



# مدیریت بحران شهرها با تأکید بر سیل

دکتر مسعود تقوایی

دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان

فهیمة سلیمانی

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی

## چکیده

در صورتی که به تنهایی به کاروند کمتر می‌توانند مفید و مؤثر واقع شوند در حالی که تلفیق این دو روش با یکدیگر موفقیت و کارایی طرح‌ها و روش‌های مقابله با سیلاب‌های شهری را چند برابر می‌کند. انجام اقدام‌های مقابله با سیلاب‌های شهری باید در سه دوره زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت صورت گیرد که مقدمه اجرای این روشها برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت، بلند مدت و میان مدت می‌باشد. (عبداللهی، ۱۳۸۲، ۵۸)

سیل عبارت از یک جریان آب شدید استثنایی است که امکان دارد از بستر طبیعی رودخانه لبریز شده و اراضی اطراف بستر را اشغال نماید. سیل می‌تواند نتیجه ریزش باران‌های شدید، ذوب سریع برف و یخ و یا تخریب سدها باشد. علت وجود این فرایند هرچه باشد وقتی که وارد مناطق شهری گردد موجب ایجاد خسارات و گاهی تلفات زیادی می‌گردد، زیرا که شهر در جریان رشد و توسعه خود فضاهای هیدرولوژیکی طبیعی (مسیله‌ها و بسترهای رودخانه) را مورد تجاوز قرار می‌دهد.

## ۱-۲- اهمیت و ضرورت

با توجه به رشد سریع جمعیت و شهرنشینی بحران‌های شهری به طور بسیار نگران کننده‌ای زیاد خواهند شد. اگرچه تکنولوژی پیشرفته آسایش و تسهیلات لازم را در برابر حوادث طبیعی اعم از سیل و زلزله فراهم آورده است، ولی شهرها در برابر این گونه حوادث خیلی آسیب پذیرند. آنچه مسلم است این که جمعیت زیاد و متراکم شهرها سرانجام به افزایش خسارتهای ناشی از این حوادث منجر خواهد شد. (Yoshiaki Kavata, 1993, p.34)

موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران بیانگر این امر است که با توجه به قرارگیری شهرها در مسیر حوضه‌های آبریز مختلف ضرورت پیش‌بینی‌های لازم برای سیلابها احساس می‌شود و می‌بایست شهرسازان و برنامه‌ریزان شهری، زمین‌شناسان و جغرافیدانان به بررسی دقیق علل و عوامل ایجاد این بلاهای طبیعی در مناطق شهری بپردازند و راه کارهای لازم را برای کاهش اثرات آن پیش‌بینی کنند (دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۷۱، ۴۰۱).

طی چند دهه گذشته شیوه‌های جدیدی برای مقابله با سیلاب ابداع شده است و این روشها بیشتر ماهیتی پیشگراانه دارند و نه درمانی. با تعبیه و اجرای طرحهای مشخصی برای کاربری اراضی شهری، وضع مقررات و قوانین و همچنین آموزش مردم می‌توان خسارات ناشی از سیل را کاهش داد و به حداقل رسانید و در عین حال از صرف هزینه‌های سنگین و گزاف برای احداث تأسیسات مهار سیلها که بسیار سرمایه برند اجتناب کرد.

در این راستا تحقیق حاضر با مطالعه اسنادی به شناسایی تأثیر عوامل طبیعی (بارش) و ایجاد بحرانهای ناشی از آن در برنامه‌ریزی‌های شهری می‌پردازد که نتیجه آن توجه به مدیریت بحران در برنامه‌ریزی‌های شهری است تا ضمن جلوگیری از ایجاد سیل و کاهش زیانهای بارش استفاده مطلوب از آب باران را در ابعاد گوناگون گسترش دهیم.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بحران، شهر، سیل.

## ۱- مقدمه

### ۱-۱- طرح و بیان مسأله

امروزه تحت تأثیر شرایط و عوامل متعدد شاهد رشد روز افزون مجموعه‌های شهری هستیم که در بسیاری موارد این مجموعه‌ها با مسأله سیل به عنوان یک حادثه طبیعی دست به گریبان هستند. شرایط و عوامل گوناگونی در وقوع و رخداد سیل تأثیر می‌گذارند که شامل عوامل طبیعی و انسانی است. اگرچه عوامل طبیعی به عنوان مسبب اصلی ایجاد سیل و خسارت ناشی از آن معرفی شده است و نقش عوامل انسانی و دخالت‌های او نه تنها کمتر از نقش عوامل طبیعی نمی‌باشد بلکه در مواقعی عامل اصلی ایجاد سیل و خسارت نیز بوده‌اند. جهت کاهش هر چه بیشتر اثرات سیل بر روی نواحی شهری اقدامهای مختلفی از جمله اقدامهای ساختمانی و مدیریتی می‌تواند انجام گیرد که هر کدام به وسیله عواملی و در دوره‌های زمانی خاص اجرا می‌شود. البته در استفاده از این اقدامها نیز باید نهایت دقت اعمال شود چرا که در بعضی مواقع در صورت عدم نظارت و اجرای صحیح به عنوان عوامل ایجاد بحران و خسارت عمل می‌کنند. اقدامهای مدیریتی و ساختمانی

مجموعه‌های شهری هستند که در بسیاری موارد این مجموعه‌ها با مسأله سیل به عنوان یک حادثه طبیعی دست به گریبان هستند. شرایط و عوامل گوناگونی در وقوع و رخداد سیل تأثیر می‌گذارند که شامل عوامل طبیعی و انسانی است. اگرچه عوامل طبیعی به عنوان مسبب اصلی ایجاد سیل و خسارت ناشی از آن معرفی شده است و نقش عوامل انسانی و دخالت‌های او نه تنها کمتر از نقش عوامل طبیعی نمی‌باشد بلکه در مواقعی عامل اصلی ایجاد سیل و خسارت نیز بوده‌اند. جهت کاهش هر چه بیشتر اثرات سیل بر روی نواحی شهری اقدامهای مختلفی از جمله اقدامهای ساختمانی و مدیریتی می‌تواند انجام گیرد که هر کدام به وسیله عواملی و در دوره‌های زمانی خاص اجرا می‌شود. البته در استفاده از این اقدامها نیز باید نهایت دقت اعمال شود چرا که در بعضی مواقع در صورت عدم نظارت و اجرای صحیح به عنوان عوامل ایجاد بحران و خسارت عمل می‌کنند. اقدامهای مدیریتی و ساختمانی

### ۱-۳- پیشینه تحقیق

در بسیاری از کشورهای جهان چندین سال است که تدابیر مقابله با خطر سیل و طغیان آنها در طرح و اجرای ساختمانها و مکان‌یابی سکونتگاهها به کار می‌رود و با آنکه اکثر شهرها و مراکز جمعیتی کشور همواره در معرض تخریب ناشی از سیلابها بوده است و هنوز هم همه ساله می‌توان فهرست بلندی از تکرر وقوع سیل و بزرگی خسارتهای ناشی از آن را تهیه نمود، در این میان به جز اقدامهای پراکنده امداد رسانی و نجات آن هم بعد از وقوع حادثه و محدود به تدابیر موضعی و موقتی هیچ گونه طرح جامعی برای تجهیز شهرها در برابر خطرهای سیل تهیه و اجرا نشده است (طاهری بهبهانی، ۱۳۷۵، مقدمه) و حتی به صورت جدی تأثیر انواع بارش، حجم، توزیع و کمیت بارش بر روی سیستمهای شهری و زندگی شهروندان و تأسیسات و خدمات شهری نیز مورد بررسی قرار نگرفته است. تنها مقالات و بررسیهای پراکنده‌ای در رابطه با مدیریت بحران سیل، تأثیرات تغییر بارش، طراحی صحیح فضاهای شهری و غیره وجود دارد که به برخی از آنها اشاره می‌گردد: مقاله‌هایی با



تقلیل داد.

