

نقش پوشش گیاهی در سیلاب شهری

چندین قرن است که رابطه تنگاتنگ بین پوشش گیاهی و آب در اروپا شناخته شده است . سال ۱۲۱۵ میلادی پادشاه فرانسه قانون آب و جنگل را به مرحله اجرا درآورد و در ۱۳۴۲ میلادی در یکی از ایالات سوئیس بخشی از جنگل برای حفاظت درمقابل ریزش بهمن در نظرگرفته شد. در دهه های اخیر تخریب پوشش گیاهی به طور وسیع در کشور ما باعث شده که بخشهای زیادی از مناطق مسکونی در معرض خطر سیل قرار گیرند و هر ساله شاهد وارد آمدن خسارات مالی و جانی در این مناطق باشیم. این موضوع بایدبه طور جدی در سطح کشور و با کمک سازمان های مختلف ذیربط، مد نظر قرارگیرد و در طراحی شهرهای جدید به مسئله حفاظت در مقابل سیل توجه بیشتری مبذول گردد.

۱- اثر گیاهان در محیط طبیعی

۱-۱- نقش مواد آلی

مواد آلی خاک ناشی از وجود گیاهان اثر زیادی روی افزایش نفوذپذیری و ذخیره رطوبتی خاک دارد. هر چه مقدار مواد آلی در سطح و یا درون خاک بیشتر باشد ظرفیت نگهداری رطوبت افزایش می یابد چنین تحولاتی در نقاط مختلف جهان پس از نهالکاری در اراضی که قبلاً کشاورزی می شده ، مشاهده گردیده است . بقایای ریشه ها و مسیرهای ایجاد شده در محل ریشه های پوسیده یکی از مهمترین مسیرهای جریان آب به داخل خاک است.

۱-۲- ایجاد محیط مناسب برای زندگی حیوانات

مناطق با پوشش گیاهی مناسب محیط لازم را برای فعالیت حیوانات فراهم میکندکه تمام این فعالیتها به طور مستقیم یا غیر مستقیم در ارتباط با رطوبت خاک می باشد . هر گونه فعالیت نامناسب مانند چرای مفرط دامها از مراتع و تخریب پوشش گیاهی باعث می گردد شرایط نامناسبی برای فون و فلور خاک بوجود آید که نتیجه آن کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک

است. در این مورد کرمها بخش زیادی از خاک و مواد آلی را از بدن خود عبور داده به همراه باکتریها باعث ساخته شدن هوموس می گردند و رابطه بین مواد آلی و معدنی را برقرار می سازند.

۱-۳- سایه اندازی

گیاهان با سایه اندازی روی زمین و کاهش شدید سرعت باد، تبخیر از سطح خاک را کاهش می دهند در محیطهای پوشیده از گیاه تبخیر از سطح برف $\frac{1}{3}$ مقدار آن در محیط باز است در حالیکه سرعت جذب برف در محیط باز، سه برابر محیط پوشیده از درختان است این مسئله نقش مهم پوشش گیاهی در ذوب تدریجی برف، و در نتیجه نفوذ بیشتر آب حاصل از آن در زمین و کاهش سیلابها را بخوبی نشان می دهد.

۱-۴- گیرش گیاهی

اندام هوایی گیاهان بخشی از بارش را روی خود نگهداری کرده و مانع از رسیدن سریع آن به زمین می گردند که آن را گیرش گیاهی (Interception) گویند. این مقدار می تواند تا حدود ۳۰ درصد مقدار بارش را دربرگیرد و نقش ارزنده ای در کاهش و به تاخیر انداختن سیلاب دارد. مقداری از گیرش گیاهی اولیه از راه چکه کردن از لابلای برگها و یا با حرکت روی شاخه ها و تنه گیاهان خود را به زمین رسانده و بقیه آن که گیرش گیاهی خالص (Net Inerception) است تبخیر می گردد.

