محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٣، شمارهٔ ٤، زمستان ١٣٩٦، صفحهٔ ٦٢٩-٦٠٩

تدوین استراتژی‌های ساماندهی و طراحی اکولوژیک رودخانه‌های درون شهری با تأکید بر کنترل سیلاب (مطالعهٔ موردی: رودره زیارت گرگان)

نیوشا حبیبی‌اردبیلی[1], محمدرضا مثنوی[2]*، بهرام ملک‌محمدی [3]

۱. کارشناسی‌ارشد مهندسی طراحی محیط‌زیست, دانشکده محیط‌زیست, دانشگاه تهران niusha.habibi@ut.ac.ir
۲. استاد گروه مهندسی طراحی محیط‌زیست, دانشکده محیط‌زیست, دانشگاه تهران
۳ دانشیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، دانشگاه تهران malekb@ut.ac.ir

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰٤/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۵

چکیده

شهری شدن عواقب اکولوژیکی عظیمی برای زیستگاه‌های شهری منجمله رودخانه‌های شهری دارد. افزایش تراکم ساخت‌وسازهای غیرمجاز در حریم دشت‌های سیلابی رودخانه‌ها و تخریب ساختارهای اکولوژیک و هیدرولوژیکی رودخانه‌ها به شدت آسیب‌پذیری آنها و محیط‌زیست اکولوژیکی شهر را تحت تأثیر قرار داده است. هدف از این پژوهش شناخت و تحلیل و طراحی رودخانه‌های درون شهری به‌منظور بهبود ساختار و الگوهای اصلی اکولوژیکی و هیدرولوژیکی رودخانه و شهر در ارتباط با یکدیگر و با تأکید بر کنترل سیلاب است. به همین منظور نظریات و ویژگی‌های عمده مطالعه و بررسی شد و این پژوهش در سه مقیاس کلان، میانی و خرد انجام گرفت. نخست زیرساخت اکولوژی منظر در مقیاس کلان و میانی شناسایی شد. سپس اقدامات استراتژیک برای ساماندهی و طراحی اکولوژیک منظر رودخانه درون شهری در حیطه‌های مدیریت رودخانه، کنترل سیلاب و نیازهای گروه مصرف‌کننده در چهار پهنهٔ اکولوژیک و مهم حوضهٔ آبخیز رودخانه زیارت، ناهارخوران، شهرگرگان و زمین‌های کشاورزی تدوین گردید. در نهایت با توجه به اهداف و استراتژی‌ها در منطقهٔ شهری به ارائهٔ راه حل‌های اکولوژیک پرداخته و حسب مورد، اقدامات طراحی در مقیاس خرد ارائه شد.

کلیدواژه

استراتژی‌های ساماندهی، رودخانه‌های درون شهری، شهر گرگان، طراحی اکولوژیک منظر، کنترل سیلاب.

۱. سرآغاز

در سال‌های اخیر همواره شهرنشینی با رشد روزافزونی روبه‌رو بوده به‌طوری که بین سال‌های 1975تا2000 جمعیت شهری از ۱/۵ میلیارد به بیش از ۲ میلیارد نفر افزایش یافته است. در پایان سال ۲۰۰۷ برای نخستین بار در تاریخ بشر تعداد جمعیت ساکن در شهرها از روستانشینان بیشتر شد. تخمین زده می‌شود که تا سال ۲۰۲۰، ۶۰ درصد از جمعیت جهان را شهرنشینان تشکیل خواهند داد (UNEP, 2007) که این امر مناطق شهری را به شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد.

شهری شدن تغییرات اساسی بر زمین، هوا، منابع انرژی و جمعیت شهری گذارده است که این تغییرات عواقب اکولوژیکی عظیمی برای زیستگاه‌های شهری من‌جمله رودخانه‌های شهری دارد (Palmer,2005). رودخانه‌ها به‌عنوان مجاری طبیعی، برای جمع‌آوری و انتقال بارش‌های جوی که در سطح کرهٔ خاکی جریان می‌یابند، همواره از گذشته‌های دور مورد توجه جوامع انسانی بوده‌اند و تمدن‌های کوچک و بزرگ در کنار این پدیده‌های حیات بخش طبیعی ظهور و امتداد یافته‌اند، به‌علاوه رودخانه‌ها شبکهٔ حیاتی و پشتیبان محیط‌زیست شهرها هستند و رودخانه‌های شهری می‌توانند پناهگاه‌های با ارزش اکولوژیکی ویژه‌ای باشند و این در حالیست که در مناظر و

* نویسنده مسئول: Email: masnavim@ut.ac.ir

این مقاله براساس بخشی از یافته‌های پایان نامهٔ دورهٔ کارشناسی‌ارشد مهندسی طراحی محیط خانم نیوشا حبیبی اردبیلی, تحت نظر استاد راهنما آقای دکتر محمدرضا مثنوی و استاد مشاور آقای دکتر بهرام ملک محمدی، در دانشکدهٔ محیط‌زیست دانشگاه تهران انجام شده است

نواحی شهری به‌طور روز افزونی از ارزش‌های اکولوژیکی آن‌ها کاسته می‌شود (Palmer, 2005). زیرا بهره‌برداری مهار نشده از این مواهب طبیعی بیش از ظرفیت محیط، باعث ضایعاتی شده است که به مرور، زندگی را در مناطق شهری دچار اختلال کرده است (Palmer, 2005)

بسیاری از عوامل تخریب منابع طبیعی و پوشش گیاهی این عرصه‌ها در اثر توسعهٔ بی‌رویه و دخل و تصرف غیرمجاز ناشی از توسعه شهری بوده است. به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی، رواناب ناشی از بارش بعضاً تا بیش از ۳۰ برابر افزایش یافته و در بخشی از مناطق که دارای شیب تند و از نظر زمین‌شناسی دارای خاک فرسایش‌پذیر بوده است، گل و لای زیادی جابه‌جا شده و خسارات و تلفات بسیاری به بار آورده است(Shoichiro et al., 2004).

در این راستا به مفاهیمی همچون اکولوژی شهری و اکولوژی منظر رودخانه به‌طور جدی توجه شده و برای رسیدن به کارکرد پایدار رودخانه‌ای درون شهری این مفهوم به کار می‌رود. اکولوژی شهری به منزلهٔ رشتهٔ علمی به سرعت در حال توسعه، مرتبط با طراحی و مدیریت شهرهای پایدار است.که نگرش دینامیک به منظر شهری دارد و به فرآیندهای اکولوژیک اثرگذار و اثرپذیر در شهر علاوه بر پدیده‌های زیستی و غیرزیستی توجه می‌کند(Pickett et al., 2007). در اثر اندیشه‌ها و رویکردهای پیشگامان اکولوژی شهری آلدولئوپولد و مک هارگ و پیروان آنها، امروزه حرکتی جهانی به سوی شهر سبز به‌صورت‌های گوناگون مانند: اکو شهر، شهر پایدار و شهرهای اکولوژیک به وجود آمده است که به‌عنوان اکولوژی شهری شناخته می‌شود و در همه جای دنیا به دنبال پاسخ عمیق‌تر به مسائل شهری از طریق فناوری‌های برتر و پاک هستند (Jacobs, 2009) افزون بر این طراحی اکولوژیک بین شهرها، کشاورزی و محیط‌زیست طبیعی ارتباط برقرار می‌کند (Norbert, 2008) در واقع اکولوژی شهری به‌عنوان دیدگاهی بین رشته‌ای، شهر را اکوسیستمی زنده و انسان محور می‌داند که انسان و طبیعت با همدیگر و نه به‌صورت جدا از هم در آن مطرح هستند.

در ساختار اکولوژی منظر، کریدورها از اجزای تشکیل دهندهٔ ساختار منظر، و رودخانه‌ها یکی از مهمترین کریدورهای طبیعی در ساختار منظر در نظر گرفته می‌شوند. به دلیل اینکه منظر به ترکیبی از عناصر طبیعی و پدیده‌های فرهنگی اشاره دارد، پس درواقع در اینجا این دو ساختار باهم ترکیب شده‌اند و منظر رودخانه را به وجود آورده‌اند. بنابراین منظر رودخانه تنها شامل مجرا یا کانال رودخانه نیست بلکه خود رودخانه و بستر و زمین‌های اطراف آن نیز شامل منظر رودخانه می‌شوند (Hamerton,1885) کریدور رودخانه‌ها طبق تقسیم‌بندی فورمن و گودرون از سه بخش کانال و بستر[1] حریم سیلابی رود[2] و دامنه رود[3] تشکیل شده‌اند. (Forman & Godron, 1986).

۱.۱. پیشینهٔ تحقیق

پیشینهٔ تحقیق در این حوضه‌ها به گسترش سریع شهرنشینی از ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به ویژه در کشورهای توسعه یافته می‌رسد، اقدامات مداخله‌ای در رودخانه‌های شهری نخست برای جلوگیری از سیل بوده است. رویکردهای سنتی بر گسترش و تسطیح کردن رودخانه و ساخت دیواره‌های بلند تو‌پر و نفوذناپذیر برای رودخانه تأکید داشته و کانال‌های تخت بتنی برای دستیابی به کنترل سیل استفاده می‌شده‌اند (Kondolf et al., 1991). از سال‌های پس از جنگ جهانی دوم در اروپا اکولوژی منظر به‌صورت علم مشخص کانون توجه قرار گرفت و بنابراین اکولوژی منظر از جوان‌ترین شاخه‌های علم اکولوژی است (Cook & Vanlier, 1994). رهیافت‌های اصلی در طراحی اکولوژیکی توسط باچاک و بروان بازنگری و مقایسه شد که این رهیافت‌ها با رویکردهای طبیعت گرا، علوم اکوسیستم، و اکولوژی منظر در توسعه و بسط چارچوب اکولوژیکی برای مدیریت، برنامه ریزی، و طراحی مسیرهای سبز رودخانه‌های شهری مورد کاربرد واقع

شده‌اند که این رویه‌ای سیستماتیک برای تسهیل و امکان‌پذیری حفاظت و افزایش و تقویت بعد اکولوژیک و ارتباط حال و پتانسیل بالقوه نواحی طبیعی در مسیرهای سبز رودخانه‌های شهری است (Bashack & Brown, 1995)، سپس در سال ۱۹۹۹ فارینا و هاکر بیان کردند که منظر از لحاظ بصری نیز پویا، زیبا و مورد تأیید خواهد بود، در صورت تخریب محیط، یکی از روش‌های بازگرداندن کیفیت‌های زیبایی شناسانهٔ از دست رفته، اقدامات اکولوژیکی و یا راهکارهای مرمت در طراحی برای باززنده سازی اکوسیستم‌ها است و (Farina & Hucker, 1999) و باززنده‌سازی رودخانه به اقدامی معمول در مدیریت منابع طبیعی تبدیل شده است و مردم کیفیت بالای منظر را در طبیعی بودن آن و طراحی آن به‌صورت طبیعی اکولوژیکی می‌دانند.