با توجه به سنگینی سرمایه‌گذاری که برای احداث سدها و سیل‌بندها مورد نیاز است روشهای غیرساختمانی مهار سیلاب به خاطر هزینه‌های کمتر، بی‌تردید توجه بیشتری را به خود جلب می‌کند. تصمیم‌گیری و انتخاب بهترین روش غالباً کاری پیچیده و دشوار است، زیرا فواید و منابع ناشی از این گونه اقدامات را همواره نمی‌توان با عدد و رقم بیان کرد. برای مثال، کاهش ناراحتی و مشکلات ناشی از انباشت آب در کوی و برزن، زیبایی و پاکیزگی محیط زیست و حذف مناظر ناخوشایند و ایجاد احساس و امنیت بیشتر را می‌توان از فواید ناملموس پروژه کنترل سیلابها دانست که با عدد و رقم «مبلغ» قابل تبیین نیست. روشن است که به سادگی نمی‌توان بهایی برای احساس ناامنی ساکنان یک محله یا ناحیه سیل‌گیر تعیین کرد، اما تردیدی نیست که این احساس واقعی است. کاهش خسارات وارد بر تأسیسات عمومی، کاهش تلفات و تعداد قربانیان سیل و افزایش قیمت اراضی سیل‌گیری که با احداث سد و سیل‌بند از خطر سیل‌گیری آنها کاسته می‌شود، همگی از فواید و منافع ملموس چنین پروژه‌هایی هستند.

یکی از مسائلی که باید مورد توجه دقیق مسئولان شهرها و شهرداری‌ها قرار گیرد همین است. تبدیل زمینهای آزاد به خیابان، ساختمان و پارکینگ‌های عظیم مراکز خرید موجب می‌شود که پس از یک بارندگی شدید، آبهای حاصل امکان و فرصت نفوذ در خاک در نیابند و به صورت روانابهایی بر روی سطوح‌ناپذیر شهری انباشته شوند، به هم بپیوندند و سپس به سمت نواحی گود و پست شهر هجوم آورند. اگرچه این گونه سیلاب‌ها ممکن است به بزرگی و به شدت طغیان رودخانه‌ها نباشد، با وجود این بعید نیست زیرزمین ساختمانها و خیابان‌های شهر را غرقاب کند. در بعضی از گزارش‌ها، به غرق شدن افرادی در چاه‌های فاضلاب‌روها اشاره شده که به خاطر کمبود ظرفیت شبکه جمع‌آوری و دفع سیلابهای شهری و تراکم و انباشت آب به هلاکت رسیده‌اند. یکی از روش‌های اولیه و قدیمی برای حل مشکل سیلاب شهری این بود که آب باران به داخل شبکه فاضلاب شهری هدایت می‌شد و پس از عبور از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر در نزدیک‌ترین رودخانه تخلیه می‌گردید. در این روش، جویها و نهرهای جمع‌آوری آب سطحی به وسیله لوله به شبکه فاضلاب شهر متصل می‌شد و بدین طریق یک سیستم مختلط برای جمع‌آوری و دفع فاضلاب و رواناب ایجاد می‌گردید.

معایب و مضرات این راه حل امروزه بارز و آشکار است. مقدار آبی که بر اثر رگبارهای شدید در سطح شهر جاری می‌شود معمولاً بیشتر از ظرفیت تصفیه‌خانه‌هاست و نتیجتاً بخشی از رواناب بارندگی بی‌آنکه تصفیه شود باید به رودخانه یا محل تخلیه هدایت شود. به علاوه استفاده از شبکه فاضلاب شهری برای انتقال آب باران به رودخانه به مفهوم آن است که آب کمتری در خاک نفوذ می‌کند و به مصرف تغذیه منابع آب زیرزمینی نمی‌رسد. یکی دیگر از معایب این روش آن است که آب باران طبیعتاً بسیار آلوده است و چنانچه مستقیماً و بدون تصفیه شدن به داخل رودخانه تخلیه شود، ممکن است کیفیت آب رودخانه را به شدن تنزل دهد.

هنگامی که معایب و مضرات سیستم مختلط برای جمع‌آوری و دفع سیلابها و فاضلاب‌های شهری روشن شد، محققان و مهندسان آب به ویژه در اروپا و آمریکا تحقیقات و پژوهش‌های خود را برای یافتن راه حلی مناسبتر آغاز کردند. حاصل کار آنها را می‌توان در این مفهوم خلاصه کرد که اقدامات لازم برای مهار سیلابهای شهری باید به صورتی باشد که حتی المقدور از دخالت و دستکاری در محیط هیدرولوژیکی موجود اجتناب شود. جان کلام و اساس این مفهوم آن است که در صورت امکان باید روانابهای شهری را

عنوان: طراحی مناسب فضاهای شهری به منظور کاهش آسیب‌پذیری شهرها از محمدرضا پرویزی، بررسی عوامل بروز سیل و راهکارهای مقابله با آن از بهزاد پورمحمد و مسعود مخلوق، مدیریت بحران و راهکارهای کنترل عوامل مؤثر بر بروز سیلاب مطالعه موردی: حوزه آبخیز نکارود مازندران از محمدعلی هادیان امری، سیدرمضان موسوی و کریم سلیمانی، مدیریت بحران و ایمن‌سازی شهرها در برابر بلایای طبیعی از مریم هادی‌زاده بزاز، شبکه سیلاب‌رو و شهری از محمود یزدانی و حمیدجلالیان.

## ۲- سیلابها و بحران‌های شهری

### ۲-۱- سیل‌گیری شهرها

به طور معمول سیل‌گیری شهرها حاصل دو دسته اقدامات است که توسط شهرنشینان صورت پذیرفته:

- استقرار بافت قدیمی برخی از شهرها در حاشیه رودخانه‌ها.
- زمانی شهرها بر روی اراضی توسعه می‌یابند که به علت نفوذناپذیری بسیار مناسب فاقد شبکه جریانات سطحی مشهودی می‌باشند (به علت زیرساخت و ساز و آسفالت قرار گرفتن زمینها).

بنابراین آب‌های حاصل از بارندگی قادر به نفوذ در زمین نشده و ابتدا در نواحی پست و گودی‌های سطح شهر جمع شده و سپس به صورت جریاناتی در سطح معابر درآمده و به طرف محلات پست‌تر جریان می‌یابند. اینگونه جریانات می‌توانند خسارات زیادی به ساخت و سازها و تأسیسات شهری وارد آورند.

روشی ابتدایی و قدیمی برای دفع سیلابها این است که سیلابهای شهری را به داخل شبکه فاضلاب شهری هدایت می‌کنند و از آنجا نیز بدون آنکه عملیات تصفیه بر روی آنها انجام شود به نزدیک‌ترین رودخانه‌های مجاور و یا مستقیماً به دریا تخلیه می‌گردد. معایب و مضرات این روش در آن است که آبهای حاصل از بارندگیهای شدید بدون آنکه در زمین نفوذ کند در سطح شهر جاری و سپس وارد شبکه فاضلاب گردیده و بدین طریق از دسترس خارج می‌گردد که در اثر این فرایند سفره‌های زیرزمینی فاقد تغذیه می‌گردند، از طرف دیگر چون آبهای مذکور تصفیه نیز نمی‌شود در اثر مخلوط شدن با فاضلاب شدیداً آلوده گردیده و در نهایت باعث آلودگی رودخانه‌ها و سواحل می‌گردند. همچنین معمولاً شبکه فاضلاب شهرها در مواقع بارندگی شدید توان عبور تمام آنها را ندارد، لذا در برخی از ساختمانها و معابر فاضلابها بالا آمده و باعث آلودگی محیط زیست شهری می‌گردند (صغری مقدم، ۱۳۷۸: ۳۹).

طی چنددهه گذشته شیوه‌های جدیدی برای مقابله با سیلاب ابداع شده که از جمله می‌توان به منطقه‌بندی سیلابدشت، برقراری بیمه سیل‌زدگی و تعبیه سیستمهای هشدار دهنده سیل اشاره کرد. این روشها بیشتر ماهیتی پیشگراانه دارند و نه درمانی. تعبیه و اجرای طرحهای مشخصی برای کاربری اراضی شهری، وضع مقررات و قوانین و همچنین آموزش مردم می‌تواند خسارات ناشی از سیل را کاهش داده و به حداقل رساند و در عین حال از صرف هزینه‌های سنگین و گزاف برای احداث تأسیسات مهار سیلها که بسیار سرمایه‌برند اجتناب کرد. شیوه‌های بالنسبه جدید پنبایی هم وجود دارد که نه کاملاً ساختمانی و نه تماماً ساختمانی و نه تماماً غیرساختمانی‌اند. مثلاً در بعضی از موارد، اراضی پست و گودشهرهای بزرگ را به پارک و فضای سبز تبدیل می‌کنند و به این ترتیب از احداث بنا و ساختمان‌سازی در این قبیل اراضی جلوگیری می‌کنند. با اتصال این اراضی به یکدیگر می‌توان شبکه‌ای پیوسته از فضای باز در شهرها به وجود آورد و با هدایت سیلابهای شهری به داخل آنها خسارات و مشکلات سیلابهای شهری را به حداقل ممکن



هستند. طغیان و سرریزی آب از روی بسیاری از سازه‌های کنترل سیل نظیر دیواره‌های سیل بندخاکی و یا تخریب این سازه‌ها در اثر نشست فونداسیون و یا آب شستگی و فرسایش و نیز اجرای غلط این تأسیسات به صورت بسیار واضح سبب خسارت در مناطق شهری و غیرشهری شده است. از طرفی بالآمدن کف مسیل‌ها بر اثر رسوبات زیادی که توسط سیلاب حمل می‌شود و در ته آنها نشست می‌کند باعث می‌شود که حتی لایروبی مسیلها و رودخانه‌ها مفید نبوده و نتواند از کارایی لازم برخوردار باشد و موارد زیادی باعث پس زدن آب و سرآزیر شدن آن به نواحی پیرامونی مسیل و سیل زدگی مناطق شهری گردد (جیتی، ۱۳۷۱: ۲۸۷).

