



## بهینه سازی و کنترل نزولات جوی با تلفیق علوم نوین و پیشین کتایون ستاریان اصیل<sup>۱\*</sup>، راحیل ابراهیم پور<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته اکوهیدرولوژی، دانشگاه تهران

\* نویسنده مسئول: K.sataryanasil@ut.ac.ir

### چکیده

امروزه به دلیل افزایش روزافزون جمعیت در سراسر دنیا و افزایش نیاز انسانها به آب و کاهش منابع آبهای سطحی استفاده از آبهای زیرزمینی نیز افزایش یافته و اکثر کشورهای جهان با مشکل کم آبی مواجه شده اند که همین امر باعث کاهش کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی شده است. ایران نیز به دلیل دارا بودن اقلیم خشک و نیمه خشک با این مشکل مواجه است. بنابراین بایستی تلاش شود که علاوه بر حفظ منابع موجود از تمامی نزولات جوی حداکثر استفاده را نمود و از آسیب های احتمالی به دلیل وجود رواناب در شهرها جلوگیری کرد. ما در این مقاله تلاش میکنیم با کمک تجربیات پیشین و با استفاده از علوم نوین مانند علم سنجش از دور (GIS) مناطق مستعد فرسایش در شهر تهران را شناسایی و با عملیاتی چون بانکت بندی و یا کاشت گیاهان مناسب هم از فرسایش خاک جلوگیری کرد هم شرایط نفوذ آب در خاک را افزایش داده تا سفره های آب زیرزمینی تغذیه شوند. همچنین با استفاده از این سیستم میتوان مناطقی که رواناب های زیادی ایجاد میکنند را بررسی و این روانابها را در مخازنی ذخیره و مورد استفاده ی مجدد قرار داد.

واژگان کلیدی: فرسایش، مخازن آب، سنجش از دور (GIS)، رواناب، بانکت بندی



## Optimization and Control of Atmospheric Precipitation by Combining New and Old Sciences

Katayoon Sataryan Asil<sup>1\*</sup>, Rahil Ebrahimpour<sup>1</sup>

1-Ecohydrology master student, Tehran University

Corresponding Author: K.sataryanasil@ut.ac.com\*

### Abstract

Today, due to increasing population around the world and increasing human needs for water and depletion of surface water resources, the use of groundwater has increased and most countries are facing water shortages, which has reduced the quantity and quality of groundwater resources. Iran also faces this problem due to its arid and semi-arid climate. Therefore, in addition to conserving available resources, efforts should be made to make the most of all precipitation. And prevented possible damage due to runoff in cities. In this article, we try to identify erosion-prone areas in Tehran with the help of previous experiences and using new sciences such as remote sensing science (GIS) and prevent soil erosion by operations such as banqueting or planting suitable plants. It also increases the infiltration of water into the soil to feed groundwater aquifers. Also, using this system, areas that produce a lot of runoff can be surveyed and these runoff can be stored and reused in reservoirs.