در سال‌های اخیر اکولوژیست‌ها بر این باورند، خدمات اکوسیستمی که از طریق زیرساختار سبز ارائه شده است، می‌توانند محیط سالم و مزایای سلامت جسمی و روانی برای مردم ساکن در آن را فراهم کنند. محیط‌زیست سالم می‌تواند منافع اجتماعی و اقتصادی را بهبود دهد و نقش مهمی در شهرهای مختلف دنیا داشته است (Tzoulas et al., 2012)در رودخانهٔ مادر در شهر کوان در کشور چین، نمونه‌ای از منظر که به آن بی‌توجهی شده بود، براساس دیدگاه‌های اکولوژیک منظر، باززنده سازی و طراحی شده و استفادهٔ مردمی در تمامی مراحل فرآیند در نظر گرفته شده است، برای باززنده‌سازی و ارتقای کیفیت رودخانه، راهکارهای اکولوژیک ارائه شده که از جملهٔ آنها می‌توان به سیستم مدیریت فاضلاب‌های شهری برای جداکردن آب‌های شهری از آب‌های سطحی، استراتژی رودخانه سبز و انعطاف‌پذیر، حفاظت و مداخله حداقل در اکوسیستم طبیعی رودخانه، استفاده از پوشش گیاهان بومی و کاهش هزینه‌های نگهداری و در نهایت ایجاد مسیرهای سبز همراه با مسیرهای پیاده رو و دوچرخه سواری اشاره کرد.

از دیگر نمونه‌های طراحی اکولوژیک منظر رودخانه‌ها می‌توان به کریدور رودخانه وابـاش[1] در لافایت ایندیانا[2] اشاره کرد. این پروژه به‌دنبال پیدا کردن نقطهٔ تعادلی بین فرهنگ و طبیعت در امتداد رودخانه وابـاش درلافیات ایندیانا است، که در حال حاضر به دلیل وقوع سیل‌های موسمی، فضاهای خالی و قطع ارتباط، ناشناخته مانده است، راهکارهای ارائه شده عبارتند از: مدیریت آبهای سطحی به‌منظور دستاوردهای اکولوژیکی و انعطاف پذیری اجتماعی، بازسازی تالاب، کشاورزی شهری و احیای جنگل، تبدیل سایت به زیرساخت پایدار با هویتی فرهنگی که تجربهٔ اسکلهٔ فعال را ارائه می‌دهد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقهٔ مورد مطالعه

در این تحقیق، منطقهٔ شهری گرگان بستر مورد مطالعه است. شهر گرگان، در بخش غربی استان گلستان، در ارتفاع متوسط ۱۵۵ متری از سطح دریا قرار دارد. این شهر در محدودهٔ طول و عرض جغرافیایی (°۳۶,۸۳ شمالی °۵۴,۴۸ شرقی) در دامنهٔ شمالی رشته کوه البرز قرار گرفته است. وسعت منطقه ۲۰ هزار کیلومتر مربع و جمعیت آن ۳۴۳۹۷۷ نفر است. این شهر از لحاظ ساختاری از سه ناحیهٔ جلگه‌ای (دشت)،کوهپایه‌ای و کوهستانی تشکیل شده است، که شهر در قسمت کوهپایه‌ای بنا شده است، از جمله بارزترین عناصر ساختاری منظر در شهر گرگان، وجود عوارض طبیعی حاصل از رشته کوه البرز در منتهی الیه جنوبی و جنوب‌شرقی و غربی منطقه است، عناصر ساختاری دیگر همچون جنگل‌های انبوه که بر روی ارتفاعات جنوبی شهر واقع شده است، منطقهٔ حفاظت شدهٔ جهان‌نما و منطقهٔ شکار ممنون چلچلی، پارک جنگلی النگدره و مسیل‌های رودخانه زیارت، النگدره که کل شهر رو تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در شمال شهر گرگان دشت وسیعی وجود دارد، که زمین‌های کشاورزی در آن منطقه واقع شده‌اند (ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان معاونت آبخیزداری، ۱۳۹۳).

شکل ۱. بستر و محدودهٔ منطقهٔ مطالعاتی

(مأخذ: google map 2013)

عناصر طبیعی چون جنگل‌ها و رودره‌ها و مسیل‌ها، شبکهٔ دسترسی‌ها به منزلهٔ کریدورهای جریان هوا و گسل‌ها و خطوط فشار قوی به منزلهٔ پتانسیل‌هایی برای ایجاد کریدورهای سبز در منطقهٔ در رشد و توسعهٔ پایدار شهر و احیای محیط‌زیست شهری، همچنین ایجاد شبکهٔ زیرساخت‌های اکولوژیک، اهمیت غیرقابل جایگزینی در این منطقه دارند (سازمان محیط‌زیست استان گلستان، ۱۳۷۲)

گرگان امروزه به منزلهٔ یک مرکز استان و شهر در حال توسعه با مشکلات فراوانی مواجه است که از ساختار کالبدی، فضایی و عملکردی متناسب با نیاز آن برخوردار نیست و با شاخص‌های پایداری و استانداردهای محیط‌زیستی فاصلهٔ زیادی دارد. وضعیت نامطلوب فضاهای سبز و باز مناسب و کافی در سطح شهر (به‌صورت مسیر، زیرساخت سبز و فضای باز سبز با کارکرد تعامل اجتماعی و کنترل آب‌های سطحی) و همچنین استفاده‌نکردن از زیرساخت اکولوژیک موجود در شهر مانند رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی از یک سو و توسعه‌های بی‌رویه، تخریب و تجاوز به حریم آنها از سوی دیگر از جمله معضلات در تأمین کیفیت زندگی شهری و محیط‌زیستی آن است.

در چنین شرایطی نظریات جدید توسعهٔ شهری در چارچوب توسعهٔ پایدار به منزلهٔ راه حل‌های نوین با اجماع نظر جامعهٔ بین‌المللی روبه‌رو شده و به منزلهٔ تنها راه حلی که سبب مشارکت جهانی در تلاش برای کاهش آثار منفی گسترش جمعیت و شهرنشینی می‌شود از سوی همهٔ کلان شهرهای دنیا حمایت شده است(مثنوی، ۱۳۸۲).

۲.۲. روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش نخست با روش مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای اقدام به جمع آوری، مطالعه، تحلیل و بررسی اطلاعات، به‌منظور تدوین اصول و چارچوب نظری تحقیق شد. منبع جمع‌آوری مقالات و اطلاعات عموماً پایگاه داده‌های علمی ELSEVIER و SPRINGER است. پس از مرور ادبیات نظری، شناخت و تحلیل و ارزیابی منطقه انجام شد، روشی که در این مقاله استفاده شد، از

ترکیب چند روش حاصل شده است که بر مبنای چارچوب طراحی اکولوژیک منظر شکل گرفته است، نرم افراز GIS برای تدوین نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی بر اساس داده‌های مکانی و سپس روی هم‌گذاری لایه‌ها و تحلیل داده‌ها استفاده شد. این پژوهش در سه مقیاس انجام شد، ابتدا مقیاس کلان (بررسی رودخانه از حوضهٔ آبخیز زیارت تا رودخانه قره سو که به آن می‌ریزد)، سپس در مقیاس میانی (درون شهر) و در نهایت مقیاس خرد (منطقه‌ای درون شهر که در حال توسعه است). به همین منظور نخست نظریات نظریه‌پردازان در دو مقیاس کلان (اکولوژی منظر) و مقیاس شهری بررسی شد. برای ساماندهی اکولوژیک رودخانه‌ای درون شهری نخستین مسئلهٔ دارای اهمیت، بررسی رودخانه در مقیاس کلان است، زیرا رودخانهٔ شهری فقط قسمت آشکار و قابل دید آن نیست بلکه منشاء شکل‌گیری رودخانه و ساختارهای اکولوژیک آن اهمیت و تأثیر ویژه‌ای بر رودخانه می‌گذارند. بنابراین در مقیاس کلان رویکرد و روش مک‌هارگ (تدوین لایه‌های اطلاعاتی و روی‌هم‌گذاری آنها برای ارزش‌گذاری) انتخاب شده است، به دلیل درنظر گرفتن ساختار کلی بستر سایت، فرآیندهای فیزیکی و زیستی تأثیرگذار بر روی رودخانه، ارائهٔ آنها به‌صورت نقشهٔ لایه‌های مختلف و درنهایت تفاسیر حاصل از روی‌هم‌گذاری لایه‌ها در روند شناخت، ساماندهی و کنترل سیلاب در رودخانه استفاده می‌شود.

اما در مقیاس شهری با توجه به تفاوتی که در بافت و ویژگی‌های رودخانه‌های شهری وجود دارد نیاز به نگرش متفاوتی است و با مطالعات بر روی رویکردها و نگرش‌های مختلف که به‌طور خاص در مناطق شهری تمرکز دارند رویکرد ییننگ انتخاب شده است، نخستین و مهمترین مسئله این است که این رویکرد با روش مک هارگ همپوشانی دارد و به‌عبارت دیگر در روش ییننگ همانند مک هارگ بستر سایت به‌عنوان موجود پویا، زنده و تأثیرگذار در روند ساماندهی رودخانه در نظر گرفته می‌شود و به‌صورت لایه‌های زیرساختی بررسی می‌شود. از سوی دیگر هدف این روش ایجاد محیطی است که توانایی برای تنظیم و سازگار کردن در برابر تغییرات داخلی و خارجی مانند سیل و حوادث طبیعی را داشته باشد. و در نهایت استراتژیک اقدامات در چارچوب ساماندهی اکولوژیک منظر رودخانه‌های درون شهری تدوین، و راهکارهای طراحی در مقیاس خرد (منطقه‌ای درون شهر) ارائه داده شده است. جدول شمارهٔ ۱ خلاصه نظریات و رویکردهای عمده در برنامه‌ریزی و طراحی اکولوژیک از نیمهٔ دوم قرن بیستم و مهمترین اهداف راهبردی تا اقدامات طراحی را تبیین می‌کند.