## ۲-۲- مخاطرات ناشی از آب

هنگامی که در طراحی و برنامه‌ریزی شهری و روستایی در جستجوی راه‌حلی برای تأمین آب هستیم لازم است که مسائل ناشی از آب را هم پیش‌بینی نماییم. عمده‌ترین مشکل یا بهتر بگوییم مخاطرات ناشی از آب به شرح زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

همه ساله شاهد حوادث ناگوار ناشی از سیل و تلفات آن در شهرها و روستاها هستیم چنانچه از حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها و شبکه‌های آبراه‌های منتهی به شهرها یا روستاها آگاهی کافی داشته باشیم قادر خواهیم بود با توجه به ویژگیهای آب و هوایی و سایر خصوصیات محیطی رواناب حوضه را به دقت شناسایی کنیم و در صورت لزوم با مهار و کنترل آن از بروز ضایعات ناشی از سیل در سکونتگاه‌ها جلوگیری کنیم.

برای کنترل و مهار سیلاب لازم است قبل از هر چیز علل و عوامل مؤثر در سیل خیزی را دقیقاً بشناسیم. عمده‌ترین این عوامل عبارتند از: عوامل اقلیمی: در میان عناصر و عوامل اقلیمی بارندگی عمده‌ترین نقش را در وقوع طغیانها و سیلابها ایفا می‌نماید. در این رابطه مقدار بارندگی و نوع بارندگی و سایر ویژگی‌های بارش در خور توجه است. بدیهی است که در اثر بارندگی زیاد و طولانی خاک اشباع می‌شود و رواناب سطحی افزایش می‌یابد. به همین دلیل بارندگی‌های سیکلونیک علیرغم شدت کم و ریز دانه بودن بر اثر تداوم منجر به وقوع سیل می‌شود.

اما باید بدانیم که بارندگیهای کانوکشنال(عروجی) به دلیل شدت زیاد و درشت دانه بودن فرصت نفوذ در زمین را پیدا نمی‌کنند و به جای جریان یافتن عمقی در سطح زمین جاری شده و حجم و شدت رواناب را افزایش می‌دهند. نتیجه اینکه سیلابهای عظیم و مخربی در اثر این نوع بارندگی‌ها ایجاد می‌شود.

این نوع ریزشهای جوی بیشتر خاص اقلیم مناطق خشک و بیابانی (که فاقد پوشش گیاهی کافی بوده و خاک هم ریزدانه و کم نفوذپذیر می‌باشد) است و لذا شهرها و روستاهای این مناطق مثل زاهدان، زابل، بوشهر و... رابه شدت تهدید می‌کنند. البته در شهرهایی مثل مشهد، تهران و امثال آن نیز در بهار می‌توان این بارندگی‌ها را شاهد بود.

علاوه بر مسائل فوق به هنگام گذر از فصل سرد زمستان به بهار که برفها در حال ذوب شدن هستند یک بارندگی به ویژه باران گرم، ذوب برفهای کوهستانی را تسریع و تشدید می‌نماید. در نتیجه دبی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها به سرعت زیاد می‌شود و به کمک شیب زیاد سطوح کوهستانی سیلابهای بهاری را به وجود می‌آورند.

با توجه به این مسائل لازم است که آمارهای بارندگی (حداقل ۳۰ سال) به دقت تجزیه و تحلیل گردند و با توجه به بارندگیهای حداکثر مقدار بارش و حداکثر شدت بارش دوره بازگشت محاسبه شود (مردیان، ۱۳۷۴: ۲۱۰).

در همان منطقه شهری باقی نگاه داشت و از تخلیه و خروج آن از حوزه هیدرولوژیکی مربوطه خودداری کرد. نتیجه مهمی که حاصل شد این بود که کنترل و اعمال مدیریت برسیلابهای شهری وظیفه‌ای است جدی و خطیر که تحقق بخشیدن به آن به بذل کوشش‌های فراوان و پشتیبانی مالی و بودجه‌ای قابل توجه نیاز دارد. کارشناسان به این نتیجه رسیدند که برای تقلیل و به حداقل رساندن دستکاری و دخالت در محیط هیدرولوژیکی بهتر آن است که در هر جای ممکن روانابهای ناشی از بارندگی را به داخل خاک‌های مناطق شهری نفوذ دهیم. پارکها و کمربندهای سبز می‌توانند این کار را تسهیل کنند (لیندگونا، ۱۳۷۴: ۵۲).

بروز بارندگیهای متوالی، طغیان رودخانه‌ها و جاری شدن آب در دشتهای مسطح از جمله عواملی است که در بنیاد محیط‌های مختلف مسکونی مورد توجه قرار دارد. از استقرار و توجه شهرها در شیب‌های تند، نقاط پست و سیل‌گیر باید جداً احتراز شود و پیش‌بینی‌های لازم در رابطه با احتمال طغیان رودخانه‌ها و سیلاب صورت پذیرد و حتی الامکان از توسعه شهر در جهت اراضی پست و سیل‌گیر دوری جسته شود (شبعه، ۱۳۸۰: ۱۸۰).

متأسفانه مهاجرین تازه وارد به شهرها بنا به دلایل مختلف و از جمله عادات خودسرانه در مکان‌گزی، مسکن خود را بر سرراه مسیل‌ها و در حریم آنها انتخاب می‌کنند. یک چنین جایگزینی نادرست موجب می‌گردد که گاه سیلاب‌های بسیار شدید و مخرب خسارات جانی و مالی بسیاری به بار آورد. به عنوان مثال سیل خرداد ۷۱ در نه دره (کوی آب و برق مشهد) منجر به تخریب و ویرانی خانه‌های سر راه و کشته شدن عده‌ای گردید (مردیان، ۱۳۷۴: ۶۴).

یکی از مهمترین مسائل محیطی پیش‌بینی سیلابهاست. براساس روشهای متداول هیدرولوژیستها پیش‌بینی سیلابها پس از شروع رگبار امکان‌پذیر است که معمولاً وقت کافی برای عملیات آمادگی وجود ندارد و در هر صورت خسارتهای سیلاب غیرقابل اجتناب می‌شود. اما اگر الگوهای گردشی به وجودآورنده شناسایی شوند می‌توان از حداقل یک یا دو روز قبل با رؤیت آغاز توالی الگوهای مختوم به ایجاد سیل، وقوع سیلاب را پیش‌بینی کرد و در این صورت فرصت کافی برای ایجاد آمادگیهای لازم وجود دارد (علیچانی، ۱۳۸۱: ۲۰۲).

غلبه سیلاب بر سیستم جمع‌آوری و دفع آبهای ناشی از بارندگی و شکست سیلابروهای درون شهری زمانی رخ می‌دهد که سیلابروها دارای ظرفیت کافی برای دفع حداکثر آب دهی لحظه‌ای سیلاب نباشد. در نتیجه آب در سطح خیابانها جاری می‌شود و یا جهت جریان آب در سیلابروهای مدفون معکوس و وارونه می‌گردد. مطالعات سازمان ملل در زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی هیدرولوژی مناطق شهری مواردی به این شرح را روشن کرده است:

- جمع‌آوری و دفع رواناب‌های ناشی از بارندگی در اراضی شهری را می‌توان نوعی خدمات ایمنی، بهداشتی و رفاهی تلقی کرد که به جامعه شهرنشین عرضه می‌شود.