۱-۵- کندکردن حرکت آب

تنه گیاهان و پستی و بلندی های کوچک ایجاد شده در سطح خاک ناشی از وجود گیاهان باعث می شود حرکت آب در روی دامنه ها بسیار آهسته گردد. این امر نقش مهمی در افزایش میزان آب نفوذی به خاک داشته و فرسایش را نیز بسیار کاهش می دهد. در جنگلی با شیب ده درصد، سرعت حرکت آب روی دامنه تنها $\frac{0}{24}$ متر بر ثانیه می باشد. حال آنکه این مقدار برای اراضی با پوشش گیاهی تنک نزدیک به یک متر بر ثانیه بوده و در اراضی سنگفرش $\frac{2}{5}$ متر بر ثانیه است.

۱-۶- کاهش فرسایش خاک

از آنجایی که مهمترین عامل ایجاد فرسایش آبی رواناب های سطحی می باشد اثرات گیاهی در کاهش و تاخیر جریان سطحی نیز میتواند عامل عمده ای در جلوگیری از فرسایش باشد. گیاهان در مرحله اول با جذب انرژی جنبشی قطرات باران، آنها را تبدیل به دانه های کوچکتر کرده و فرسایش ناشی از برخورد مستقیم قطرات باران با خاکدانه ها (Splash Erosion) را کاهش می دهند. حفاظت مکانیکی خاک توسط ریشه گیاهان در جلوگیری از تشکیل خندق ها و آبراه ها نیز از دیگر موارد قابل طرح محسوب می شوند. در حال حاضر متاسفانه شدت فرسایش در کشور، روز به روز بیشتر شده به طوری که سالانه بیش از هزار تن خاک در کیلومتر مربع شسته شده و از دسترس خارج می گردد. با فرسایش این خاکها، بستر تولید و استقرار پوشش گیاهی از بین رفته و پس از مدت کوتاه دیگر قادر نخواهیم بود پوشش گیاهی مناسبی را با هزینه کم در آنها مستقر سازیم و چه بسا در بسیاری از نقاط سیر قهقرایی برگشت ناپذیری را در طبیعت ایجاد نماییم.

۲- تغییر در نحوه استفاده از زمین

دریک محیط طبیعی بین عوامل مختلف آب و هوایی و خاک و گیاه تعادلی برقرار شده و در این وضعیت، میزان تخریب مانند فرسایش و ایجاد سیل به حداقل مقدار خود می رسد. تغییر در بهره وری از زمین در بیشتر حالتها باعث می گردد تا تخریب شدیدتری ایجاد شده و شرایط مناسب طبیعی قادر به جبران این تخریب نباشند.

توسعه شهرها و تمرکز جمعیت در نقاط خاصی از کشورها باعث تغییر در نوع بهره وری از زمین شده و با افزایش ضریب رواناب (Runoff Coefficient) سهم بیشتری از بارش به سیل تبدیل می گردد که می تواند خطری جدی برای سلامت افراد جامعه و سرمایه های آنان باشد. هرچه میزان توسعه شهری بیشتر شود از یک طرف در داخل شهر این موضوع اهمیت بیشتری می یابد و از سوئی دیگر استفاده نابجا از اراضی شهر نیز مشکلاتی را برای شهر ایجاد می کند. برای مثال میتوان به شهر تهران اشاره کرد که از طرفی با احداث خیابانها و پشت بامها و پیاده روها، مناطق

غیرقابل نفوذ افزایش یافته و سیلاب شهری زیاد می شود و از طرفی دیگر با تخریب پوشش گیاهی در حوزه های دارآباد ، گلابدره ، دربند ، درکه، کن و چیتگر سیلابهای شدیدی روانه شهر بزرگ تهران می گردد که سیل تجریش در سال ۱۳۶۶ هجری شمسی نمونه ای از آن بود. نتایج عمده حاصل از تغییر در بهره وری از زمین طبق نظریه (Leopold ۱۹۸۶) به صورت زیر طبقه بندی شده است:

- تغییر در خصوصیات رواناب سطحی
- تغییر در کل مقدار رواناب
- تغییر در کیفیت آب
- تغییر در مسیرهای جریان آب

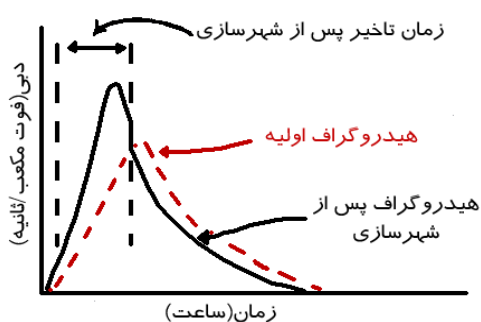
۱-۲- تغییر در خصوصیات رواناب سطحی

تغییر در خصوصیات رواناب به طور عمده مربوط به دو عامل مهم تغییر در نفوذپذیری و ذخیره سطحی (surface Storage) است هر چند باید تغییر درگیرش گیاهی را نیز در مرحله بعد در نظر گرفت.