فرآیند انجام این پژوهش را می‌توان درهشت گام زیر مشخص کرد:

۱. بررسی حوضهٔ آبریز رودخانه زیارت مقیاس کلان براساس مدل مک هارگ
۲. تهیهٔ نقشهٔ توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی حوضهٔ رودخانهٔ زیارت و استخراج لایه‌های مورد نظر با نرم افزار GIS
۳. شناسایی عناصر ساختاری منظر در سطح شهر گرگان بر اساس مدل ییننگ (مقیاس میانی، کل شهر)
۴. تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی و استخراج لایه‌های مورد نظر (اکولوژیک، هیدرولوژی و توپوگرافی، ساخت‌وساز شهری، فعالیت‌های انسانی)
۵. نقشهٔ سنتز روی هم‌اندازی لایه‌ها در مقیاس کلان (پهنه‌بندی حوضهٔ سیلابی رودخانهٔ زیارت)
۶. روی هم‌اندازی لایه‌ها در مقیاس شهری
۷. تدوین استراتژی‌ها و اقدامات در چارچوب ساماندهی اکولوژیک منظر در شهر گرگان
۸. ایده‌ها و راه حل‌های طراحی (باز سازی اکولوژیک منظر رودخانه با استفاده از سیستم زهکشی شهری پایدار و مدیریت دشت‌های سیلابی در محیط شهری (مقیاس خرد، در قسمت در حال توسعهٔ شهر).

جدول۱. بررسی نظرات نظریه‌پردازان در زمینهٔ ساماندهی اکولوژیک

نظریه‌پردازان و متخصصین	عناصر اصلی	تمرکز	تأکید و توجه	مقیاس	اهداف کلی	کاربرد	استراتژی و اصول طراحی	اقدامات و راه حل‌ها
مگ هارگ ۱۹۶۷	لایه‌بندی نقشه	مناطق بزرگ	هزینه‌های اجتماعی و منافع اجتماعی	اکولوژی منظر	ارزیابی اکولوژیکی منظر برای یافتن راه حل با کمترین خسارت به منافع جامعه	مدیریت و برنامه‌ریزی	روی هم گذاری لایه‌ها	
فورمن و گودون ۱۹۸۶	لکه، کریدور، ماتریس	مناطق بزرگ و در بلند مدت	ادراک انسان از زیستگاه‌ها به‌صورت لکه یا ماتریس	اکولوژی منظر		مدیریت و برنامه‌ریزی اکولوژک		
تام ترنر ۱۹۹۵	فضاهای باز شهری باغ منظر: a good place	مناطق کوچکتر	۱.مفید بودن ۲.زیبایی	شهری	ارتقاع کیفیت محیط‌زیست شهری سودمندی اقتصادی زیبایی منظر شهری مکان خوب و زیبا و مفید)	برنامه‌ریزی منظر شهری	مسیر سبز	Blueway Parkway Paveway Glazway Skyway Ecoway Cycleway
ینگ ۲۰۰۹	لایه‌های زیرساختی اکولوژیکی، مهندسی، انسانی، آبی	مناطق کوچکتر	درک بستر سایت، قابلیت اتصال و تعامل	شهری	۱.یکپارچه سازی زیستی محیط طبیعی و انسانی، ۲.توانایی سازگاری در برابر تغییرات	طراحی	۱.ارزیابی اکولوژیکی بستر سایت. ۲.زیرساخت قرمز، آبی، خاکستری، سبز	۱.پل‌های اکولوژیک و کمربند سبز. ۲.مسیر پیوسته عابران پیاده در طول سایت ۳.توسعه آب به داخل سرزمین

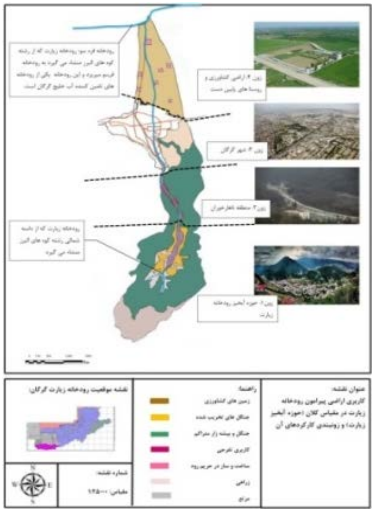
مأخذ: یافته‌های تحقیق ۱۳۹۳

۳. یافته‌های تحقیق

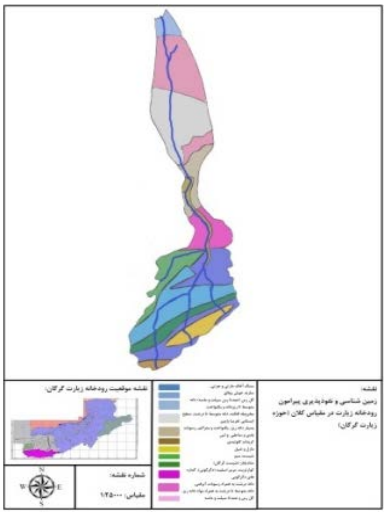
۱.۳. بررسی ساختار اکولوژیکی منظر با استفاده از مدل مک هارگ

بر طبق روش مک هارگ ابتدا اهداف، خواسته‌ها، کاربری زمین مورد نظر و حدود مطالعات معین گردیده است؛ بعد لیست‌برداری بوم شناسانه از فرآیندهای زیستی و فیزیکی انجام شده است. این فرآیندها مستند و به‌ترتیب اولویت نقشه‌برداری شده‌اند. با جمع‌آوری اطلاعات و تفسیر آنها،

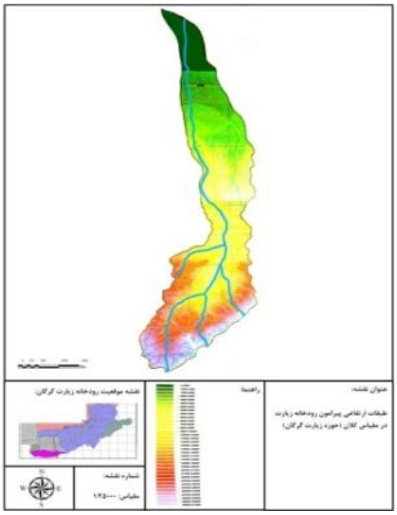
مدارک و دلایلی از تحولات فرآیندهای طبیعی به‌صورت نقشهٔ حاصل از برآیند لایه‌های مختلف ارائه شده است، که در آن هریک از فاکتورها و خواص فیزیکی و زیستی منظر همانند خاک و شیب و مناطق با خواص مشابه را مشخص کرده و به‌صورت نقشه‌هایی با کدهای رنگی ارائه داده شده است. در نهایت تمام نقشه‌ها روی هم قرار می‌گیرند. و تفاسیری که از نقشه‌های ترکیبی به دست می‌آید در تعیین استراتژی‌ها در مقیاس کلان استفاده می‌شود.



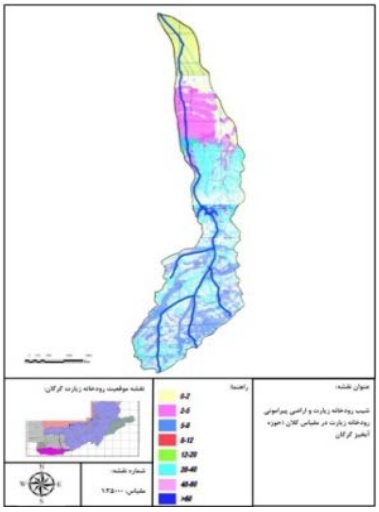
شکل۲.لایهٔ کاربری اراضی



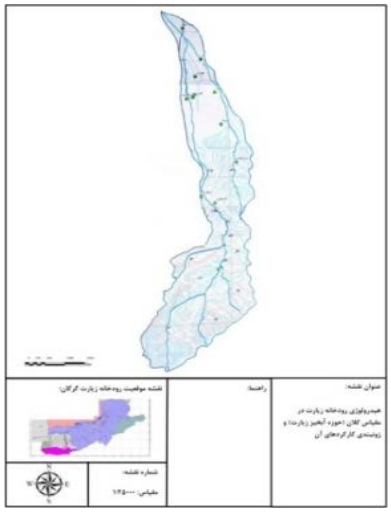
شکل۳.لایهٔ زمین‌شناسی و نفوذپذیری خاک



شکل ۴. لایهٔ طبقات ارتفاعی



شکل ۵. لایهٔ شیب



شکل ۶. لایهٔ هیدرولوژی

مأخذ: یافته‌های تحقیق ۱۳۹۳

۱.۱.۳. بررسی ساختار اکولوژیکی منظر در مقیاس کلان (از حوضهٔ آبریز رودخانه زیارت تا رودخانهٔ قره سو)

بعد از بررسی نظریات نظریه‌پردازان، نخست در مقیاس کلان (اکولوژی منظر) با استفاده از روش مک‌هارگ به بررسی لایه‌های مختلف و چگونگی ارتباط و تعامل زون‌ها(حوضهٔ آبریز، ناهارخوران، شهر و زمین‌های کشاورزی) با هم پرداخته شده است. بر این اساس نیاز به داشتن لایه‌هایی از منطقهٔ مورد مطالعه (شهر گرگان) از

جمله لایه‌های هیدرولوژی، طبقات ارتفاعاتی، شیب، توپوگرافی، نفوذپذیری و زمین‌شناسی و کاربری اراضی است. این لایه‌ها با تهیهٔ نقشهٔ توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی حوضهٔ رودخانه زیارت با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه و تولید حاصل شده‌اند.

۲.۳. معرفی عناصر ساختاری منظر شهری با استفاده از مدل بینگ

روش Ecomasterplanning روش طراحی توصیه شده است که هدف آن یکپارچه‌سازی زیستی محیط طبیعی و انسانی برای ایجاد پویایی واحد است که بر روی سیستم‌های عملکردی و تعاملی تمرکز دارد (Yeang 2009). این رویکرد سایت و بستر را فرمی پویا و زنده که در طی زمان دائم در حال تغییر است توصیف می‌کند، به‌عبارت دیگر مکانی فیزیکی که شامل فرآیندهای اکولوژیکی است و دارای توانایی برای تنظیم و سازگاری در برابر تغییرات داخلی و خارجی است، به همین منظور این رویکرد با مطالعهٔ بستر سایت شروع می‌شود. درک بستر سایت به کارشناسان اجازه می‌دهد که مناسب‌ترین برنامه‌ریزی اکولوژیکی و استراتژی طراحی را بر پایه منابع محیط‌زیستی تعیین کنند (Yeang 2009). هدف بینگ ایجاد محیطی است که توانایی برای تنظیم و سازگار کردن در برابر تغییرات داخلی و خارجی را داشته باشد. در بسیاری از موارد انعطاف‌پذیری سایت می‌تواند از طریق ترمیم و اتصال مجدد عناصر طبیعی که آسیب دیده‌اند بدست بیاید، زیرا فرآیندهای اکولوژیکی درجهٔ بالاتری از تحمل را نسبت به عناصر انسان ساخت ارائه می‌دهند.

دو مفهوم در Ecomasterplanning وجود دارد، لایه‌های زیرساخت‌ها و ارتباطات این لایه‌ها با یکدیگر که به چهار زیرلایهٔ مهم تقسیم می‌شود به این معنی که چگونه اجزاء در درون هر لایه با هم در تعامل هستند و چگونه هرلایه با دیگر لایه‌های خارجی در ارتباط است.