- منافع و فواید این گونه خدمات عبارتند از کاهش خسارت وارد بر اموال و دارایی‌ها، کاهش وقفه و کندی درآمد و شدت، کاهش خطر و زیانهای وارد بر بهداشت و بهبود و افزایش زیبایی و افزایش سطح کیفیت محیط زیست شهری (عبداللهی، ۱۳۸۲: ۴۵).

یکی از دلایل مهم بروز سیلاب در نقاط شهری عدم دقت در اجرای طرحهای کنترل سیلاب شهری است و در بسیاری موارد، سازه‌ها و تأسیساتی که می‌بایست باعث کنترل سیلاب گردند، خود عاملی جهت بروز سیلاب



### ۳-۲- روانابهای شهری

مهمترین مسائل مدیریت آب کشور در سیستمهای شهری و طبیعی، کنترل و مهار سیلابهای اتفاقی و ذخیره آن برای فصول خشک و کم آب و کاهش خطرات ناشی از سیلاب به عنوان یک بلائی طبیعی می باشد. ذخیره آب می تواند در سطح یا زیرزمین انجام شود. در سیستمهای طبیعی این عمل با شیببندی دامنه ها، حفر چاههای مخصوص، تلقیح مصنوعی سفره های آب زیرزمینی، ایجاد سدهای خاکی و بتونی در مسیر دره ها و خروجی حوزه های آبخیز انجام می شود. با انجام این کار از طریق برنامه ریزی و طراحی مناسب سطوح خیابانها، میدانها و ساختمانها علاوه بر مهار آب و جلوگیری از روان شدن سیلاب می توان از آب مهار شده در آبیاری فضای سبز شهری و حتی شرب استفاده نمود (مجله سبزینه، ۱۳۸۲: ۲۰).

### ۲-۴- فاضلابهای ناشی از بارندگی

آب باران پس از رسیدن به زمین و جریان آن به سمت کانالهای فاضلاب تحت تأثیر یک رشته عواملی قرار می گیرد که توجه به آنها در محاسبه مقدار فاضلاب لازم است.

**عوامل دسته اول:** قسمتی از آب باران پس از رسیدن به زمین در آن نفوذ کرده و به سفره های آبی زیرزمینی می پیوندد. قسمت دیگری از آب باران پس از رسیدن به زمین دوباره به صورت بخار به جو برمی گردد. این تبخیر ممکن است مستقیماً انجام گیرد (تبخیر سطحی) و یا به صورت تعرق گیاهان و یا به صورت تبخیر از زمینهای مرطوب رخ می دهد. عواملی از قبیل درجه نفوذپذیری زمین، پستی و بلندی و شیب زمین موردبارش، درجه گرما و درجه رطوبت محیط و بالاخره میزان شدت وزش باد در محل عواملی هستند که در شدت و ضعف پدیده های نامبرده مؤثرند. با توجه به اینکه ضریب نفوذپذیری زمین در ابتدای یک بارندگی بیشتر و پس از مدتی به علت بالا رفتن درجه اشباع زمین نسبت به آب کاسته می شود و نیز به علت بالا رفتن درجه رطوبت هوا پس از شروع بارندگی و کاهش درجه تبخیر، عملاً اثر عوامل دسته اول در مدت بارش نیز ثابت نمی ماند.

**عوامل دسته دوم:** هر قطره از آب باران پس از رسیدن به زمین، زمانی را به نام زمان تمرکز لازم دارد تا با قطره باران دومی که در فاصله دوری به زمین نرسیده است جمع گردد. لذا لازم است مدت زمان جریان قطره اول برابر و یا کوچکتر از مدت زمان بارندگی باشد. در صورتی که مدت زمان بارش کمتر از مدت زمان جریان قطره باشد این دو قطره هیچگاه با هم جمع نمی گردند.

**عوامل دسته سوم:** به علت حرکت ابرها، رگبارهای حاصله از آنها نیز جابجا می شوند، لذا در حوزه های آبریز پهناور به علت نابرابر بودن شدت بارندگی و بسته به گستردگی حوزه احتمال بارندگی با شدت ماکزیمم در همه حوزه کم می گردد. البته در مورد شهرهای کوچک این پدیده قابل چشم پوشی است. روش های جمع آوری فاضلاب شهری را می توان به صورت درهم و با کمک یک رشته فاضلابرو برای هدایت فاضلابهای خانگی و آبهای سطحی انجام داد و یا به صورت مجزا و با ایجاد دو رشته مجرای گوناگون یکی برای هدایت فاضلاب خانگی و دیگری برای هدایت آبهای سطحی ناشی از بارندگی طراحی نمود. در روش درهم هزینه ایجاد شبکه جمع آوری کمتر ولی هزینه ساختمان تصفیه خانه و آلودگی محیط زیست بیشتر می باشد، در صورتی که در روش مجزا هزینه ساختمان شبکه بیشتر ولی آلودگی محیط زیست کمتر می گردد (منزوی، ۱۳۷۳: ۲۹).

تأسیسات یک شبکه جمع آوری فاضلاب تشکیل شده است از: فاضلابروها و یا کانالهای جمع آوری فاضلاب که به گروه های زیر تقسیم بندی می شوند:

### - انشعاب خانه ها

- کانالهای فرعی فاضلاب که با مقطع دایره ای شکل ساخته می شود.  
- کانالهای اصلی و شاه لوله های فاضلاب معمولاً با مقطع دایره ای و در شبکه های درهم می تواند به شکل تخم مرغی و یا دایره ای مرکب انتخاب گردد.

- کانالهای ویژه آب باران که معمولاً بتن آرمه و با مقطع های گوناگون ساخته می شوند.

- لوله های زیر فشار جهت انتقال فاضلاب از ایستگاههای پمپاژ در شهرهایی که شیب طبیعی کافی ندارند.

- ساختمانهای ویژه: به علت ویژگیهای فاضلاب علاوه بر فاضلابروها باید در مسیر شبکه تعداد بسیاری ساختمانهای ویژه ساخته شوند که مهمترین آنها عبارتند از:

- آدمروها که برای تمیز کردن و تعمیر کانالها ساخته می شوند دریاچه های ریزش آب باران و شستشوی خیابانها که در کنار سواره رو قرار می گیرند.

- دریاچه های ریزش برف

- سرریزهای آب باران که در شبکه های درهم ساخته می شوند.

- دریاچه های ریزش فاضلاب برای شهرهایی که شیب طبیعی زیادی دارند.

- زیرگذرها و روگذرها برای گذاردن لوله های فاضلاب از زیر رودخانه ها.

وظیفه یک شبکه فاضلاب بیرون راندن هر گونه پسابهای شهری است. شبکه جمع آوری باید به گونه ای طرح گردد که از نظر نیروی انسانی نیاز به نگهداری زیادی نداشته باشد به ویژه از نقطه نظر شیب کف کانالها باید پیش بینی های لازم در طرح انجام گرفته باشد تا این که مواد معلق و شناور ته نشین نگردیده و سطح مقطع جریان کاسته نشود. (منزوی، ۱۳۷۳: ۱۷)

در اوایل قرن ۲۰ فاضلاب اغلب جوامع مستقیماً به جویبارها، رودخانه ها و شبکه های آب باران تخلیه می شد. حاصل این کار تجمع لجن، ایجاد بوهای نامطبوع و مزاحم و شرایط زشت ظاهری بود. برای مقابله با این مسائل احداث شبکه های مجزای جمع آوری و تصفیه فاضلاب جنبه قانونی پیدا کرد. با کاربرد روشهای فشرده تر تصفیه فاضلاب جنبه قانونی پیدا کرد. با کاربرد روشهای فشرده تر تصفیه فاضلاب که با تولید مقادیر عظیم لجن همراه بود، مشکل دفع لجن به وجود آمد. در اثر اتصال غیرمجاز ناودانهای آب باران به شبکه فاضلاب خانگی و نیز از راه دریاچه های آدم رو در کف خیابانها مقداری از آب باران وارد شبکه فاضلاب خانگی در سیستم مجزا می گردد. بسته به تعداد سوراخهای موجود در دریاچه های نامبرده و شدت رگبارهای بارندگی برای هر دریاچه از ۱/۱۰ تا ۳ لیتر در ثانیه تغییر می کند. مقدار کل آب بارانی که در سطح شهر بدین ترتیب وارد شبکه فاضلاب خانگی می شود بسته به سطح فرهنگ مردم و شکل ساختمانی شبکه بین ۱۰ تا ۳۰ درصد تغییر می کند. (همان منبع، ۱۳۷۳: ۲۲)

یکی از عمده ترین مشکلات و تنگناهای اکثر شهرها، فقدان سیستمهای فاضلاب شهری و عدم پیش بینی های لازم در طراحی شهری، مبنی بر ایجاد شبکه جمع آوری آبهای سطحی و حتی جدول های با عرض و شیب مناسب جهت هدایت آبهای سطحی می باشد و همین امر باعث گردیده، به محض نزول اولین بارندگی ضمن مختل ساختن جریان سیستم های مختلف شهر، سیلاب بیشتر منطقه های مختلف شهر را فراگیرد. علاوه بر این عدم وجود چنین سیستم هایی باعث شده، قسمت های زیادی از اراضی شهری به علت بالا بودن آبهای سطحی و اضافه شدن فاضلابهای خانگی و صنعتی غیرقابل استفاده گردد و همچنین قسمتهای زیادی از منابع محیط زیست، با خطر آلودگی ناشی از این آلوده کننده ها مواجه شود (زارع، ۱۳۷۱: ۴۰۳).