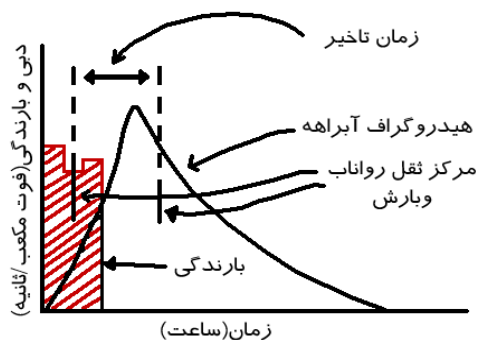
توسعه شهرنشینی اغلب اثرات نامناسب روی رژیم جریان آب داشته به طوری که باعث افزایش حجم رواناب ، دبی اوج سیل و کاهش زمان تاخیر (Lag time) می گردد. به عبارتی دیگر علاوه بر افزایش دبی سیل، فاصله زمانی بین مرکز ثقل بارش مازاد (Net Rainfall) را که ایجاد سیل می کند و مرکز ثقل سیل را کاهش می دهد و در نتیجه مدت زمان کمتری برای انجام اقدامات لازم در کاهش اثرات سیل بوجود می آید.

شکل (۱) نشان دهنده هیدروگراف سیل و زمان تاخیر در یک حوزه آبخیز می باشد.

در شکل (۲) هیدروگراف سیل در همان حوزه پس از توسعه شهری نشان داده شده است و از روی آن مشاهده می شود که زمان تاخیر کاهش و دبی اوج سیل افزایش یافته اند.



شکل ۲- مقایسه هیدروگراف واحد قبل و بعد از شهرسازی

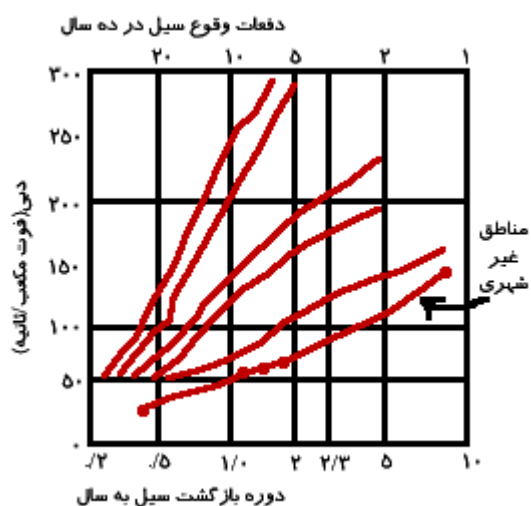


شکل ۱- هیدروگراف واحد یک آبراهه یا مسیل

شیب زمین، تیپ خاک ، نوع پوشش گیاهی و میزان غیر قابل نفوذ بودن اراضی و درصد میزان زهکشی از طریق نهرها و زهکش های سطحی دیگر از عوامل مهم در میزان اثرات حاصله از تغییر در نوع بهره وری می باشند.

در شکل (۳) اثرات ناشی از میزان درصد مناطق دارای زهکشی (مانند نهرها و جویها) و درصد اراضی غیر قابل نفوذ (مانند سطح خیابانها و پشت بامها) در حوزه ای به مساحت ۲۵۰ هکتار نشان داده شده است. برای مثال در چنین حوزه ای اگر قبل از توسعه شهری دبی سیلاب متوسط سالانه (با دوره بازگشت ۲/۳۳ سال از توزیع گامبل نوع یک) ۷۵ فوت مکعب بر ثانیه باشد با توسعه شهری و ایجاد ۵۰ درصد اراضی غیر قابل نفوذ و تحت پوشش قرار دادن ۵۰ درصد منطقه برای زهکشی، دبی سیل به ۲۰۰ فوت مکعب بر ثانیه افزایش می یابد و با توسعه نهرها به طوری که ۸۰ درصد منطقه را تحت پوشش قرار دهد و در حالتی که ۶۰ درصد اراضی غیر قابل نفوذ ایجاد گردد ، دبی سیل به بیش از ۳۰۰ فوت مکعب بر ثانیه می رسد.