۱- زیرساخت سبز: شبکه‌ای از مناطق طبیعی و فضاهای باز و مهمترین لایه در این نظریه است که ارزش‌های اکولوژیکی را فراهم می‌کنند. زیرا ستون فقرات بسیاری از زیستگاه‌ها و جوامع اکولوژیکی است.

۲- زیرساخت آبی: شبکه‌ای از مدیریت هیدرولوژی(آبی) در رابطه با مدیریت آب‌های سطحی و حفاظت آب است.

۳- زیرساخت خاکستری: شبکهٔ مهندسی از جاده‌ها، فاضلاب‌ها، خطوط و توانایی‌های قدرتمند که عملکردهای مهم را برای مناطق شهری فراهم می‌کند.

۴- زیرساخت قرمز: زیرساخت انسانی از ساختن محیطی که عملکردهایی را برای سیستم اجتماعی، اقتصادی و سیاسی فراهم می‌کند.

۱.۲.۳. مقیاس میانی (شهر گرگان)

بعد از بررسی لایه‌های مختلف در مقیاس کلان به‌منظور شناخت ساختار کلی و شرایط وقوع سیل در رودخانه زیارت، در مرحله بعدی از مدل بینگ برای درک بهتر بستر سایت در مقیاس شهری استفاده شد. بر اساس مدل بینگ، نیاز به داشتن لایه‌هایی از نقشهٔ کاربری اراضی منطقهٔ مورد مطالعه (شهر گرگان) از جمله لایهٔ زیرساخت سبز(پوشش گیاهی)، لایهٔ زیرساخت آبی (مسیل‌ها و رودخانه‌ها)، لایهٔ زیرساخت خاکستری (ساختارهای مصنوع انسان ساخت)، لایهٔ زیرساخت قرمز(انسانی، فضاهای عمومی و...) است. این لایه‌ها با تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی شهر گرگان حاصل شدند. با روی‌هم‌اندازی لایهٔ امکانات (لکه‌ها و کریدورها) و لایهٔ محدودیت‌های ساخت‌وساز شهری و با استفاده از نتایج تحقیقات میدانی، استراتژی‌ها و اقدامات در چارچوب طراحی اکولوژیک منظر در پهنهٔ شهری تدوین شده است.

۲.۲.۳. شناسایی عناصر ساختاری منظر در سطح شهر گرگان با استفاده از مدل بینگ:

پس از معرفی عناصر منظر شهری به‌منظور درک بهتر بستر سایت شهر به شناسایی عناصر ساختاری منظر در سطح شهر گرگان پرداخته و نقشهٔ این عناصر به‌صورت لایه‌های جداگانه از نقشهٔ کاربری اراضی به شرح زیر استخراج شده است.

زیرساخت منظر شهرگرگان:

این زیرساخت شامل زیرساخت اکولوژیک، زیرساخت مصنوع و انسان ساخت، زیرساخت آبی و انسانی می‌شوند.

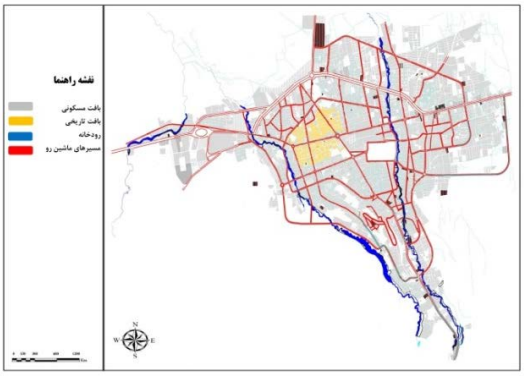
لایهٔ زیرساخت اکولوژیک (سبز): جنگل‌های طبیعی مانند لکهٔ سبز بزرگی در قسمت جنوبی شهر گرگان واقع شده است از دیگر فضاهای سبز می‌توان به پوشش گیاهی اطراف رودره‌های زیارت و النگدره اشاره کرد، همچنین زمین‌های کشاورزی که در اطراف شهر و پایین‌دست شهر واقع شده است، و همچنین فضای سبز و پوشش گیاهی که توسط انسان در داخل فضاهای شهری کاشت می‌شود (که شامل فضای سبز خصوصی و نیمه‌خصوصی و عمومی است)، و در آخر پوشش گیاهی‌ای که به‌صورت لایه‌ای در دورتادور شهر وجود دارد که این پوشش گیاهی به دلیل تخریب پوشش گیاهی جنگلی و یا طبیعی منطقه برای توسعه و گسترش شهر ایجاد شده است.

لایهٔ زیرساخت خاکستری (مصنوع و انسان ساخت): شامل شبکهٔ مهندسی از جاده‌ها (کمربندی گرگان، خیابان اصلی ناهارخوران که از شمال تا جنوب شهر کشیده شده است، خیابان‌های فرعی افقی و عمودی)، فاضلاب‌ها (کانال‌های روی زمین کوچک و بزرگ که در سطح شهر کشیده شده است)، خطوط و توانایی‌های قدرتمند که عملکردهای مهم را برای مناطق شهر گرگان فراهم می‌کند.

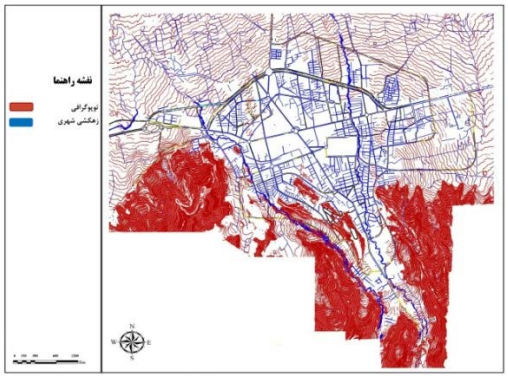
لایهٔ زیرساخت هیدرولوژی (آبی): شبکه‌ای از مدیریت هیدرولوژی در رابطه با مدیریت آب‌های سطحی شهر گرگان که شامل جوی‌ها و کانال کشی روی زمینی، سر باز و سر پوشیده در سطح شهر گرگان است و همچنین رود دره زیارت (که از کوه‌های جنوبی سرچشمه گرفته و از داخل شهر عبور می‌کند و تا زمین‌های کشاورزی شمالی امتداد پیدا می‌کند) و رود دره النگدره (که از کوهای جنوب‌غربی شهر سرچشمه گرفته و از سمت غربی شهر عبور کرده و تا زمین‌های کشاورزی شمالی امتداد می‌یابد) است.

لایهٔ زیر ساختارهای قرمز (انسانی): شامل شبکهٔ دسترسی‌ها (پیاده و سواره) و سازه‌ها و بناهای بنیادی سیستم اقتصادی شهر (مانند: مغازه‌ها و مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها و ...)، اداری و سیاسی (مانند: ادارات دولتی و شهرداری و ...)، اجتماعی است.

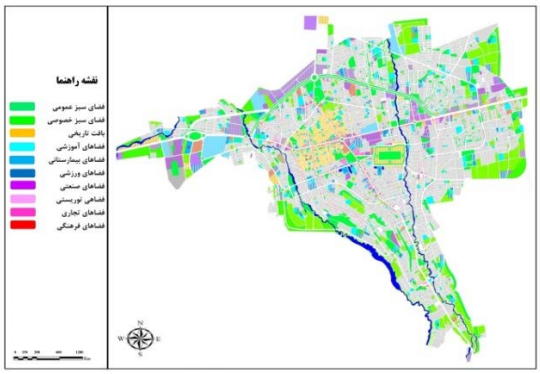
شکل ۷. لایهٔ زیرساخت اکولوژیکی



شکل ۸. لایهٔ زیرساخت مصنوع و انسان ساخت



شکل ۹. لایهٔ زیرساخت آبی



شکل ۱۰. لایهٔ زیرساخت انسانی

(مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۳)

۳.۳. بررسی عوامل ایجاد سیل در رودخانه زیارت گرگان

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته بر اساس مدل مک هارگ و مشاهدات میدانی از حوضهٔ آبریز رودخانه زیارت می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد ولی تعیین دقیق نقش و یا درصد هر کدام از این عوامل در بروز سیلاب نیاز به مطالعه و بررسی‌های بیشتر دارد.

نخستین و مهمترین مسئله که تأثیر بسیار زیادی بر روی حوضهٔ آبریز این رودخانه گذاشته است تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی با ارزش از نظر زیستگاه‌های گیاهی و جانوری و تبدیل این اراضی به اراضی کم بازده زراعی به دلایل مختلف از جمله افزایش جمعیت و فشار بر منابع طبیعی و یا عدم نظارت و کنترل اراضی ملی جنگلی و مرتعی و یا تبدیل شدن به ویلاهای ییلاقی به‌طوری‌که هم اکنون در داخل خود روستای زیارت هم بافت مسکونی سابق تغییر یافته و در کنار منازل مسکونی سابق احداث آپارتمان‌های لوکس ملاحظه شده است.

علیرغم وجود پوشش گیاهی جنگلی در برخی از مناطق این حوضه، به دلیل وجود سازند و یا خاک حساس به فرسایش پدیدهٔ ریزش جریان واریزه‌ای در برخی از آبراهه‌های این حوضه بخصوص آبراهه اولی سمت راست جاده از میدان ناهارخوران به سمت روستای زیارت مشاهده شده است. همچنین تبدیل برخی از مکان‌های استقرار دام سابق و تبدیل آنها به اماکنی نظیر چایخانه‌های سنتی جدید توأم با تجاوز به حریم رودخانه زیارت بدون آگاهی و اطلاع از پیامدهای بعدی آن و تغییر در تعادل جریان معمولی رودخانه و زمین جنگلی مجاور آنها ایجاد کرده است. در این حوضه به لحاظ داشتن شیب‌های نسبتاً تند و اکثر دامنه‌های آبراهه‌های موجود شرایط طبیعی سیل‌خیزی را دارا بوده است. از عوامل دیگر می‌توان به کم‌عرض بودن عرض رودخانه در برخی از مناطق رودخانهٔ اصلی در طول مسیر رودخانهٔ زیارت تا میدان نهارخوران اشاره کرد که در هنگام ریزش بارندگی‌های شدید بخصوص در اواسط فصل تابستان باعث خروج جریان و حجم سیلاب از محل بستر رودخانه و وارد کردن خسارات به جاده‌ها و ابنیه‌های فنی و ... مجاور رودخانه شده است. از بین بردن پوشش گیاهی در طی سالیان متوالی در گذشته برای استفاده از سوخت و هیزم و نظایر آن. موضوع تغییر اقلیم نیز ممکن است در این مسئله نقش داشته باشد که نیاز به بررسی و مطالعهٔ بیشتر دارد. در مسیل زیارت در بعضی نقاط، مقاطع و پل‌های موجود (گلشهر ۲، قلعه حسن و شهرک قدس) برای هدایت دبی ۱۰۰ ساله طرح مناسب نیست.