## ۲-۵- نحوه دفع آبهای سطحی و آب باران در شهر و معابر آن

به صورت کلی می‌باید مسیل‌ها و جویها و کانالهای آب باران در یک شهر به صورت هماهنگ شده‌ای با هم کار کنند تا در مواقع حاد سیلابی بتوانند حجم بزرگ آبهای سطحی را بدون آن که صدمه‌ای به شهر بزند از خود عبور دهند. دفع آبهای سطحی آب باران در شهر نیاز به بررسی‌های معینی دارد به این معنی که در وهله اول می‌باید اطلاعات مربوطه به حجم دقیق آب باران و تغییرات آن در یک شهر جمع آوری شود و سپس حجم مسیل‌ها و جوی‌ها نیز برداشته شوند و این دو به صورت مشخص با هم مطابقت داده شوند. برای جلوگیری از فرسایش سطوح جریان رواناب باید کمتر از ۲۵ میلی‌متر و سرعت آن نباید بیشتر از ۰/۸ تا ۰/۹ متر بر ثانیه باشد. در صورت عدم تطابق این دو عامل می‌باید طی راه حل‌های معینی مسیلها و جویها تعریض شوند و از ابراز دیگری مانند استخرهای تأخیری سیل در مکانهای معینی استفاده شود. دفع آبهای سطحی، خود یکی از رشته‌های تأسیسات است که دارای روشها و تکنیک‌های مشخصی است. (مجتهدزاده، ۱۳۷۹: ۱۷۵)

از دیگر مسائل مهم و حیاتی شهرها کنترل پیوسته سطح آبهای زیرزمین است. در سطح شهر به دلیل ساخت و سازهای غیرقابل نفوذ و متراکم شدن خاک، نفوذ آب به لایه‌های زیرین زمین مشکل می‌شود. بدین جهت از یک طرف مشکلات تأمین آب و از طرف دیگر ترمیم آن به وجود می‌آید. کنترل آبهای سطحی در شهرها از این نظر اهمیت دارد که خود بخشی از آبهای زیرزمینی را تأمین می‌کنند. با افزایش نفوذ آن در خاک ممکن است سطح آبهای زیرزمینی بالا آمده و زیرزمینها، گذرگاه‌های زیرخيابانی، کانالهای فاضلاب در معرض تهدید قرار گیرند. کاهش نفوذ آن در خاک نیز ضایعات بیولوژیکی و عوارض خاص ناشی از پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی را به همراه دارد (رهنمایی، ۱۳۶۹: ۱۰۴).

## ۲-۶- روشی برای حل مشکل سیلابهای شهری

### ۲-۶-۱- تغذیه مصنوعی

یکی از راههای جلوگیری از هدر رفتن سیلابها و آبهای سطحی اضافی، تغذیه آنها به زیرزمین و ذخیره آنها در لایه‌های آبدار است که به آن اصطلاحاً تغذیه مصنوعی می‌گویند.

تغذیه مصنوعی به روشهای مختلف انجام می‌شود که به شرایط محل و امکانات موجود وابسته است. در روش پخش سطحی آبهای اضافی به طرف حوضچه‌ها یا استخرهایی منحرف می‌شود تا از کف نفوذپذیر آنها به داخل زمین تراوش کند. البته قبل از ورود به داخل این حوضچه‌ها وارد یک حوضچه رسوبگیر می‌شود تا پخش اعظم مواد رسوبی آن ته‌نشین شود. این روش در برخی از نقاط ایران از جمله دشت قزوین، گرمسار و ورامین اجرا شده است. تغذیه مصنوعی همچنین با استفاده از چاه نیز انجام می‌گیرد. «چاه تغذیه» چاهی است که آب را از سطح زمین به لایه‌های آبدار زیرزمینی انتقال می‌دهد. در واقع در این چاهها جریان آب برعکس چاههای آبکشی معمولی است. تغذیه مصنوعی به وسیله چاهها برای تغذیه لایه‌های آبدار تحت فشار یا زمانی که یک لایه نفوذناپذیر گسترده بین سطح زمین و لایه آبدار وجود دارد و همچنین وقتی که زمین کافی در دسترس نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع در عملیات تغذیه مصنوعی به جای ذخیره آب در مخازن سطحی، آب در مخازن زیرزمینی ذخیره می‌شود. برحسب شرایط ممکن است این یا آن روش کارایی بیشتری داشته باشد (صداقت، ۱۳۷۹: ۱۰).

## ۲-۶-۲- خطرهای تغذیه مصنوعی

مناطق که برای نفوذ دادن آب باران به داخل خاک و تغذیه مصنوعی در نظر گرفته می‌شود باید با توجه و دقت زیاد انتخاب گردد. لایه‌های خاک بین کف لایه آبدار زیرزمینی تا سطح زمین می‌تواند تا حدود زیادی تعیین کننده کارایی این سیستم ذخیره باشد. البته باید توجه داشت که نفوذ دادن روانابهای آلوده در خاک کاری بی‌ضرر و خالی از اشکال نیست. اگر مخازن زیرزمینی آلوده شوند، تصفیه آنها هم از نظر علمی و هم از جنبه اقتصادی تقریباً غیرممکن می‌شود.

بنابراین لازم است که روانابهای بارندگی قبل از آن که به محل تغذیه مصنوعی انتقال داده شوند، در تصفیه خانه فاضلاب شهر و یا در تصفیه خانه‌های مجزای دیگر تصفیه گردند.

حوضچه‌های تأخیری در واقع استخرهای روباز بتونی‌اند که برای نگهداری روانابهای ناشی از بارندگی تا زمانی که امکان تصفیه آنها فراهم آید به کار می‌روند.

بعضی از اوقات نیز می‌توان از حوضچه‌هایی برای ذخیره طولانی‌تر سیلابها استفاده کرد که در آن صورت استخرهای مزبور نظیر دریاچه‌های مصنوعی عمل می‌کنند. هر دو نوع حوضچه را باید گاه به گاه لایروبی و موادی را که در کف آنها ته‌نشین شده خارج کرد.

روش دیگر برای حل مشکل ناشی از سیلابهای شهری آن است که سیستمهای مختلط موجود برای جمع‌آوری و دفع روانابها و فاضلابها به دو سیستم جداگانه و مستقل تبدیل شوند. متأسفانه این روش شاید گرانترین و پیچیده‌ترین راه حل باشد. (لیند، گونار ۱۳۷۴: ۵۴)

روند بارندگی - رواناب در مناطق روستایی، اساساً با نگهداری سطحی آب باران، مشخصات نفوذ از سطح و الگوی زهکشی تشکیل شده به وسیله شاخه‌های طبیعی جریان تعیین می‌گردد.

آب باران در این مناطق ضمن شکستن و فرسایش خاک مسیر ظرفیت مناسب را برای عبور خود ایجاد می‌کند. به این حالت زهکشی طبیعی، سیستم زهکشی مصنوعی نیز افزوده می‌شود. مناطق شهری، عموماً شامل محللهایی غیرقابل نفوذ یا با نفوذپذیری کم مثل پشت بام، جاده و پارکینگ می‌باشند که دارای توانایی نگهداری و نفوذ آب به مراتب کمتر از مناطق روستایی هستند. به علاوه سیلاب در حوضه‌های شهری در سطوح صاف و غیرقابل نفوذ که با سیستم زهکشی مصنوعی به وسیله بشر ساخته شده است با سرعت بالا اتفاق می‌افتد. با توجه به این عوامل حالت شهری یافتن منابع طبیعی باعث ازدیاد حجم و شدت رواناب و احتمالاً وقوع سیل در مناطق پایین دست می‌شود. این پدیده نیز می‌تواند موجب فرسایش در مجاری آب در پایین دست بشود. توسعه مناطق شهری نیز اثرات نامطلوبی در کیفیت آب باران گذاشته است. آلودگی‌های تجمع یافته در مناطق غیرقابل نفوذ شهری ناشی از منابع مختلف در روزهای خشک، توسط آب باران شسته می‌شوند و این آلودگی‌ها سریعاً توسط رواناب شسته و به منابع آب می‌پیوندند.