توضیح : اولین عدد روی منحنی ها درصد اراضی دارای سیستم جمع آوری آبهای سطحی و دومین عدد در صد اراضی غیر قابل نفوذ را نشان می دهند.

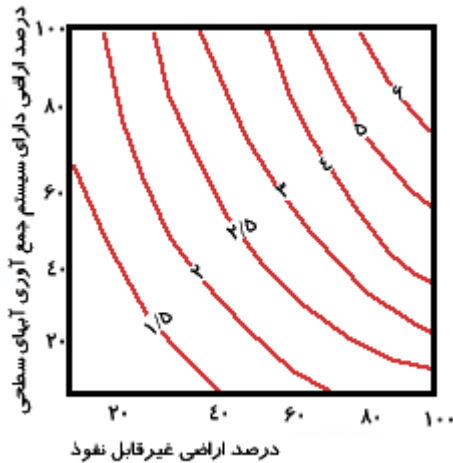


شکل ۳- منحنی های احتمال وقوع سیل در حوزه ای به مساحت ۲/۵ کیلومترمربع با مقادیر مختلف درصد شهرسازی

در سیلهای استثنایی ، این تغییرات با مرحله ای کمتر بوده به طوری که در سیل های دهساله (احتمال وقوع متوسط یک بار در هر ده سال) ، دبی اوج حوزه توسعه نیافته برابر ۱۵۰ فوت مکعب بر ثانیه بوده و در حوزه های توسعه یافته به میزان ۵۰ درصد اراضی غیر قابل نفوذ به

حدود ۲۵۰ فوت مکعب بر ثانیه می رسد حال آنکه برای درصد اراضی غیر قابل نفوذ بیش از ۵۰ درصد، مقدار سیلاب افزایش می یابد.

در شکل (۴) نسبت تغییرات دبی سیل بعد از توسعه شهری به قبل از آن در رابطه با دو عامل درصد اراضی غیر قابل نفوذ و درصد اراضی تحت پوشش نه‌های جمع آوری آبهای سطحی (storm Sewers) نشان داده شده است.



شکل ۴- نسبت دبی متوسط سیل بعد از شهرسازی به قبل از آن (اعداد روی منحنی) برای حوزه ای به مساحت ۲/۵ کیلومتر مربع

برای مثال هنگامی که ۶۰ درصد از اراضی غیر قابل نفوذ بوده و حدود ۴۵ درصد از عرصه زیر پوشش آنها جمع آوری آبهای سطحی قرار داشته باشد دبی مربوط به ۲۵۰ هکتار از این عرصه ۳ برابر قبل از توسعه شهری آن خواهد بود.

در بررسی هیدرولوژی شهری با توجه به تغییرات تدریجی که اتفاق می افتد نمی توان بخوبی از داده های اندازه گیری شده قبل استفاده کرد و در بیشتر موارد از مدل‌های **Deterministic** استفاده می گردد که می تواند برآورد قابل قبولی را در حال حاضر ارائه داده و تغییرات در آینده را پیش بینی نمایند. در شرایط طبیعی، قبل از شروع سیل، نگهداشت سطحی اولیه (**Initial abstraction**) شامل ذخیره گودالی، نفوذ و گیرش گیاهی وارد عمل شده و از شدت سیلاب می کاهند. در اراضی شهری، سطوح غیر قابل نفوذ، مانع از نفوذ آب به زمین شده و ذخیره های گودالی از بین می روند و گیرش گیاهی بسیار محدود می گردد به طوری که با یک بارش مختصر نیز سیلاب در سطح خیابانها جریان می یابد. بطور کلی می توان گفت در اراضی شهری، دبی سیل را می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$Q_{city} = Q_{Nat} \cdot (F_{imp}) \cdot (F_{him})$$

که در آنها به ترتیب

Q_{city} و Q_{Nat} دبی سیل بعد و قبل از توسعه شهری است.