۱.۳.۳. پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زیارت گرگان

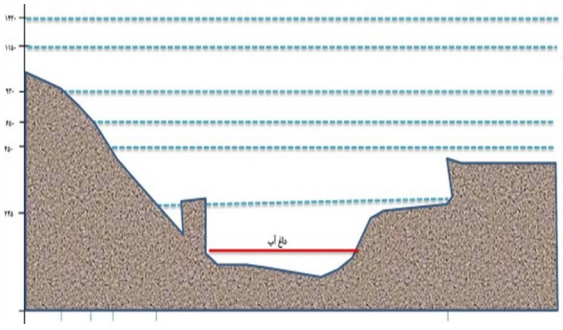
براساس مطالعات مبانی نظری برای طراحی رودخانه براساس رویکرد کنترل سیلاب نیاز به پهنه‌بندی رودخانه بر

اساس میزان دبی آب در بازه‌های زمانی مختلف است، با توجه به این مسئله به دلیل اینکه پهنه‌بندی سیلاب جدیدی در این منطقه صورت نگرفته و مطالعات صورت گرفته مربوط به سال ۱۳۸۴ است و در طول این سال‌ها رودخانه دستخوش تغییرات زیادی شده است، در نتیجه نمی‌توان از اطلاعات گذشته برای پیشبرد این مقاله استفاده کرد، به‌همین منظور اطلاعات نخستین در تعیین پهنه‌بندی سیلاب از سازمان‌های مربوطه دریافت شده و پهنه سیلاب در منطقه ایستگاه هیدرومتریک ناهارخوران محاسبه شده است. اطلاعات مورد نیاز برای پهنه‌بندی سیلاب شامل، جدول خلاصهٔ اندازه‌گیری‌های ایستگاه هیدرومتریک ناهارخوران برای مدت یک‌سال از تاریخ ۹۱/۰۷/۱ تا تاریخ ۹۲/۰۷/۱ که شامل دبی آب (m^3/s)، اشل (cm)، سطح مقطع جریان (m^2) و سرعت (m/s) است. نخست میزان دبی را براساس دوره‌های مختلف زمانی (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰) ساله حساب می‌کنیم، که برای محاسبه، میزان دبی حداکثر لحظه‌ای در ۲۰ سال آبی اخیر از سال (۷۱-۷۰) تا سال (۹۱-۹۰) در نظر گرفته شده است و برای به‌دست آوردن آن از نرم‌افزار Distrib 2.13-Distribation analysis استفاده شده است، بعد از محاسبه، دبی‌هایی انتخاب شدند که توزیع احتمالاتی آنها بهترین برازش را روی نقاط داشته است، که در جدول‌های زیر قابل مشاهده است.

جدول۲. دبی با دوره بازگشت های مختلف در محل ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران

دوره بازگشت سیلاب (سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
دبی (m^3/s)	۲/۷۸	۵/۲۲	۷/۲۵	۱۰/۳۱	۱۲/۹۴	۱۵/۸۷

(مأخذ: نگارندگان بر اساس داده‌های آب منطقه‌ای گرگان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰)



شکل ۱۷. مقطع عرضی رودخانه زیارت

(مأخذ: نگارندگان۱۳۹۳)

۴. نتایج و بحث روی یافته‌ها

۱.۴. نتیجهٔ بررسی رودخانه زیارت در مقیاس کلان براساس مدل مک‌هارگ

۱.۱.۴. پهنه‌بندی رودخانهٔ زیارت

با روی‌هم‌گذاری لایه‌ها، شناخت نسبت به رودخانهٔ زیارت در مقیاس کلان حاصل شد. رودخانهٔ زیارت از مناطق کوهستانی سرچشمه گرفته و از سمت جنوب وارد شهر گرگان شده و پس از عبور از داخل شهر در انتهای مسیر به رودخانه قره‌سو می‌پیوندد. رودخانهٔ زیارت در گروه رودخانه‌های پرشیب قرار دارد. شیب متوسط آن در حدود ۳ درصد است. رودخانهٔ زیارت را از نظر ارائهٔ طرح‌های

ساماندهی و شرایط حفاظتی آن می‌توان به چهار بازه تقسیم‌بندی کرد:

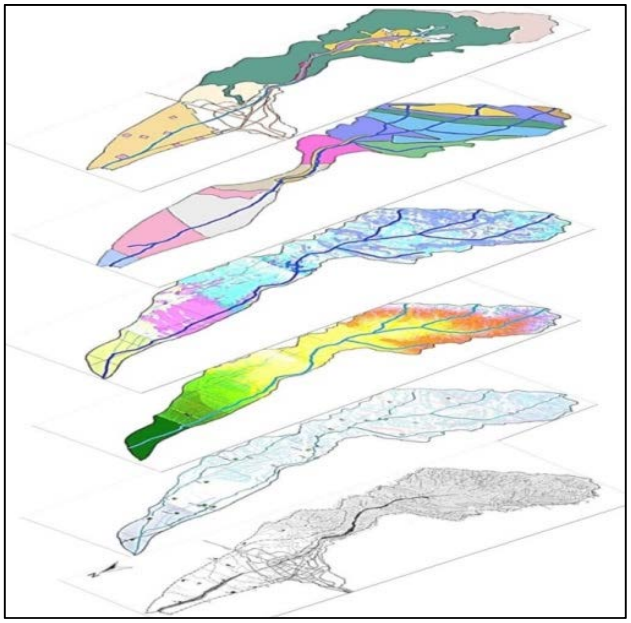
پهنه حوضهٔ آبخیز: بازهٔ نخست از شروع آن تا محل رسیدن به محدودهٔ روستای زیارت که از نظر شیب نسبتاً تند بوده و دارای بستر کم‌عرض و جنس مصالح درشت دانه است این بازه به‌دلیل واقع شدن در منطقهٔ کوهستانی و همچنین در بستر درشت دانه سنگی عمدتاً نقش انتقال رسوبات حوضهٔ بالادست را دارد. در این بازه به‌دلیل مشرف بودن شیب‌های تند مناطق کوهستانی که بدلیل پوشش گیاهی کم دارای پتانسیل فرسایش زیاد است، بارندگی باعث ایجاد جریان واریزه‌ای از شیب‌های اطراف به داخل رودخانه شده و رسوبات بالایی را وارد رودخانه می‌کند. که رودخانه نیز به لحاظ داشتن شیب تند و پتانسیل بالای انتقال رسوب، رسوبات را به پایین دست انتقال می‌دهد. طول رودخانه در این بازه حدود ۱۴ کیلومتر است در این بازه برای کنترل رسوب حوضهٔ بالادست، جلوگیری از فرسایش بستر و کناره‌ها و کنترل رسوبات واریزه ای، احداث حوضچه‌های رسوب‌گیر سنگی و متناسب با شرایط محلی پیشنهاد شده است.

پهنهٔ شهری: بازهٔ دوم از پایین دست روستای زیارت تا پل سید مسعود (ابتدای محدودهٔ شهری)، رودخانه در این بازه نیز شیب تند خود را حفظ کرده و لذا دارای سرعت جریان شدید و فرساینده است. در این محدوده رودخانه از یکطرف به کوه‌ها و از طرف دیگر به جاده‌ای آسفالته محدود شده است. حدود ۶ کیلومتر جادهٔ آسفالته در کنار آن و در امتداد مسیر آن وجود دارد که عمدتاً به‌دلیل فرسایش کناری رودخانه در معرض خطر تخریب قرار دارد. برای حفاظت جادهٔ آسفالته احداث دیوار حایل سنگی در ساحل رودخانه از طرف جاده پیشنهاد و طراحی شده است. بازهٔ سوم از پل سید مسعود تا پل سرخنکلاته، که کلا در محدوده شهری گرگان قرار دارد از نظر مورفولوژی بسیار حائز اهمیت است. در این بازهٔ ساخت‌وساز غیرمجاز در حریم رودخانه بسیار به چشم می‌خورد و در بعضی از نقاط عرض رودخانه از دو طرف آن‌قدر محدود شده که تبدیل به کانالی کوچک شده است و ظرفیت انتقال حتی سیلاب‌های کوچک را نیز ندارد. بستر و حاشیهٔ رودخانه در این بازه فوق‌العاده فرسایش‌پذیر است. با توجه به اینکه بیشتر حاشیه رودخانه در این بازه از خاک‌های سیلت و رس تشکیل شده و سرعت جریان زیاد است. لذا سواحل نسبتاً بلند (تقریباً عمودی) با تراس‌های عریض، تراکم گیاهی نسبتاً کم و عمقی در حدود ۶ تا ۱۰ متر و کف‌کنی بستر و پای شیب‌ها از مشخصات بارز این بازه است.

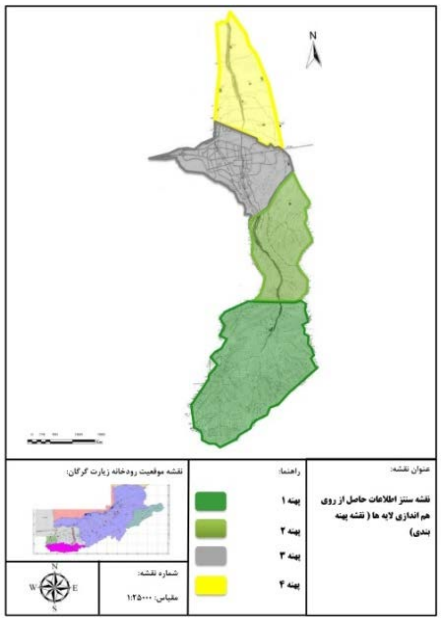
پهنهٔ کشاورزی: بازهٔ چهارم از پل سرخنکلاته تا محل ریزش به رودخانهٔ قره‌سو، رودخانه در این بازه شیب بسیار ملایمی دارد و سرعت جریان نسبت به بازه‌های قبلی کندتر است و رودخانه در بستر کشاورزی قرار گرفته است.

پس از روی هم‌اندازی لایه‌ها، (لایه‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری اراضی، توپوگرافی، شیب و طبقات ارتفاعات) نقشهٔ سنتز اطلاعات (شکل شماره ۱۳ و ۱۴) حاصل شد.