مهمترین منابع آلودگی در حوضه‌های شهری عبارتند از: گرد و خاک و آشغال، ریختن و یا انبار کردن آشغالهای شهری و یا صنعتی، فضولات ناشی از حیوانات خانگی و یا دیگر حیوانات، روغن ریخته شده از وسایل نقلیه، آشغالهای مناطق خانگی، آفت کشها و کودهای مربوط به پارکها و فضای سبز و خاک فرسایش یافته از مناطق درست ساختمان‌سازی. همچنین رواناب شهری ممکن است حاوی مواد سمی مختلف باشد که می‌تواند به عنوان مهمترین تهدیدکننده منابع آب محسوب گردند. (برومنلسب، ۱۳۸۱: پیش گفتار)



## ۷-۲- نقش شیب در برنامه‌ریزی شهری

مجموعه ناهمواری‌های سطح زمین به طور عمده از سه عنصر تشکیل شده که عبارتند از: «خط الرأس»، «خط القعر» و سطح شیبدار بین آنها یعنی «دامنه». عنصر شیب یا دامنه که در همه اشکال ماکرو و میکرو، ولو به صورت اندک، وجود دارد، یکی از مهمترین عوامل تغییر و تحول ناهمواری‌های سطح زمین به شمار آمده و به این ترتیب در زندگی انسان و فعالیتهای وی بطور مستقیم یا غیرمستقیم اثر می‌گذارد.

دامنه‌ها و سطوح شیبدار اگرچه کمتر به تصرف انسان درآمده‌اند، اما برخی از فعالیتهای انسان نظیر کشاورزی تراس‌بندی شده یا کشت دیم، طرق ارتباطی و جاده‌های بین شهری، دکل‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو، پروژه‌های آبرسانی، بخشی از پیکره شهرهای کوهستانی، پایکوهی و یا دره‌ای و دیگر مستحقات بر روی دامنه‌ها استقرار یافته‌اند. احداث هر یک از این تأسیسات از یک سو به مقدار شیب معینی نیاز دارد و از سوی دیگر شدیدا متأثر از تغییرات شیب و ناپایداری دامنه‌هاست. زیرا این سطوح به سبب دخالت و تسلط فرایندهای آغازین (هوازگی و تخریب)، نیروی ثقل و رواناب سطحی، بسیار دینامیک و پویا هستند. لذا متحمل انواع حرکات دامنه‌ای (ریزش، خزش، لغزش و جریان و نظایر آن) می‌گردند. بنابراین در برنامه‌ریزیهای شهری نقش و عملکرد شیب بایستی به دقت مدنظر قرار گیرد.

پروژه‌های برون‌شهری (بین شهری) خارج از قلمرو برنامه‌ریزی شهری نمی‌تواند باشد، زیرا پروژه‌های صنعتی، کشاورزی و یا عمرانی به هر شکلش می‌تواند به شهر و شهروندان مربوط باشد. برای شناسایی آستانه‌های شیب مورد نیاز، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های شیب و یا نقشه‌های اشکال سطحی از کارایی لازم برخوردارند. شهرهای کوهستانی، پایکوهی و یا شهرهای مستقر در دامنه‌های دره‌ای و مخروط افکنه‌ها، معمولا شیبدار بوده و ضمن این که شیب عمومی آنها در یک جهت است، در جهات مختلف نیز دارای شیب هستند. وجود این شیبها اگرچه از بعضی جهات مانند زیبایی شهر، جلوگیری از انباشت موادتخریبی در سطح شهر و یا شستشوی طبیعی معابر توسط رواناب (به هنگام بارندگی) و غیره حائز اهمیت است. ولیکن شیب سطح شهرها (بالاخص شیبهای بحرانی و بیش از اندازه) می‌تواند مشکلاتی نظیر وقوع سیل، دشواری حمل و نقل درون شهری، اختلال در احداث بناها و تأسیسات، حرکات و دینامیکهای دامنه‌ای مخرب، و امثال آن را به بار آورد. سطوح هموار و کم شیب مانند دشتهای بزرگ مسطح و امثال آن که دارای عوارض و شیب کمی هستند برای استقرار شهرها مناسب می‌باشند. در این رابطه حداکثر شیب زمینی که قرار است پیکره شهر بر روی آن استوار گردد معمولا نباید از ۱۱ درجه تجاوز کند. البته بسته به شرایط محیط این مقدار اندکی تغییر می‌کند، مثلاً در دوره کانکتیکات (ایالات متحده آمریکا) شیب ۸ درجه یا ۱۵ درصد به عنوان حد فوقانی شیب قابل اجرا برای ساخت و ساز خانه‌های رسمی و یا انجام آزمایشهای شهری متمرکز در نظر گرفته شده است. با انجام یک سری مطالعات توپوگرافیک نیز می‌توان جهت شبکه خیابانی و معابر شهر را به تناسب شیب زمین مشخص نمود. بدین معنی که با انتخاب بهترین مسیر ممکن از لحاظ شیب، قادر خواهیم بود کارایی خیابانها و معابر شهر را بهبود بخشیم. این عمل می‌تواند از انباشت موادتخریبی، حرکت آبهای روان، تخریب ناشی از سیل و قرارگیری خیابانها در فضاهای پشت به آفتاب و سایر مشکلات جلوگیری نماید. یکی از مهمترین مسایل بالاخص شهرهای کوهستانی ایران، مسأله نورگیری خیابانهای شهری و به دور ماندن از تابش آفتاب است. لذا در نواحی سردسیر و در فصل زمستان، برای مدت زیادی برف و یخ بر سطح خیابانها برجای مانده و به این ترتیب

(بر اثر شیب زیاد و برف و یخ) آمد و شد با مشکلاتی روبرو می‌گردد. با توجه به آنچه که بیان گردید، به طور کلی در طراحی و برنامه‌ریزی شهری به ویژه هنگام ارائه طریق برای ساخت خیابانهای جدید باید به نکات زیر توجه نمود.

• جهت خیابان نباید عمود بر جهت شیب باشد. بلکه با جهت شیب (امتداد خطوط تراز) زاویه‌ای منفرجه یا حاده درست کند. چرا که در صورت عمود بودن اولاً شیب خیابان زیاد خواهد شد و لذا حمل و نقل شهری به کندی و با اتلاف انرژی و وقت زیاد انجام می‌گیرد، ثانیاً ضلع‌های جنوبی خیابانها اغلب از آب، برف و یا یخ انباشته می‌شود.

ظرفیت تخلیه کانالهای کنار خیابان و شبکه فاضلاب شهری (اگو) باید از رأس شیب به سمت قاعده افزایش داده شود. با رعایت این نکات و سایر موارد می‌توان بر روی دامنه‌های شیبدار، بالاخص در شهرهای پایکوهی ایران، آمد و شد نسبتاً کارآمد و کم خطر را تأمین نمود (زمردیان، ۱۳۷۴: ۲۵).

شیب بیشتر از آن جهت مورد توجه است که آب باران در سطح خیابان باقی نماند. شیب خیابانها معمولاً ۵٪ است و این در مورد طول خیابان است ولی به ملاحظات توپوگرافی شاید لازم آید شیب خیابانهای اصلی بین ۶ تا ۷٪ و خیابانهای فرعی ۱۰ تا ۱۲٪ باشد. عرض خیابان آسفالت نیز معمولاً ۱/۵ تا ۲٪ است (شعبه، ۱۳۸۰: ۱۸۶).

حوزه‌های آبخیز اطراف شهرها گاه به دلیل نزول بارانهای تند (رگبار)، مواد دامنه‌ها را شسته و به همراه خود به نواحی پایین دست حمل می‌کند. این مواد فرسایشی علاوه بر تغییرات فیزیکی در سطح زمین، گاه زمینهای خوب و مرغوب کناره شهرها را از حالت طبیعی در آورده و آنها را به صورت زمینهای سنگلاخی در می‌آورد. علاوه بر آن فرسایش زمین پیامدهای دیگری نیز دربردارد.