**Keywords:** Erosion, Water reservoirs, Remote sensing (GIS), Runoff, Banqueting.



## ۱- مقدمه

به دلیل افزایش نیاز انسانها به آب و نیز بدلیل کاهش منابع آبهای سطحی استفاده از آبهای زیرزمینی نیز افزایش یافته و همین امر باعث کاهش کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی شده است. آمار جهانی نشان دهنده ی کسری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان به میزان ۷۰۰ تا ۸۰۰ میلیارد مترمکعب است که ۱ درصد این مقدار مربوط به کشور ایران است. منابع آب زیرزمینی مهم ترین و بزرگترین منابع آب شیرین در جهان به شمار می آیند اما متأسفانه در کشور ما سالانه لایه های آبدار زیرزمینی با ۵,۵ میلیارد مترمکعب کسری مخزن مواجه هستند. این مسیله مشکلاتی از جمله افت سطح سفره آب زیرزمینی، کسری ذخیره مخزن، نشست زمین و در نواحی مستعد پیشروی آب شور را به دنبال دارد. به همین علت نیاز به مدیریت منابع آبی و حفظ و ارتقای کیفیت این منابع وجود دارد که این امر نیازمند وجود داده هایی در رابطه با موقعیت، مقدار و پراکنش عوامل شیمیایی آب در مناطق جغرافیایی میباشد. انتخاب روش های مناسب پهنه بندی و تهیه ی نقشه ی تغییرات و ویژگی های آبهای زیرزمینی وابسته به عواملی چون شرایط منطقه و وجود آمار و دیتاهای کافی است که انتخاب صحیح آنها یک اصل اساسی و مهم در مدیریت منابع آبی است. یکی از روشهای مناسب برای دسترسی به اطلاعات مورد نیاز استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS است. این سیستم امکان ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی و توصیفی را به ما میدهد. ابزار و دیتاهای مورد نیاز در چنین پژوهش هایی شامل نقشه ها، نرم افزارها و دیتاهای عددیست. هیدرولوژی و مدیریت منابع آب از ابتدای آغاز علم GIS از موضوعات اصلی کاربرد آن محسوب میشدند. از جمله رایج ترین کاربردهای GIS در این زمینه میتوان به مدلسازی آبهای سطحی و زیرزمینی، پیش بینی مخاطرات و کنترل سیلابها، مدیریت فاضلاب ها و رواناب ها، مدلسازی آبهای ذخیره شده و ماندابها، مدلسازی آلودگی آنها و... اشاره کرد. پهنه بندی سیلاب از راه های مهم کنترل و برنامه ریزی در مدیریت سیلاب و کاهش خسارات ناشی از آنهاست، GIS با توانایی تقسیم بندی مناطق، رتبه بندی و بخش بندی جریانهها با توجه به موقعیتشان میتواند در پهنه بندی سیلاب ها و کنترل آنها نقش مهمی داشته باشد.

بطور کلی بررسی منابع آب زیرزمینی به دو صورت انجام میگردد:

(۱) بررسی کمی: از جمله پارامترهای مهم در بررسی کمی منابع آب زیرزمینی، تراز آب است. برای محاسبه تراز میتوان از دیتاهای دوره ای تراز و تکمیل پرسش نامه استفاده نمود.

(۲) بررسی کیفی: مقادیر TDS, SO<sub>4</sub>, NA, MG, K, Cl, EC, TH, PH شامل این بررسی میشوند. این مقادیر را میتوان با استفاده از دیتاهای میانگین سالانه در طول هر دوره مورد مطالعه بدست آورد و از روش نمونه برداری و تجزیه شیمیایی استفاده کرد.

امروزه زندگی شهری خسارات زیادی را بر منابع طبیعی وارد نموده است بنابراین و مدیریت و آسیب پذیری مناطق شهری در مقابل جریانههای سطحی حائز اهمیت است. تخریب حوضه آبخیز بالادست نواحی شهری به صورتهای مختلف مانند تخریب پوشش گیاهی و جاده سازی، همچنین گسترش اراضی شهری و صنعتی، باعث کاهش نفوذ و تبخیر و افزایش رواناب شده است. همچنین با توجه به رژیم بارش در تهران وعدم وجود سطح با تخلخل مناسب، فرصت نفوذ باران به داخل خاک کاهش یافته و در نتیجه ی آن بخش قابل توجهی از بارندگی به رواناب سطحی تبدیل میشود. ما تلاش میکنیم با استفاده از علوم نوین و تجربیات گذشته مناطقی که دارای شیب زیاد هستند را شناسایی کنیم، این مناطق یا دارای پوششی مانند آسفالت هستند یا برهنه بوده و خاک سطح آن را پوشانده است، در صورت وجود آسفالت باعث ایجاد رواناب شده و در صورتیکه بوسیله ی خاک پوشیده شده باشد فرسایش را به دنبال دارد. [۱-۱۰]



## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

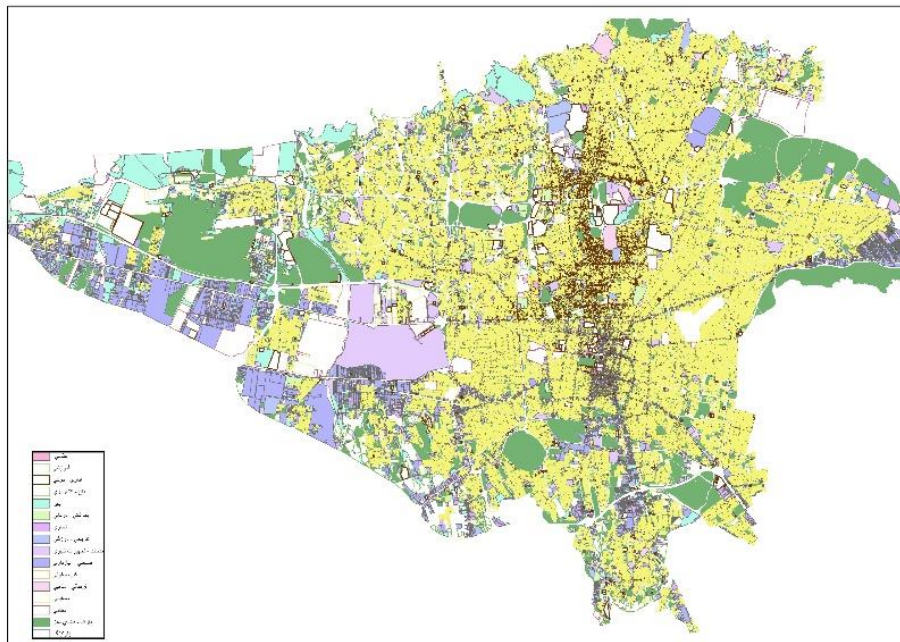
کلان شهر تهران دارای وسعتی حدود ۷۰۰ کیلومتر مربع می باشد و یکی از بزرگترین شهرهای جهان با عوارض و مشخصات ویژه است. سیستم زهکشی تهران پیچیدگی های فراوانی دارد که بیشتر به دلیل توسعه ناهمگون شهر بدون در نظر گرفتن معیارهای جامع شهرسازی و برنامه ریزی شهری است. تمامی محدوده شهر تهران توسط کوه های بلند احاطه شده، از همین رو علاوه بر آبهای سطحی درگستره شهری، روانابهای نشأت گرفته از بارش در کوهستان های شمالی و شرقی تهران بوسیله ی رودخانه ها و مسیل هایی وارد محدوده تهران می شود. سیلی که در سال ۱۳۶۶ در تهران رخ داد به خوبی وضعیت عرصه های دامنه البرز را نشان داد [۱۱]. همچنین شیب قابل محسوس منطقه که از شمال به جنوب است موجب افزایش خسارت احتمالی در پایین دسته منطقه می شود.

از طرفی مخاطراتی که در کلانشهر ها رخ میدهد در یک دسته قرار نمیگیرند و چندین بعد را شامل میشوند و در نتیجه ماهیت و تعریف خاصی دارند و رواناب پدیده ای طبیعی است اما مخاطرات ناشی از آن به دلایلی مرتبط می شود که با افزایش جمعیت تهران و گسترده شدن آن ابعاد و شدت آن افزایش می یابند. تاسیسات آب و فاضلاب در کلانشهر تهران از سازه های مهم و شریان های حیاتی محسوب می شوند. این تاسیسات از رواناب ها شهری و حوضه های بالا دست آسیب میبینند و این آسیب هم متوجه سیستم ها شامل انتقال آب و لوله ها، شیرها و شبکه منهول است و هم مسایل دیگر بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین پژوهش ناگزیر به استفاده از شاخص هایی است که به علت بلافصل مخاطره مورد بررسی نیستند. شاخص های تراکم مراکز خطر ( ایستگاه گاز و خطوط انتقال نیرو)، بافت فرسوده، شیب، تراکم نسبی جمعیت، شرایط تاسیسات (از لحاظ قطر و عمق کار گذاشتن) و وجود مسیل های شمال تهران (که پیشتر در مورد آنها توضیح داده شد) در افزایش آسیب پذیری دخیل اند. تاسیسات آب و فاضلاب این منطقه نسبت به دیگر نقاط در عمق کمتر و یا در به صورت رو کار نصب شده اند و بالطبع نسبت به سایر نقاط آسیب پذیرتر هستند زیرا رواناب ممکن است لوله های آب و یا فاضلاب را جابجا کند [۱۲].

