشکلات حقوقی در زمینه تصرف و تملک اراضی توسط افراد و ویژگی های اجتماعی و فرهنگی در این نواحی اتخاذ سیاست ها و تدابیر مناسب و نیز تهیه و اجرای برنامه ها و طرح های ویژه بهسازی را طلب می کند که چارچوب مناسب آنها باید هرچه سریع تر فراهم شود.

۱۲- با استفاده از امکانات نرم افزاری و سخت افزاری چون GIS و RS می توان بسترهای طبیعی و محدوده های اطراف شهرها را از لحاظ پارامترهای متعدد چون گسل، شیب، خاک، زمین شناسی، توپوگرافی، تناسب ارضی، حرائم، جهت شیب، کاربری ارضی، مورد بررسی قرار دارد و از طریق روش های مختلف ترکیبی چون regression، fuzzy Logic، overlay index، شبکه های عصبی و Boolean Logic نسبت به شناسایی مکان های مناسب توسعه شهری اقدام نمود که در مطالعه حاضر شعاع ۲۰۲ کیلومتر مربعی شهر سنندج به همین ترتیب مورد بررسی قرار گرفته است.

این موانع گسترش یافته است از این رو وضع قوانین و مقررات و رعایت استانداردهای ساخت و ساز و تعیین حریم ها لازم و ضروری است.

۱۱- با توجه به گسترش افقی شهر و کمبود شدید زمین های اطراف برای توسعه های آتی ایجاد بلند مرتبه سازی (که اکنون در محلاتی چون شالمان، شهرک سعدی، مبارک آباد، و شهرک نور، رونق یافته است) و توسعه عمودی می تواند مورد توجه قرار گیرد. چرا که خطوط مورد نظر در توسعه فیزیکی شهر سنندج در طرح تفصیلی مصوب فرافزا در جهات جنوب و غرب کاملاً جامه عمل پوشیده است.

پی نوشت ها

- 1- Digital Elevation Model
- 2- Triangular Irregular Net work
- 3- Interpolation
- 4- Inverse Distance Weighted
- 5- Spatial Analyzes

منابع

- اداره کل مسکن و شهرسازی استان کردستان، طرح جامع شهرسنندج، مهندس مشاور مرجان ۱۳۵۵.
- اداره کل مسکن و شهرسازی استان کردستان، طرح تفصیلی شهرسنندج، مشاور فرافزا، جلد ۲، ۱۳۷۲.
- امین زاده، بهناز. نقش زمین در توسعه پایدار شهری، مجموعه مقالات همایش زمین در توسعه شهری، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۹.
- بدر، رضا. استفاده از GIS و RS در تعیین جهت گسترش توسعه فیزیکی شهر رضی، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۷۸.
- پورا احمد، احمد و شمعی، علی، اثرات توسعه فیزیکی، شهر یزد بر جمعیت بافت قدیم شهر، نامه علوم اجتماعی، شماره ۱۸، ۱۳۸۰.
- تصاویر ماهواره ای LAND SAT شهرسنندج در سالهای ۶۸ و ۷۸، مرکز سنجش از راه دور ایران.
- رسولی، محمد، ساماندهی ساختار فضایی کالبدی بافت قدیم شهر سنندج بر اساس الگوی فعالیتهای شهری، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.
- رهنمایی، محمدتقی، مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی (جغرافیا)، وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۶۹.
- سازمان آمار ایران، نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان سنندج، ۱۳۴۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵.
- سالنامه های آماری استان کردستان ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۸، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کردستان.
- سنندجی، میرزا شکرالله، تحفه ناصری در تاریخ و جغرافیای کردستان، نشر امیر کبیر، ۱۳۴۷.
- شکوئی، حسین، جغرافیای شهری، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۶.
- صدیقیان، ایرج، ارزیابی اراضی در طرح ریزی کالبدی، مجله آبادی، شماره ۱۰، ۱۳۷۲.
- طرح جامع توسعه و عمران شهر سنندج، ۳ جلد منتشر نشده، مشاور پژوهش و عمران، ۱۳۸۰.
- عظیمی، نورالدین. توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از GIS، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک سازمان نقشه برداری، ۱۳۷۶.
- فرافزا، طرح جامع توسعه و عمران و حوزه نفوذ شهر سنندج، اداره کل مسکن و شهرسازی استان کردستان، ۱۳۶۵.
- فرهودی، رحمت ال...، اطلس شیب ایران و نتایج مساحی آن، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۲۷، ۱۳۷۶.
- فرید، یدالله، جغرافیا و شهرشناسی، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۷۲.
- فیروز، توفیق، ارزش یابی چند معیاری در طرح ریزی کالبدی، مجله آبادی، شماره ۱۱، ۱۳۷۲.

- گازرانی، فریدون، برنامه ریزی توسعه متعادل بخش مرکزی سنندج، رساله کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۸.
- مهیاری و دیگران، اسناد شهرهای ایران، مجموعه مقالات شهرسازی و معماری، ۱۳۷۴.
- نقشه تناسب اراضی و خاکشناسی شهر سنندج با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، مرکز تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی.
- نقشه توپوگرافی شهر سنندج با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح.
- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ (سنندج)، سازمان زمین شناسی ایران.

- Batty .M&Denshan.J. Decision support, GIS, and urban planning, College Landon, 1996
- Casey, L. Pederson .W. Urbanizing GIS: Philadelphia Strategy to bring GIS to Neighborhood Planning, consultant an
- Hiraskar,G.K. Fundamental of town plannings,published by o.p.kapur for dhanpat Rai & sons, Delhi, 1989.
- Hough, Micheal, out of place restoring identity the regional landscap, Yale college, 1990.
- J.DC chiara and L. Koppelman, time-save standards for site planning, Newyarkmc. Gram-Hill, 1984.
- MC Donell, Karen Kemp, International GIS Dictionary, Milton Road, Cambridge, 1995.
- Nourian, F.The Third world cities need for information, conference sustainable city 2002, Segovia ,spain
- Philadelphia GIS/CDC Implementation project, 2002
- (برای تحلیل فضایی داده ها، ساخت شبکه نامنظم هندسی TIN و DEM، تصحیح هندسی تصاویر و نقشه ها از منابع زیر به صورت Help نرم افزاری استفاده شده است)

- ESRI Incorporation, understanding, GIS, Arc/info methode, california, USA, 1990.
- ESRI Incorporation, using Arcview GIS, California, USA, 1996.
- Eastman, I.R. Idrisi for windows clarkobs for cartographic Technology and Geographic Analysis, Clark university USA, 1995.
- ESRI,Arcview 3D Analyst, USA, 1997.
- ESRI, Introduction Spatial Analyst, USA,1998.