در شیبهای تند ممکن است تحت تأثیر عملیات تخریبی و جابجایی مواد، یک سلسله تغییرات فیزیکی در چهره زمین ایجاد گردد. از جمله این تغییرات می‌توان از حرکت گل و لای (روانه گل)، لغزش دامنه‌ها و فروریزی آن (سولیفلوکسیون)، حرکت و افتادگی دامنه‌ها (پدیده کریپ) و بالاخره ریزش و واریزه نام برد. تمامی این حرکات می‌تواند چشم‌انداز طبیعی محیطهای حاشیه شهری و حتی درون شهری را نیز دگرگون سازد. زنده‌ترین مثال این گونه ضایعات حاصل از حرکات موادفرسایشی و تخریبی تابستان سال ۱۳۶۶ در شهر تهران یعنی در تجریش و دامنه‌های جنوبی توحال اتفاق افتاد که به دنبال آن انبوه مواد فرسایشی در بستر رودخانه‌ها به حرکت درآمده و گذرگاههای شهری را مسدود کردند.

## ۷-۲-۱- تعیین جهت خیابانهای شهری

با انجام مطالعات توپوگرافیک می‌توان جهت شبکه خیابانی را به تناسب شیب دامنه مشخص کرد. بدین ترتیب که با انتخاب بهترین مسیر ممکن از لحاظ شیب، کارایی خیابانها را بهبود بخشید. این عمل می‌تواند از انباشت موادتخریبی، حرکت آبهای روان، تخریب ناشی از سیل و قرار گرفتن خیابان در فضاهای پشت به آفتاب جلوگیری نماید.

یکی از مهمترین مسائلی که شهرهای کوهستانی ایران با آن مواجه هستند، مسأله نورگیری خیابانهای شهری و به دور ماندن از تابش آفتاب است. اصولاً دامنه‌های شمالی کوه‌ها به هیچ وجه برای ساختن خیابان و گذرگاه مناسب نیستند. مردم عادی بدون توجه به این نکات، در برخی شهرهای کوهستانی منازل خود را در دامنه‌های پشت به آفتاب می‌سازند. در نتیجه این عمل، به ویژه در نواحی سردسیر، ماه‌های زیادی از سال برف



رطوبت در رابطه با جنس مصالح ساختمان و فشردگی یا گسترده بودن آن قابل تأمل است. با توجه به عملکرد باد و میزان رطوبت در افزایش یا کاهش درجه حرارت یادآوری این نکته لازم است که ممکن است یک روز گرم با آسمانی صاف و بدون رطوبت روز راحتی برای انسان باشد در حالی که همین روز گرم اگر با رطوبت بالایی توأم باشد ناراحتی انسان را فراهم می‌کند. در هر شهری بررسی مقادیر بارش و حجم کل باران و ظرفیت مسیل‌ها و چگونگی تخلیه آنها از جمله برنامه‌های تأسیساتی مهم تلقی می‌شود. آبهای سطحی معمولاً از مسیر معینی عبور می‌کنند.

عرض و طول مسیلها و داغاب‌ها در کناره آنها نشانگر حداکثر مقادیر مختلف جریان آب در آنهاست. بنابراین حفظ حریم مسیل‌ها و نگهداری آنها، ممانعت از ریختن زباله در آنها، از جمله عوامل مهم مدیریت شهری است. در غیاب این نوع مدیریت شهری، ممکن است مسیل‌های شهری یک شهر مسائل مهمی برای آن ایجاد کند، مثال این گونه مسائل شهری مسیل گلابدره تهران است که در سال ۱۳۶۶ صدمات شدیدی به بافت اطراف این مسیل وارد نمود. صدمات این مسیل را بسیار بالاتر از صدمات یک زلزله ۶ ریشتری ارزیابی کرده‌اند (شبیخه، ۱۳۸۰: ۱۹۹).

یکی از محورهای طرح ریزی کالبدی شهرها توجه به سوانح طبیعی است. سوانح طبیعی یکی از عوامل مهم مکان یابی سکونتگاهها و فعالیتها و تعیین کاربرد اراضی است. ایران از نظر سوانح طبیعی مانند زلزله، ریزش کوه و سیل و طوفان یکی از خطرناکترین کشورهای جهان به شمار می‌رود. نگاهی به نقشه مقدماتی پهنه‌بندی خطرناکی زلزله در ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدوده خطرناکی بالا و قریب به تمام سرزمین در محدوده خطرناکی متوسط به بالا قرار دارد.

به طور کلی طرح‌ریزی کالبدی باید با ابزار مهم کاهش اثرات ویرانگر سوانح طبیعی مانند سیل و همچنین ایجاد آمادگی برای کمک رسانی بعد از وقوع سانحه را فراهم نماید. با طرح‌ریزی کالبدی می‌توان از میزان خطرات فوق کاست تا آسیب‌پذیری فضا کاهش یابد. از این نظر گزینش محل اجرای طرحهای عمرانی حائز اهمیت است. برای این منظور بایستی پیشاپیش نواحی پرمخاطره از نظر سوانح ژئوفیزیکی از زلزله‌خیزی، گسل، دشت‌های سیل‌گیر و غیره تضمین گردد. پس می‌توان هدف از طرح‌ریزی کالبدی را در این زمینه به شرح زیر خلاصه نمود:

• کاستن احتمال وقوع حادثه در سوانحی که فعالیت انسان در ایجاد و یا شدت آنها مؤثر است.

- ایجاد مقاومت نسبی در برابر نیروهای ویرانگر اولیه و ثانویه
- کاهش آسیب‌پذیری در بافت، اجزاء و ساختار کارکرد شهر
- تعبیه نظام آمادگی همیشگی در شهر برای زمانهای وقوع سانحه
- تسهیل اقدامات اضطراری و عملیات کمک رسانی برای دوران بعد از وقوع سانحه

طرح کالبدی ملی ایران از نیمه سال ۱۳۷۰ در معاونت شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی آغاز شد و در سال ۱۳۷۵ مطالعات آن پایان یافت. هدفهای این طرح عبارتند از:

- مکان‌یابی برای گسترش شهرهای موجود و ایجاد شهرهای جدید.
- پیشنهاد شبکه شهری مناسب
- توصیه چارچوب مقررات ساخت و ساز در کاربریهای مجاز سراسر زمینهای کشور
- مطالعات طرح کالبدی به سه سطح ملی، منطقه‌ای و محلی تقسیم شده است. مطالعات ملی سراسر کشور را در برمی‌گیرد، مطالعات منطقه‌ای با

و یخ بر روی سطح خیابان مانده و به این ترتیب آمد و شد با مشکل مواجه می‌شود. در طراحی شهری به ویژه هنگام پیشنهاد احداث خیابانهای جدید باید به این نکات توجه کرد:

- جهت خیابان نباید عمود بر جهت شیب باشد، بلکه باید با جهت شیب یک زاویه منفرجه یا حاده درست کند. چه در صورت عمود بودن، بخش جنوبی خیابانها اغلب از آب یا برف انباشته شده و تخلیه نمی‌شود.

- ظرفیت تخلیه کانالهای کنار خیابان از رأس شیب به سمت قاعده باید افزایش داده شود.

تنها با رعایت این نکات است که می‌توان بر روی دامنه‌های شیبدار در شهرهای ایران، که تعداد آنها نیز کم نیست، آمد و شد نسبتاً کارآمد و کم‌خطر را تعیین نمود (رهنمایی، ۱۳۶۹: ۱۰۴).

معمولاً روستاها و شهرها در نقاط مرتفع توسعه نمی‌یابند. غالب شهرها و روستاها در جلگه‌ها و دشتها و نقاطی که ارتفاع زیادی نداشته‌اند به وجود آمده‌اند. پستی و بلندی همچنان که در تغییرات آب و هوایی مؤثر می‌باشد، در شهرها نیز نقش مؤثری دارد. در احداث شبکه تأسیسات شهری مانند شبکه آب و فاضلاب، حتی الامکان سعی می‌شود که از شیب طبیعی زمین به منظور توسعه چنین شبکه‌هایی کمک گرفته شود.

اراضی پست و بلند، از نظر توسعه شهری قابل تأمل‌اند. نقاطی که پست و کم ارتفاع هستند، معمولاً از جمله اراضی مرغوب برای ایجاد محلات به حساب نمی‌آیند. خاصه در نواحی سیل‌گیر ضمن آن که امکان بروز سیل در آنها می‌رود، از نظر توسعه شبکه آب و فاضلاب و جمع‌آوری و دفع آبهای سطحی نیز با مشکلاتی روبرو می‌گردند. نقش پستی و بلندی زمین و شیب مناسب، در احداث راهها، سیمای شهرها، ارتفاع ساختمانها و بالاخره دید و منظر شهری قابل توجه است.