بهتر است در ابتدا از نظر زمین شناسی مناطق مناسب برای احداث را بررسی شود تا امکان حرکات توده ای را به حداقل برسد. بانکت به عنوان یک عملیات زیست سازه ای - زیست مهندسی است. احداث بانکت از رسیدن سرعت آب به سرعت استانه جلوگیری می کند و فرسایش خاک نیز کم میشود در نتیجه ذرات خاک حفظ شده اب زمانی برای نفوذ پیدا میکند و دامنه نیز تخریب نمی شود [۱۳] و امکان فعالیت های زیستی و بیولوژیکی در یک دامنه شیبدار به نحو مؤثرتری فراهم میشود. برای جلوگیری از خسارات وارده از طریق روانابها و استفاده از آنها ابتدا بایستی در طریق نرم افزار GIS شیب مناطق مختلف و کاربری اراضی آنها را مشخص کنیم که نقشه آنها در زیر آمده است. نقشه (۱) بیانگر شیب مناطق مختلف و نقشه (۲) کاربری اراضی مناطق مختلف در شهر تهران را نشان داده است.



شکل (۱) نقشه شیب مناطق مختلف شهر تهران



شکل (۲) نقشه کاربری اراضی شهر تهران



## ۲-۱- تحلیل

با توجه به هدف کنترل سیلاب و کاهش رواناب یکی از روشهای پیشنهادی انجام عملیات تعدیل شیب در ارتفاعات تهران به منظور افزایش زمان تمرکز حوضه و کاهش دبی پیک رواناب در پایین دست حوزه آبخیز تهران و احیای پوشش گیاهی در زمین های شیب دار است. به همین منظور برای به حداقل رساندن تغییر در طبیعت و کم کردن هزینه ها انجام عملیات بانکت بندی پیشنهاد میشود. حال باتوجه به مناطق شیبدار و کاربری اراضی هرمنطقه میتوان فهمید که در کدام منطقه رواناب ایجاد شده و یا کدام منطقه دچار فرسایش میشود. در مناطق مستعد فرسایش با استفاده از روش هایی مانند بانکت بندی و کاشت نهال در باکت ها میتوان هم از هدررفت خاک جلوگیری نمود هم به ایجاد فضای سبز کمک کرد. در مناطقی که رواناب های شهری ایجاد میشوند نیز میتوان در محل تجمع آبها منبعی برای ذخیره آب تعبیه نمود و از آبهای ذخیره شده استفاده کرد. مثلا با تعبیه منبع آب در زیر ساختمان ها میتوان آب باران را از پشت بام به منبع زیرساختمان هدایت کرد و با تعبیه ی دستگاه تصفیه در منبع از این آب در ساختمان استفاده کرد، یا میتوان در مناطقی که نزدیک به فضای سبز و پارکها هستند نیز منبع آب را برای آبیاری گیاهان استفاده کرد. به طور کلی بر حسب شرایط فیزیکی زمین و اقلیم منطقه و همچنین اهداف مورد نظر ممکن است در یک دامنه شیب دار، انواع مختلفی از بانکت ها طراحی شوند. از دیدگاه کلی بانکت ها جهت کنترل رواناب معمولا از طریق (۱) ذخیره و نفوذ (۲) جمع اوری و انتقال توسط کانال به محل های مورد نظر، عمل می کنند. با توجه به این موضوع که بانکت ها همواره با عملیات زیستی همراه هستند و اقلیم تهران نیمه خشک است بهتر است در سال های اول و دوم روشهایی برای آبیاری تا تثبیت گیاهان در نظر گرفته شود.