در این نقشه چهار پهنهٔ (پهنهٔ حوضهٔ آبخیز(۱)، ناهارخوران(۲)، شهری(۳) و کشاورزی(۴)) مهم براساس روی‌هم‌اندازی لایه‌ها در مقیاس کلان و بازدیدهای میدانی و بررسی وضعیت عوامل تأثیرگذار بر بروز سیلاب در جدول استراتژی‌ها و اقدامات در چارچوب ساماندهی اکولوژیک منظر رودخانه درون شهری در حیطه‌های مدیریت رودخانه، کنترل سیلاب و نیاز گروه استفاده کننده در این چهار پهنه معرفی و مشخص شدند (جدول شماره ۳)



شکل۱۴. روی اندازی لایه‌ها در مقیاس کلان براساس مدل مک هارگ



شکل۱۵. نقشه پهنه‌بندی حاصل از سنتز روی هم‌اندازی لایه‌ها در مقیاس کلان

(ماخذ: یافته‌های تحقیق۱۳۹۳)

جدول۳. استراتژی و اقدامات ساماندهی اکولوژیک منظر رودخانه در مقیاس کلان (مأخذ: مؤلفین ۱۳۹۳)

نام و شمارهٔ پهنه‌ها	استراتژی کنترل سیلاب	بیومهندسی و مرمت و بهسازی رودخانه	نیاز گروه استفاده‌کننده
پهنه ۱: پهنه کوهستانی (حوضهٔ آبخیز رودخانه زیارت)	-حفاظت از پوشش گیاهی موجود -جلوگیری از تخریب مراتع به‌وسیلهٔ دام کنترل فرسایش خاک در بالا دست (باغداری و نهال کاری در اراضی شیبدار) افزایش میزان نفوذپذیری آب‌های سطحی (استفاده از بام سبز در ویلاها و یا اختصاص ۳۰٪ از ملک به فضای سبز) -تعیین حریم رودخانه و عدم ساخت‌وساز در حریم رودخانه -بهینه سازی کاربری اراضی تعیین حریم جنگل و مراتع برای جلوگیری از ساخت‌وساز	- اقداماتی برای جلوگیری از آلودگی رودخانه و آب‌های زیرزمینی توسط فاضلاب ساختمان ها و رستوران ها	-حفاظت از بافت سنتی روستا (منظر فرهنگی) برای جذب توریست - ایجاد فضای برای کمپینگ - ایجاد فضای باز تفریحی در امتداد رودخانه

ادامه جدول۳. استراتژی و اقدامات ساماندهی اکولوژیک منظر رودخانه در مقیاس کلان (مأخذ: مؤلفین ۱۳۹۳)

نام و شمارهٔ پهنه‌ها	استراتژی کنترل سیلاب	بیومهندسی و مرمت و بهسازی رودخانه	نیاز گروه استفاده‌کننده
پهنه ۲: منطقه جنگلی و تفریحی ناهارخوران	حفاظت و احیا پوشش جنگلی. - حفاظت از رودخانه - تعیین حریم رودخانه - تعیین حریم مشخص در اطراف بلوار اصلی برای جلوگیری از ساخت‌وساز در اطراف آن و تخریب بافت گیاهی - حفظ جنگل‌ها در دشت‌های سیلابی و طراحی ساختارهایی که جریان‌های طبیعی را در رودخانه حفظ می‌کند - برقراری مجدد مرداب‌ها و تالاب‌ها در امتداد رودخانه توانایی زمین برای جذب آب اضافی در حوادث سیل افزایش می‌دهد.	-جلوگیری از آلودگی رودخانه توسط سازه‌های تجاری و دولتی -دیواره‌های رودخانه که فرسایش یافته توسط روش‌های مرمت و بهسازی ترمیم کنیم.	-فضای باز تفریحی - اموزشی - دسترسی راحت به امکانات تفریحی - در جاهایی که رودخانه قابل دسترس است امکان تعامل مردم با رودخانه فراهم شود - در جاهایی که امکان دسترسی نیست رودخانه منظر خوبی داشته باشد.
پهنه ۳: منطقه شهری	رعایت حریم رودخانه‌ها و مدیریت دشت سیلابی -آموزش -افزایش نفوذپذیری آب در سطح شهر - بهینه سازی کاربری اراضی شهر - استفاده از آب سیلاب برای آبیاری فضای سبز شهری - افزایش میزان نفوذپذیری آب‌های سطحی (استفاده از بام سبز در ویلاها و یا اختصاص ۳۰٪ از ملک به فضای سبز)	-تثبیت دیواره‌های فرسایش یافته رودخانه - بهبود کیفیت آب (آلودگی ناشی از سیلاب وآلودگی‌های دیگر) -حفظ گیاهان بومی منطقه و استفاده از آن در داخل شهر	-دسترسی راحت مردم به رودخانه (ارتباط مردم با طبیعت) - توسعه فضاهای سبز شهری برای کاهش فشار بر روی مناطق طبیعی.
پهنه ۴: منطقه کشاورزی	کاشت محصولات زراعی سیل مقاوم در دشت‌های سیلابی می‌تواند زیان‌های کشاورزان در طول جاری شدن سیل حوادث را کاهش دهد.	-بهسازی در اینجا کاملاً باید اکولوژیک باشد برای استفادهٔ بهینه از آب برای کشاورزی - جلوگیری از آلودگی آب توسط سموم کشاورزی	- گروه استفاده کننده در اینجا صاحبان زمین و کشاورزان

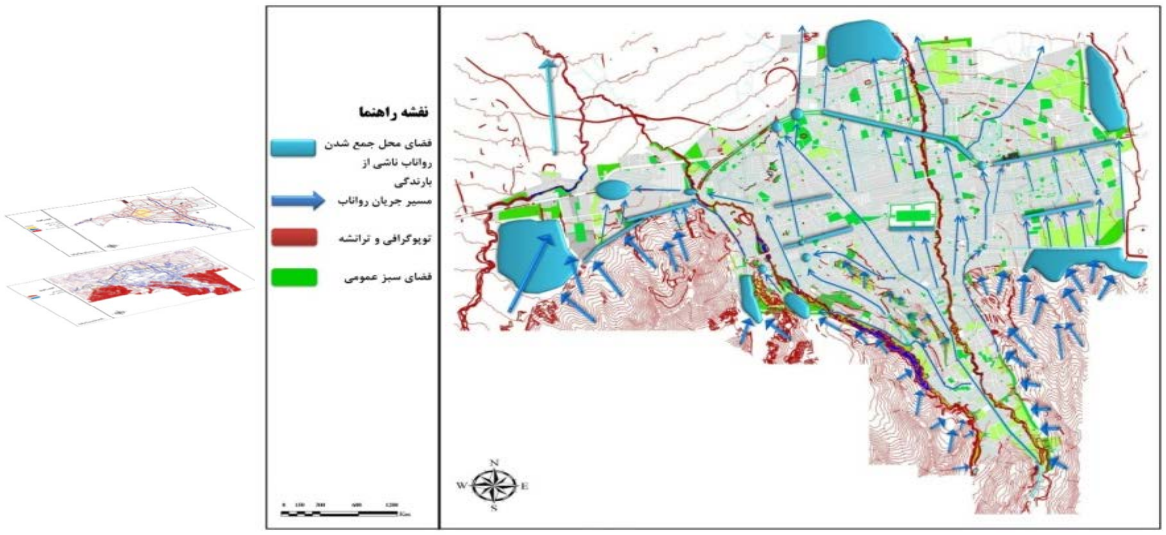
۲.۴. نتیجهٔ بررسی رودخانه زیارت در مقیاس شهری بر اساس مدل بینگ

۲.۲.۴. روی هم گذاری زیرساخت شهری (ارتباط لایه‌ها زیرساخت شهری با یکدیگر)

در منطقهٔ شهری بر این اساس مدل بینگ در این مرحله آنچه که اهمیت دارد این است که چگونه هرلایه با دیگر لایه‌های خارجی در تعامل باشد. با توجه به موضوع و نیاز تحقیق، روی هم‌گذاری لایه‌ها صورت گرفته است. که به دلیل اهمیت رویکرد کنترل سیلاب در این مقاله روی هم‌گذاری این دو لایه سازه‌های مصنوع و لایهٔ هیدرولوژی با جزییات بیان شده است. بعد از روی‌هم‌گذاری لایه‌ها در ادامه براساس توپوگرافی و شیب زمین و ساختار خیابان‌بندی و کانال کشی شهری گرگان، مسیر جریان آب و نقاطی که احتمال آبگرفتگی در اثر بارندگی وجود دارد، در نقشه زیر مشخص شده است.

۱.۲.۲.۴. لایهٔ رواناب شهری و کانون‌های بالقوه خطرپذیری سیل

در این نقشه جهت جریان آب‌های سطحی و مناطقی که دچار آبگرفتگی شده‌اند در سطح شهر با توجه به توپوگرافی و شیب، ساختار خیابان‌بندی و کانال کشی فاضلاب شهری و برداشت میدانی مشخص شده است. با توجه به روش بینگ برای پی بردن به چگونگی ارتباط لایه‌ها باهم در این مرحله لایه‌ها دو به دو روی‌هم‌گذاری شده‌اند که در اینجا دو لایهٔ زیرساخت مصنوع و زیرساخت آبی روی هم قرار داده شده‌اند، در نهایت نقشه‌ای که از روی‌هم‌گذاری این دو لایه بدست آمده است در شکل (۱۶) نشان داده شده است.



شکل ۱۶. نقشهٔ رواناب شهری و کانون‌های بالقوهٔ خطرپذیری سیل

(ماخذ: نگارندگان ۱۳۹۳)

نتیجهٔ روی‌هم‌اندازی لایه‌های مصنوع و آبی نشان می‌دهد که جدارهٔ جنوبی شهر به‌طور کامل با کوه در تماس است، بنابراین شیب کلی شهر به سمت شمال (زمین‌های کشاورزی) و حاشیهٔ شهر قرار گرفته است، و به همین دلیل در هنگام بارندگی حرکت کلی آب‌های سطحی به سمت شمال و حاشیهٔ شهر است و همان‌طور که در نقشه

مشخص است، جمع شدگی آب بیشتر در این مناطق (میدان‌ها، خیابان‌های افقی، مناطقی که چند خیابان با شیب‌های زیاد به یک میدان می‌رسند) دیده می‌شود. رنگ خاکستری میزان سطوح نفوذناپذیر در شهر را نشان می‌دهند و رنگ سبز میزان سطوح نفوذپذیر که شامل فضای سبز و پارک‌ها هست را مشخص می‌کند، با توجه به نقشه، شهر با مشکل کمبود سطوح نفوذپذیر (کمبود فضای سبز) و سیستم زهکشی نامناسب مواجه است.

استراتژی‌ها و اقدامات ارائه شده در (جدول۳) به باززنده سازی اکولوژیک منظر رودخانه و کنترل سیلاب کمک شایانی کرده و از راهبردهای اساسی در ساماندهی اکولوژیک در منطقه است. در مرحلهٔ نهایی ساماندهی اکولوژیک منظر رودخانهٔ شهری براساس استراتژی‌های منطقهٔ شهری و استفاده از راهکارهای ارائه شده به منزلهٔ روشی برای بهبود ساختارهای اکولوژیکی رودخانه‌های درون شهری و همچنین کنترل سیلاب و رواناب‌های سطحی در شهر گرگان است. که مطابق موارد زیر انجام شد: بر اساس استراتژی‌های منطقهٔ شهری که در (جدول شماره۴) مشخص شده است.