قرارگاه شهر یا روستا و شکل ناهمواری زمین، ممکن است به کلی مانع رشد آنها و یا باعث رشد و توسعه آنها گردد. مثلاً اگر شهرها یا روستاها در محل تلاقی کوه و جلگه واقع شده باشند، یا در محل دره‌هایی که کوهستانها را از هم جدا می‌کند، یا در نقطه بهم‌گرایی و پیوستگاه دره‌ها جای گرفته باشند، ایجاد و توسعه آنها با مشکلات چندانی روبرو نخواهد بود. در حالی که نقاطی که توسط کوهها محصور باشند، این کوهها خود از موانع مهم برای توسعه محسوب می‌شوند (شبیخه، ۱۳۸۰: ۲۰۰).

## ۲-۸- مدیریت شهری

ریزش‌های جزوی در فصول مختلف سال تأثیرات متفاوتی را در پراکندگی جماعات انسانی و تأمین منابع معیشت آنها اعمال می‌کند. در ناحیه‌هایی که دارای تابستان کم باران و خشک است، گروه‌های انسانی به گرد منابع آب دائمی مانند چشمه‌ها، رودخانه‌ها و یا چاهها حلقه می‌زنند و در نواحی دیگر که بارندگی در سراسر سال وجود دارد چنین تراکمی در سطحی وسیع‌تر و در پراکندگی بیشتری به چشم می‌خورد.

نوع مسکن در اقلیم‌های مرطوب با خشک تفاوت اساسی دارد. میزان بارندگی با نوع سقف و جنس آنها در ساختمان و طول و عرض کوچه‌ها و شیب طبیعی محلات شهری و حتی فرم‌گیری ساختمانها رابطه مستقیمی دارد. از دیدگاه دیگر، میزان درجه حرارت و ریزشهای جزوی، با کیفیت آسفالت و پوشش سطح خیابانها و کوچه‌ها در رابطه است و بایستی میزان نفوذ آب در خاک از نظر دفع آبهای سطحی و نوع پوشش سطح معابر در رابطه با درجه حرارت، مورد مطالعه قرار گیرند.

بالا یا پایین بودن درصد رطوبت نیز از جمله عوامل مؤثر می‌باشد. میزان



- ۴- دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، بخش دوم، تهران ۱۳۷۱، ص ۴۰۲-۴۰۱.
- ۵- رهنمایی، محمدتقی، ۱۳۶۹، مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی- جغرافیا، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی، چاپ اول.
- ۶- زارع، جمال، ۱۳۷۱، علل و عوامل سیلاب و آب گرفتگی در مناطق شهری ایران و راههای پیشگیری از آن، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.
- ۷- زمریدیان، محمدجعفر، ۱۳۷۴، کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، انتشارات پیام نور.
- ۸- زیاری، کریم اله، ۱۳۷۸، اصول و روشهای برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ اول.
- ۹- شیعه، اسماعیل، ۱۳۸۰، مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ دهم.
- ۱۰- صداقت، محمود، ۱۳۷۹، منابع و مسائل آب ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ سوم.
- ۱۱- طاهری بهبهانی، محمدطاهر و بزرگ زاده، مصطفی، سیلابهای شهری، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات معماری و شهرسازی ایران، تهران ۱۳۷۵، مقدمه.
- ۱۲- عبدالهی، مجید، ۱۳۸۲، مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور، چاپ دوم.
- ۱۳- علیچانی، بهلول، ۱۳۸۱، اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ اول.
- ۱۴- لیند، گونار، ۱۳۷۴، آب و شهر، ترجمه بهرام معلمی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران و دانشگاه جامع تکنولوژی، چاپ اول.
- ۱۵- مجتهدزاده، غلامحسین، ۱۳۷۹، برنامه‌ریزی شهری در ایران، انتشارات پیام نور.
- ۱۶- مجله سبزینه، ۱۳۸۲، فصلنامه تخصصی فضای سبز کشور، سال سوم، شماره اول، پیاپی ششم.
- ۱۷- منزوی، م.ت، ۱۳۷۳، جمع‌آوری فاضلاب «فاضلاب شهری»، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

18- Yoshiaki Kavata, Characteristics of Urban Disaster and Its Scenarios toward Catastrophe, Disaster Management in Metropolitan Area in 21th Century, International Conference 1993, Japan.

مقیاس و دقت بیشتر در محدوده‌هایی که در سطح محلی مشخص شده و مطالعات محلی با مقیاس و دقت بازهم بیشتر در محدوده‌هایی که در مطالعات منطقه‌ای مشخص شده‌اند انجام می‌گیرد (زیاری، ۱۳۷۸: ۲۱۲).

### ۳- پیشنهادها

- ۱-۳- برای دفع سیلابها نباید آنها را به داخل شبکه فاضلاب شهری هدایت کرد چون اولاً آبهای حاصل از بارندگی نمی‌توانند در زمین نفوذ کنند و سفره‌های زیرزمینی فاقد تغذیه می‌گردند، ثانیاً در اثر مخلوط شدن با فاضلاب شهری شدیداً آلوده گردیده و منجر به آلودگی آب رودخانه‌ها و سواحل می‌گردد، ثالثاً سیستم فاضلاب شهری توان عبور تمام آنها را ندارد بنابراین آب بالا آمده و باعث آلودگی محیط زیست شهری می‌گردد.
- ۲-۳- باید از تبدیل زمینهای آزاد به خیابان، ساختمان و پارکینگهای عظیم، مراکز خرید تا آنجا که ممکن است جلوگیری کرد زیرا پس از یک بارندگی شدید آبهای حاصل امکان و فرصت نفوذ در خاک را نمی‌یابند و به صورت روانابهایی بر سطح نفوذناپذیر شهری انباشته شده به هم می‌پیوندند و سپس به سمت نواحی گود و پست شهر هجوم می‌برند.
- ۳-۳- برای تقلیل و به حداقل رساندن دستکاری و دخالت در محیط هیدرولوژیکی بهتر آن است که تا جای ممکن روانابهای ناشی از بارندگی را به داخل خاکهای مناطق شهری نفوذ دهیم، پارکها و کمربندهای سبز می‌توانند این کار را تسهیل کنند.
- ۳-۴- شبکه جمع‌آوری فاضلاب باید به گونه‌ای طرح گردد که از نظر نیروی انسانی نیاز به نگهداری زیادی نداشته باشد به ویژه از نقطه نظر شیب کف کانالها باید پیش‌بینی‌های لازم در طرح انجام گرفته باشد تا اینکه موادمعلق و شناور ته‌نشین نگردیده و سطح مقطع جریان کاسته شود.
- ۳-۵- سیستم فاضلاب شهری باید به صورت مجزا و با ایجاد دو رشته فاضلاب رو برای هدایت فاضلابهای خانگی و آبهای سطحی ناشی از بارندگی طراحی نمود، که در این روش هزینه ساختمان شبکه بیشتر ولی آلودگی محیط زیست کمتر می‌گردد.
- ۳-۶- برای دفع آبهای سطحی باید اطلاعات مربوط به حجم دقیق آب باران و تغییرات آن در یک شهر جمع‌آوری شود و سپس حجم مسیله‌ها و جویها نیز برداشته شوند و این دو به صورت مشخص با هم مطابقت داده شوند.
- ۳-۷- در کاربری زمینهای شهری توجه به پیش‌بینی فضاهای باز مانند پارکها، زمین‌های بازی و پارکینگ به منظور نفوذ آبهای سطحی و پیش‌بینی سیستم آب رسانی و فاضلاب، احداث آنها و توجه به شیب خیابان از آن نظر که آب باران در سطح خیابان باقی نماند لازم است.
- ۳-۸- ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و استفاده از دستگاه‌های تصفیه فاضلاب و پساب برای کارخانه‌جات کمک مؤثر در کاهش آلودگی‌های آب و محیط زیست است.

### منابع و مأخذ

- ۱- اصغری مقدم، محمدرضا، ۱۳۷۸، جغرافیای طبیعی شهر، انتشارات مسعی، چاپ اول.
- ۲- برومندنسب، سعید، ۱۳۸۱، هیدرولوژی رگبار در حوضه‌های شهری، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ دوم، پیش گفتار.
- ۳- چیتی، محمدحسین، ۱۳۷۱، سیل از دیدگاه بلایای طبیعی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، بخش دوم، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.