F_{imp} ضریب مربوط به میزان درصد اراضی غیر قابل نفوذ میباشد.

F_{him} ضریب مربوط به درصد اراضی زیر پوشش طرح جمع آوری آبهای سطحی است.

۲-۲- تغییر در مقدار کل رواناب

از آنجایی که پوشش گیاهی نقش ارزنده ای در افزایش و حفاظت نفوذپذیری خاک دارد بنابراین اثر مهمی در میزان رواناب حاصله از بارش شدید را نیز خواهد داشت. این موضوع در مطالعات مختلف و تهیه مدل‌های گوناگون مورد توجه خاص بوده است. سازمان حفاظت خاک آمریکا در روش ارائه شده به نام شماره منحنی (Curve Number) و همچنین در روش کوک (Cook) به نقش پوشش گیاهی در میزان رواناب های سطحی برخورد کاملی داشته و در آنها نوع بهره وری از زمین و مقدار پوشش موجود را در نظر گرفته است. (برای اطلاع بیشتر از این روشها به کتاب هیدرولوژی کاربردی جلد دوم از انتشارات دانشگاه تهران مراجعه گردد).

در حوزه ای که دارای خاک با بافت متوسط است یک بارندگی به میزان ۵۰ میلیمتر هنگامی که خاک، رطوبت قبلی نداشته و پوشش مرتعی فقیر باشد ۲۵/۶ درصد از بارش تبدیل به رواناب میگردد که در یک کیلومتر مربع حجمی معادل ۱۲۸۰۰ مترمکعب خواهد داشت.

حال اگر پوشش گیاهی در حد متوسط باشد ۱۰/۴ درصد از بارش به رواناب سطحی و سیل تبدیل شده و در هر کیلومتر مربع حجمی برابر ۵۲۰۰ مترمکعب دارد و اگر این منطقه دارای پوشش خوبی باشد فقط ۳/۴ درصد از بارش تبدیل به سیل شده و در یک کیلومتر مربع حجم سیل تنها ۱۷۰۰ متر مکعب خواهد بود. بنابراین ایجاد پوشش خوب در مناطقی که دارای پوشش فقیری هستند می تواند حجم سیل را در چنین خاکهایی تا ۸ برابر کاهش دهد و مشکلات ناشی از سیل گیری مناطق را بخوبی حل نماید. در حال حاضر به دلیل فقر شدید پوشش گیاهی در ارتفاعات مشرف به شهر تهران با یک بارش مختصر، سیل های شدید و با حجم زیاد بوجود آمده و تخریب قابل ملاحظه ای را بوجود می آورند.

۲-۳- تغییر در کیفیت آب

تغییر در پوشش گیاهی و کاهش آن باعث افزایش جریان سطحی آب شده و در این حالت مواد زائد مانند کودهای سطح زمین، مواد سمی حاصل از سمپاشی باغات و مزارع و مواد نفتی و روغنی مناطق صنعتی و نمک استفاده شده در خیابانها و جاده ها را شسته و کیفیت نامناسبی پیدا می کند. حمل رسوبات نیز مشکلاتی را در بستر مسیل ها و زیر پل ها ایجاد کرده و با افزایش سطح بستر باعث ایجاد سیل در دفعات بعد شده و یا با کنده شدن بستر پای سازه ها مورد تهدید قرار می گیرند.

۲-۴- تغییر در مسیرهای جریان آب

جریان سیل در یک منطقه باعث می شود تا مسیر آب تغییر کرده و شاخه های جدیدی به شبکه زهکشی طبیعی اضافه گردد. در این حالت تراکم زهکشی افزایش یافته و جریان سطحی ایجاد شده در یک بارش سریعاً متمرکز گردیده و سیل شدیدی ایجاد می نماید.