جدول شماره ۴. استراتژی‌های کلان منطقه شهری و سیاست‌های طراحی (ماخذ: نگارندگان ۱۳۹۳)

استراتژی ها	استراتژی کلان منطقه شهری رودخانهٔ زیارت گرگان	سیاست‌های مدیریتی	راهکارها
بیومهندسی و مرمت و بهسازی رودخانه	-تثبیت دیواره‌های فرسایش یافته رودخانه - بهبود کیفیت آب (آلودگی ناشی از سیلاب وآلودگی‌های دیگر) -حفظ گیاهان بومی منطقه و استفاده از آن در داخل شهر	۱. کانالیزه کردن رودخانه و بتنی کردن بستر رودخانه، بازسازی و توانبخشی دیواره‌ها و بستر رودخانه. ۲. باریک شدن مسیر رودخانه، عریض‌تر کردن بستر رودخانه در صورت امکان ۳.جلوگیری از ریزش زباله و آب‌های آلوده به داخل رودخانه ۴.احیای جنگل‌های منطقه و جلوگیری از تراشیدن آن.	۱. احیای دیواره رودخانه: ۱,۱ با از بین بردن دیواره بتنی ۲,۱. سطح‌بندی کردن ۳,۱ استفاده از روش‌های اکولوژیکی مانند: پوشش گیاهی و تخته سنگ و چوب برای تثبیت شیب دیواره ۲. احیای بستر رودخانه : ۱,۲ از بین بردن بستر بتنی ۲,۲ باز گرداندن بستر رودخانه به حالت طبیعی خود. ۳. در دو قسمت پل قلعه حسن و گلشهر که می‌توان پل قلعه حسن را تغییر مکان داد و پل گلشهر را کامل حذف کرد. ۴. با استفاده از سپتیک تانک برای مناطق مسکونی و حتی رستوران‌ها ۲. آلودگی ناشی از رواناب سطحی قبل از ریختن به رودخانه توسط بافر اکولوژیکی تصفیه شود. ۵. با استفاده از کمربند سبز در حدفاصل شهر با محیط اطراف از پیشروی شهر جلوگیری می‌شود. ۲. کاشتن دوباره گیاهان بومی منطقه در مناطقی که پوشش گیاهی تراشیده شده.
استراتژی کنترل سیلاب	رعایت حریم رودخانه‌ها و مدیریت دشت سیلابی -افزایش نفوذپذیری آب در سطح شهر - بهینه سازی کاربری اراضی شهر - استفاده از آب سیلاب برای آبیاری فضای سبز شهری - افزایش میزان نفوذپذیری آب‌های سطحی (استفاده از بام سبز در ویلاها و یا اختصاص ۳۰٪ از ملک به فضای سبز)	۱-باران شدید، زهکشی نامناسب و افزایش حجم رواناب ،افزایش تبخیر، نفوذپذیری. ۲--چون شیب بستر رودخانه زیاد و سرعت آب زیاد است و نفوذپذیری کم، کاهش سرعت و افزایش نفوذپذیری	۱.طراحی مسیرهای سبز ۲. طراحی فضاهای تفرجی با سنگفرش‌های قابل نفوذ ۳. ایجاد چالاب‌ها و باغ‌های بارانی و بام‌های سبز برای نگه داشت آب باران و تبخیر و نفوذ به زمین. ۲. با منحرف کردن آب از مسیر رودخانه به سمت مکان‌های باز دیگر و بازی با آب مثل ریزش و سکون.

نخستین قدم برای پیوستگی ساختار اکولوژیکی در شهر و در ارتباط با رودخانه است، که دو نوع پیوستگی وجود دارد، یکی پیوستگی طولی و دیگری پیوستگی عرضی است. پیوستگی طولی: یعنی آن قسمت از کریدور رودخانهٔ زیارت که در درون بافت شهری واقع شده است و به دلیل توسعه شهری تکه تکه شده و اکوسیستم و ساختار پیوسته و طبیعی خود را از دست داده مورد باززنده‌سازی قرار می‌گیرد و از لحاظ اکولوژیکی و هیدرولوژیکی با حوضهٔ آبخیز بالادست و منطقه کشاورزی پایین دست خود ارتباط برقرار می‌کند.

پیوستگی عرضی: با توسعهٔ شهرنشینی در گرگان، فضاهای شهری وارد حریم رودخانه‌ها شده‌اند و رودخانه را به کانالی بتنی تبدیل شده و ارتباط خود را با فضاهای شهری مجاور خود از دست داده است و همچنین باعث جدایی ارتباط فضایی و عملکردی بین مناطق شهری شده است و در پیوستگی عرضی، به بازآفرینی ارتباط عرضی رودخانه با مناطق شهری اطراف خود از طریق ایجاد پیوستگی اکولوژیکی ناحیه رودکناری با مناطق شهری و همچنین ایجاد پیوستگی سیستم رواناب سطحی با ساختار هیدرولوژی رودخانه پرداخته شده است (شکل ۱۶). بر این اساس با روی‌هم‌اندازی لایه‌های زیرساخت سبز و لایهٔ رواناب شهری و کانون‌های بالقوه خطرپذیری سیل در قسمتی از شهر گرگان (مقیاس خرد) (شکل ۱۷ و ۱۸) مطابق موارد زیر انجام شد.

شکل ۱۷. نقشهٔ طراحی و ساماندهی اکولوژیک رودخانهٔ درون شهری در مقیاس شهر گرگان (الف) نحوهٔ پیوستگی ساختار اکولوژیک در شهر و در ارتباط با رودخانه را مشخص می‌کند (ب) نحوهٔ کنترل سیلاب و رواناب شهری را نشان می‌دهد

(ماخذ: نگارندگان ۱۳۹۳)

۱- ارتباط لکه‌های سبز پراکنده و منفصل موجود در داخل شهر از طریق کریدورهای سبز در سطح شهر صورت گرفته است.

۲- ارتباط بین زیر ساختارهای سبز شهری با جنگل‌هایی که در جنوب شهر قرار دارند (ناهارخوران و النگدره).

۳- احیای پوشش گیاهی جنگلی در حاشیهٔ جنوب‌شرقی و غربی گرگان که به‌دلیل توسعه شهری از بین رفته‌اند.

۴- حفظ و تقویت پوشش گیاهی رودکناری و ایجاد پیوستگی بین آن با پوشش گیاهی منطقه‌های شهری مجاور.

۵- ایجاد پارک بافر رودخانه در مسیر رودخانه بعد از پل سید مسعود، به‌دلیل وجود فضای کافی برای ایجاد پارک بافر و همچنین چون در ابتدای ورود رودخانه زیارت به شهر قرار دارد بهترین مکان برای بهبود کیفیت آب و تصفیه است.

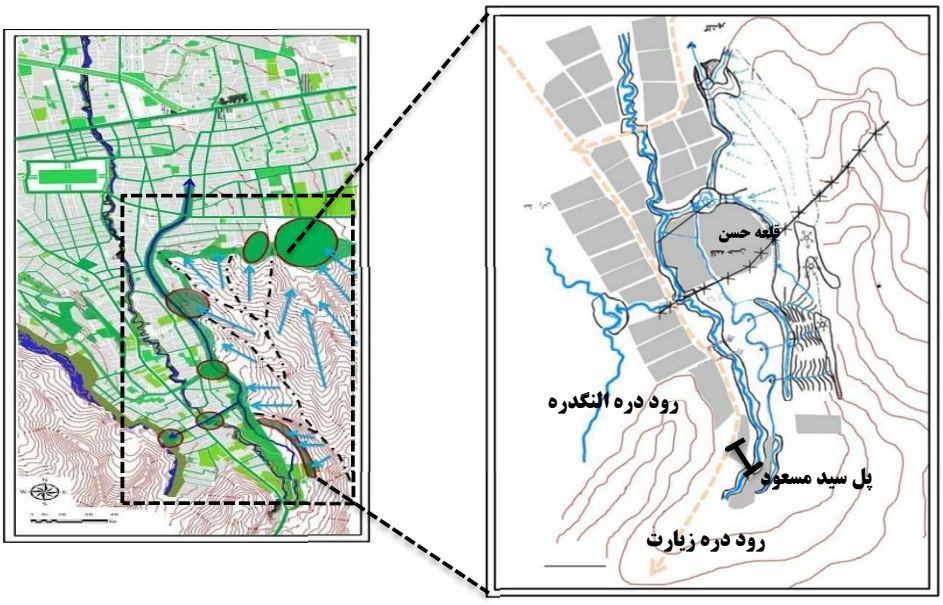
۶- استفاده از گودال نواری سوئل در سراسر پایه کوه در جنوب شرقی گرگان به دلیل تغییر در توپوگرافی به‌صورت ناگهانی احتمال جاری شدن سیل ناشی از رواناب سطحی در این مناطق را افزایش می‌دهد و برای حفظ و نگهداشت و نفوذ رواناب سطحی و جلوگیری از جاری شدن آن در سطح شهر.

۷- در مناطقی که براساس نقشه رواناب شهری و کانون‌های بالقوه خطرپذیری سیل، احتمال جمع شدگی آب در آن زیادتر است، برکه‌هایی تعبیه شده برای نگهداشت رواناب و تصفیه فیزیکی آب و در نهایت آب تصفیه شده حاصل از برکه به داخل رودخانه زیارت می‌ریزد و یا در کریدورهای سبز داخل شهر جریان پیدا می‌کند.

۸- استفاده از مسیر انحرافی موجود در سایت و امتداد آن به‌عنوان کریدور سبز به داخل شهر.

۹- تغییر توپوگرافی در کوه برای هدایت بهتر رواناب سطحی به سمت برکه‌های در نظر گرفته شده.

۱۰-ایجاد مسیر انحرافی آب از رودخانه زیارت به سمت رودخانه النگدره که به موازات رودخانه زیارت در جریان است. برای کاهش حجم آب و حفاظت از منطقه قلعه حسن در برابر سیل با دبی بالا.