## ۳- نتیجه گیری

با توجه به شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک تهران یکی از مهم ترین چالش ها کنترل رواناب و مهار سیلاب در هنگام بارندگی است که نهایتا منجر به هدایت باران به منابع های ذخیره و یا تغذیه سفره های آب زیرزمینی است. مناطق ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۲۲ دارای شیب زیادی هستند که میتوانند رواناب های زیادی ایجاد کنند و باعث بروز مشکلاتی شوند. در منطقه ۱ و ۲۲ مناطقی غیرمسکونی و بایر هستند که بصورت زمین های برهنه رها شده و با هربار بارش خاک خود را از دست میدهند، بدلیل شیبدار بودن میتوان در آنها بانکت بندی و کاشت گیاه را اعمال نمود. همچنین در مناطق مسکونی آنها میتوان منابع های آب را برای استفاده ساختمان ها ایجاد کرد. در منطقه ۴ نیز فضای سبز زیادی در شیبها وجود دارد که میتوان با استفاده از این منابع آنها را آبیاری نمود. در مناطق ۳ و ۲۲ نیز با استفاده از آب این منابع میتوان آب مورد نیاز برای شست و شوی ادارات را تامین کرد. با این کار علاوه بر استفاده بهینه از نزولات، با کاشت گیاه در بانکت ها نیز باعث بهبود هوای شهر و تولید بهتر اکسیژن شده همچنین با استفاده ی مجدد از آب ها این منابع را به چرخه بازگردانی کرده و با گرم شدن هوای کره ی زمین و خشکسالی های اخیر میتوان مقابله کرد.





## منابع

- ۱) حسن ذوالفقاری (۱۳۹۰) نگاهی به روش های جمع آوری آب باران برای مصارف خانگی
- ۲) افراسیاب میرزایی، امین حسینی، حسین تسلیمی، محمدرضا حسینی، اسحاق بهداد (۱۳۹۵) طراحی بهینه سیستم های جمع آوری سیلابهای شهری و استفاده از آن در آبیاری فضای سبز
- ۳) ابوالفضل اکبرپور، عباس خاشعی سیوکی، اکبر کشاورز و حامد فروغی فر (۱۳۹۴) تعیین مکان های مناسب جمع آوری آب باران جهت استفاده در مصارف کشاورزی با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بیرجند)
- ۴) سیروس حسن پور اصفهانی، نجم الله صفری، سارا کوشکی زمانی (۱۳۹۳) کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدیریت منابع آب و شبکه های زهکشی
- ۵) علی اصغر آل شیخ، مجید همراه، حسین هلالی، علی فاتحی (۱۳۸۳) کاربرد GIS در بیان منابع آب زیرزمینی تالش
- ۶) امیرحسین سربازوطن (۱۳۹۸) کاربرد GIS در منابع آب
- ۷) رضوان تاکی، مجید خیاط خلقی (۱۳۸۴) کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه های آسیب پذیری سفره آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت مرودشت)
- ۸) سیامک امیری، مجتبی مرادی، محمدعلی ایزدبخش، بهروز یعقوبی، معصومه افتخاری (۱۳۹۶) بررسی اثرات افت سطح آب سفره های آب زیرزمینی بر میزان هدایت الکتریکی با استفاده از GIS مطالعه موردی: دشت زرد استان مرکزی
- ۹) طاهره اردکانی، ملیح عرفانی (۱۳۹۷) کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در مدیریت منابع آب
- ۱۰) محسن فرزین، علی اکبر نظری سامانی، محمدرضا میرزایی قره لر، محسن آرمین (۱۳۹۸) تعیین مهم ترین عوامل مؤثر بر تخلیه آب زیرزمینی زیر دریایی به سواحل خلیج فارس با استفاده از رگرسیون چندمنظوره
- ۱۱) ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران، در نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
- ۱۲) آسیب پذیری ناشی از سیلاب شهری در شمال غرب تهران (حوضه های فرحزاد تا کن ) ، جغرافیا (فصلنامه علمی - پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران) دوره جدید، سال سیزدهم، شماره ۴۶، پاییز ۱۳۹۴
- ۱۳) کتاب مهندسی آبخیز (روش های زیستی، زیست سازه ای و مدیریتی)، مولف حسن مقیم، سال ۱۳۹۴، ناشر: صبح انتظار