۳- نقش پوشش گیاهی در سیلاب شهری تهران

شهر بزرگ تهران دارای موقعیتی خاص است. بخش گسترده ای از این شهر بر روی شیب های متوسط تا شدید قرار داشته و تغییر در بهره وری از اراضی باعث شده تا ضریب رواناب سطحی در آن به شدت افزایش یابد و به ۲/۵ تا ۳ برابر تعداد اولیه خود برسد. از این رو می توان گفت که روز به روز به شدت سیلابهای ایجاد شده درون شهری اضافه شده و از این پس نیز چنانچه برنامه ریزی صحیحی صورت نگیرد سیلابهای شدیدتری بوجود می آیند. تراکم زیاد ساختمانها و کاهش روزافزون باغات در شمال شهر تهران خطری جدی برای این منطقه و مناطق جنوبی شهر خواهد بود و این در حالی است که متأسفانه شاهد تنگ شدن بستر مسیل ها و یا حتی محو آنها می باشیم به طوری که سیلابهای ایجاد شده، باید با تخریب تأسیسات واقع در مسیر راهی را برای خود باز کنند.

از سوئی دیگر تخریب پوشش گیاهی در اراضی اطراف تهران مخصوصاً دامنه های مشرف به بخش شمالی مانند حوزه های دارآباد، گلابدره، دربند، درکه و سولقان باعث افزایش سیلابهای برون شهری شده که محل عبور آنها از درون شهر تهران می باشد. این امر ناشی از چرای مفرط مراتع این ناحیه و ساخت و سازهای بی رویه و جاده سازی های غیر اصولی در آنهاست. در نتیجه شهر تهران هم از نظر سیل های درون شهری و هم از نظر سیلابهای برون شهری مورد تهدید جدی قرار دارد و همانگونه که گفته شد سیل تجریش نمونه کوچکی است از آنچه می تواند اتفاق افتد. در این مورد می توان پیشنهادات کلی زیر را مطرح نمود:

۴- پیشنهادات مربوط به کاهش سیل برون و درون شهری تهران

این پیشنهادات در درجه اول مربوط به کاهش دبی و حجم سیل بوده و سپس روشهای مهار آن را شامل می گردد. به منظور کاهش دبی و حجم سیل و همچنین افزایش زمان تأخیر سیل می توان موارد زیر را مد نظر قرار داد:

- فرق حوزه های مشرف به شهر تهران از نظر ورود دام که می تواند نقش ارزنده ای در افزایش پوشش گیاهی آن داشته باشد.
- توسعه فضای سبز در اراضی با خاک نسبتاً عمیق از راه جنگل کاری با گونه های مناسب که بتواند تفرجگاه خوبی را نیز برای مردم فراهم نماید.
- توسعه فضاهای سبز شهری که خوشبختانه در سالهای اخیر اقدام چشمگیری در این زمینه انجام شده است و می تواند تداوم یابد.
- ایجاد فضای سبز در بستر مسیل ها و حفاظت آنها به عنوان مسیرهای عبور سیل های احتمالی و افزایش زبری بستر و در نتیجه کاهش سرعت آب.
- حفاظت پوشش گیاهی موجود مانند پارکهای چیتگر و سرخه حصار که نه تنها سیل شدیدی، در آنها ایجاد نمی شود بلکه حتی به عنوان جاذب سیل عمل کرده و سیلهای عبوری از خود را نیز کاهش می دهند.

در مورد روشهای مهار سیل شهری می توان به راه حلهای زیر اشاره نمود:

- حفاظت مسیل های موجود و رفع موانع موضوعی در آنها، مانند پل های نامناسب از نظر اندازه و یا سنگهای بزرگ و درختان نابجا در وسط مسیل ها.
- استفاده از شیوه های خاص در طراحی پیاده روها مانند سنگفرش کردن آنها به جای آسفالت و یا استفاده از بتونهای منفذدار.
- تنظیم زمان تمرکز سیلابهای مناطق مختلف شهر بطوری که همزمان با یکدیگر به گره های خاصی وارد نشده و در آنها ایجاد مشکل ننماید.
- بدیهی است تلفیق روشهای کاهش دبی و حجم سیلاب با روشهای مهار آن می تواند اثرات بهتر و سریع تری در اهداف طرحهای مربوط به سیل شهری داشته باشد.