شکل ۱۸. نقشهٔ بزرگنمایی کنترل سیلاب و رواناب سطحی در مقیاس خرد (ماخذ : نگارندگان ۱۳۹۳)

۵. بحث و نتیجه‌گیری

افزایش جمعیت جهان و به‌دنبال آن پدیدهٔ شهرنشینی و توسعهٔ بی‌رویهٔ شهری به بی‌تعادلی حضور طبیعت در شهرها منجر شده که این امر سبب بروز مشکلات محیط‌زیستی عدیده‌ای از جمله مختل شدن ساختار اکولوژیکی رودخانه‌ها و افزایش رواناب سطحی و سیل در سطح شهر شده است، لذا امروزه توجه به کیفیت زندگی شهری و ارتقای آن متناسب با افزایش جمعیت شهرنشینان امری ضروری است. این امر توجه برنامه‌ریزان و طراحان را در یافتن راهکار و رویکردی برای بهبود شرایط به خود جلب کرده است. در این بین رویکردهای طراحی زیرساخت اکولوژیک منظر شهر مانند، رودخانه‌های درون شهری نیز از جمله رویکردهای مورد توجه اکولوژیست‌ها، برنامه‌ریزان و طراحان شهری بوده است. همان گونه که در متن پژوهش بیان شد برای کنترل رواناب‌های سطحی و سیل در سطح شهر، احیای ساختار و عملکرد رودخانه‌های درون شهری از طریق طراحی اکولوژیک رودخانه و زیرساخت اکولوژیک شهر که موجب ارتقای کیفیت محیط‌زیست شهرها می‌شود، بر حضور پیوسته طبیعت در شهر و حفاظت از جریان‌ها و فرآیندهای طبیعی برای دستیابی به محیط‌زیستی پایدارتر تأکید می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد با توجه به اهداف مدیریت رودخانه و کنترل سیلاب رودخانهٔ زیارت گرگان، نیاز است تا تحلیل و بررسی آن در ۲ مقیاس حوضهٔ آبریز رودخانه زیارت (کوه‌هایی که رودخانه از آن منشاء می‌گیرد و به رودخانهٔ قره‌سو می‌ریزد) و مقیاس شهری (از پل سید مسعود تا ابتدای زمین‌های کشاورزی پایین دست) صورت گیرد. که به‌منظور آن از دو روش مک هارگ (مقیاس کلان) و روش یینگ (مقیاس شهری) استفاده شده است.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به روش مک هارگ و یینگ در مقیاس کلان و میانی موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

ایجاد پیوستگی زیرساخت اکولوژیک (سبز) از طریق پیوستگی پوشش گیاهی رودکناری و شهری و جنگل‌های طبیعی بالادست،

ایجاد پیوستگی زیرساخت هیدرولوژیک (آبی) از طریق پیوستگی مجراهای زهکشی شهری و رودخانه

و درنهایت روی‌هم‌گذاری دو لایهٔ زیرساخت سبز و آبی برای کنترل رواناب سطحی و سیلابی در شهر و در مسیر رودخانه.

در نتیجه استراتژی و اقدامات نخستین در چهار پهنه تدوین شد و بر اساس آن راهکارهای برنامه‌ریزی، طراحی محیطی در مقیاس خرد ارائه شد. با توجه به استراتژی و اقدامات در چارچوب شهری، دو راهکار مهم و اساسی برای طراحی اکولوژیکی رودخانهٔ درون شهری و کنترل سیلاب در نظر گرفته شده است که شامل: مدیریت دشت‌های سیلابی با استفاده از پارک بافر رودخانه و سیستم زهکشی پایدار شهری با استفاده از جمع‌آوری و حمل‌ونقل آب، نگهداشت آب و توزیع آب به‌وسیلهٔ استفادهٔ مجدد از آن است.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در مقیاس خرد (منطقه در حال توسعه در جنوب شرقی شهر بین منطقه قلعه حسن و پل سید مسعود قرار دارد)، مشخص شد که در منطقهٔ قلعه‌حسن مسیر رودخانه بسیار باریک است و ظرفیت نگهداری رواناب با دبی ۵ سال را ندارد، بنابراین به‌منظور کاهش اسیب‌های ناشی از سیلاب در مواقعی که بارندگی و سیلاب شدیدی وجود دارد، در محلی که رودخانه زیارت و رودخانه النگدره (در غرب رودخانه زیارت واقع شده است) به نزدیکترین فاصله نسبت به هم می‌رسند، یک مسیر پیشنهاد شده است.

در ابتدای ورود رودخانهٔ زیارت به منطقهٔ شهری بعد از پل سید مسعود به‌دلیل وجود فضای باز و شرایط ایده‌ال برای پیاده‌سازی پارک بافر رودخانه در نظر گرفته شده است و در ادامه برای کنترل رواناب ناشی از بارندگی با توجه به شیب منطقه چهار محل برای ایجاد برکه نگهداشت و تصفیهٔ رواناب به‌منظور جلوگیری از جاری شدن رواناب سطحی به درون شهر تعبیه شده است. و

همچنین آبچاله نواری در مناطقی که شیب کاهش پیدا کرده و احتمال تجمع آب زیاد است به‌منظور نگهداری و افزایش نفوذپذیری و هدایت آب به سمت مسیر انحرافی و شهر در نظر گرفته شده است. چنین چارچوب و استراتژی و راهکاری می‌تواند به کنترل رواناب سطحی، تجدید حیات رودخانه‌ها و بازگرداندن این کریدورها به ساختار طبیعی خود در این منطقه کمک شایانی کند.

یادداشت‌ها

1. Channel river bank
2. Flood plain
3. Hill slop
4. Wabash River Corridor
5. Lafayette Indiana

منابع

ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان معاونت آبخیزداری، ۱۳۹۳، داده‌های دیجیتال دریافت شده شامل فایل نقشه‌ها و جداول اطلاعات.

ادارهٔ کل هواشناسی استان گلستان،۱۳۹۳، داده‌های دیجیتال دریافت شده شامل فایل جداول اطلاعات هواشناسی.

بی نیاز، ا. ، مثنوی، م.ر. ، نظری‌ها، م. ۱۳۹۰. تعیین سطح پایداری سامانه آب کلان شهر تهران، ۳۷(۵۹): ۱۸۴-۱۷۱.

پرنیگل، ل، ۱۹۸۷، آشنایی با رودخانه، مترجم داوود عجمی، سازمان حفاظت محیط‌زیست تهران.

دبیری، م.، مثنوی، م.ر. ۱۳۹۴. پیوند الگوهای فضایی-زمانی با فرآیندهای اکولوژیک از توسعهٔ شهری تا شهرسازی اکولوژیک منظرگرا، منظر، ۷(۳۲): ۷۳-۶.

سازمان محیط‌زیست استان گلستان، ۱۳۷۲، کتاب جهان‌نما.

شرکت مهندسین مشاور پژوهاب، ۱۳۸۵، شرق تحلیل سیلاب و ساماندهی مسیل‌های شهر گرگان، فصل دهم

شفیعی، ب. ۱۳۸۰. طراحی اکولوژیک مناطق رودکناری (نمونهٔ موردی: پارک جنگلی تهران)

شهرداری گرگان،۱۳۸۶، الگوی گسترش کالبدی- فضایی گرگان طی سال‌های ۱۲۳۰ تا ۱۳۸۶ شمسی. گرگان.

کوخائی، ط.، مثنوی، م.ر. ۱۳۹۳. طراحی محیطی زیرساخت اکولوژیک منظر شهری با استفاده از اصل پیوستگی با انشعابات (AWOP) به‌منظور ارتقای کیفیت زندگی شهری (مطالعه موردی: منطقه دو شهرداری تهران)، محیط شناسی، ۴۰(۳): ۵۷۲-۵۵۹.

لینچ،کوین، ترجمه سید حسین بحرینی، ۱۳۸۱، تئوری شکل شهر، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

ماتلاک، جان . ۱۳۷۹. آشنایی با محیط و منظر، انتشارات معاونت آموزشی و پژوهشی سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران.

مثنوی، م.ر. ، تاسا، ح. ، کافی، م. ، دیناروندی، م. ۱۳۹۲، ارزیابی بصری منظر رود دره قشلاق به‌منظور توسعه گردشگری، ۳۹(۱): ۱۴۴-۱۳۳.

مثنوی، م.ر. ۱۳۸۲. توسعه پایدار و پارادایم‌های جدید توسعه شهری» شهر فشرده، شهر گسترده. محیط شناسی، صص ۸۹-۱۰۴

مجنونیان، هنریک، ۱۳۷۸، حفاظت رودخانه ها، ویژگیهای بیوفیزیکی، ارزشهای زیستگاهی و ضوابط بهره برداری، انتشارات دایره سبز، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۸۶، راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه، شمارهٔ ۳۸۳.

منصوری، سیدامیر و حبیبی، امین. ۱۳۸۹. تبیین و ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر بر ارتقای نقش منظر در پایداری محیط (بررسی موردی رودخانهٔ خشک شیراز) شماره ۱۵.

مهندسین مشاور طرح و معماری، ۱۳۷۵، بافت و سازمان شهری طرح جامع شهر گرگان، ادارهٔ کل مسکن و شهرسازی استان مازندران.

نشریه معاونت عبور آب وایفا، ۱۳۹۰، راهنمای روش‌های مهار رسوب در رودخانه ها، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، شماره ۳۵۰

Baschak A. L., Brown, D. R.1995. An ecological framework for the planning, design and management of urban river greenways.

Cook, E.A. and H.N. Vanlier. 1994. "landscape Planing and Ecological

Forman, R. 2002. "Some General Principles of Landscape and Regional Ecology" Landscape Ecology. 10(3).

Forman, R., and Godron, M. 1986. "Landscape Ecology". John Wily & Sons, Harvard University, Pennsylvania.

Leopold, L.B. 1968. Hydrology for urban land planning A guidebook of the hydrologic effects of urban land use, U.S. Geological Survey Circular, 18:554- 572

Man Lu, Wang Chuanyue, 2013, An Explorative Study on Ecological Designs of the Landscape of River Channels . International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, China, Atlantis Press, 83- 86

Masnavi, M.R., Ghobadi, M., Tasa. H., Negin Taji, S. 2016. Restoration and Reclamation of River Valleys landscape structure for urban sustainability using FAHP process, the case of Northern Tehran- Iran. International Journal of Environmental Research, 193-202

McHarg, I. 2001. Design with Nature. Jhon Wiley & Sons, Harvard University.

Natural' engineering offers solution against future flooding. 2014. ScienceDaily.

Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan J.D., Lake, P.S., Alexander, G. 2005. Standards for ecologically successful river restoration, Journal of Applied Ecology, 208-217.

(WMO/GWP Associated Programme on Flood Management, Urban flood risk management, march 2008, p56)

Wilkinson, M.E. Quinn, P.F., Barber and N.J. Jonczyk. J. 2014. A framework for managing runoff and pollution in the rural landscape using a Catchment Systems Engineering approach. Science of The Total Environment,468-469

Wu, J. 2006. Cross-dicciplinarity, Landscape ecology, and sustainability science Landscape Ecology, 1-4

Yavari. A & Sotoudeh, A Parivar, P. 2006. "Urban Environmental Management & Landscape Structural Restoration in Mountain Environmental of Non Regional Arid Zones of Asia, Iran-Tehran". Submitted to Journal of Landscape and Urban Planing 325-240.