

# ارزیابی ژئومورفولوژیکی توسعه شهری در قلمروی حوضه‌های زهکشی سطحی مطالعه موردی: کلان شهر تهران

ابراهیم مقیمی<sup>۱\*</sup>، امیر صفاری<sup>۲</sup>

۱- دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دوره دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش: ۸۷/۱/۲۷

دریافت: ۸۶/۹/۲۸

## چکیده

موضوعات مربوط به مطالعات ژئومورفولوژیکی از منظر ارزیابی در کلان شهر تهران که طی نیم قرن گذشته توسعه یافته، متعدد است. بررسی حوضه‌های زهکشی سطحی و آبراهه‌های آن یکی از این موضوعات می‌باشد. تغییر مسیر آبراهه‌ها و مسیل‌های طبیعی بدون توجه به اصول و فرایندهای ژئومورفولوژیکی در شهر تهران می‌تواند آثار زیانباری را به ساکنان شهر وارد کند. در حال حاضر زهکشی شهر تهران از طریق سه محدوده ۱- حوضه‌های منتهی به کانال سیل برگردان غرب و رودخانه کن؛ ۲- حوضه‌های منتهی به کانال ابوزر و مسیل باروتکوبی؛ ۳- حوضه‌های شهری منتهی به زمین‌های زراعی جنوب شهر (محدوده صالح آباد) انجام می‌شود.

در این مقاله حوضه‌های مذکور همراه با شبکه آبراهه‌ها قبل از توسعه فعلی شهر به کمک نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۴۳، عکس‌های هوایی دو دوره مختلف و نقشه‌های زمین‌شناسی ترسیم و سپس محدوده کلیه حوضه‌های کوهستانی و شهری در وضعیت کنونی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۸۰ و با توجه به تغییرات شبکه زهکشی تعیین شد. حداکثر آبدی هر حوضه از طریق روش استدلالی<sup>۱</sup> و به کمک منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی<sup>۲</sup> ایستگاه‌های مهرآباد و سعدآباد برای دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه گردید. با استفاده از خصوصیات فیزیوگرافی، نوع سامانه زهکشی و محاسبات هیدرولوژیکی آنها و از طریق مقایسه این خصوصیات با ماهیت تلفیقی حوضه‌ها،

E-mail: emoghimi@ut.ac.ir

\* نویسنده مسؤول مقاله:

1. Rational Equation
2. Intensity-Duration-Frequency Curves

محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه در قلمروی حوضه‌های زهکشی سطحی ارزیابی شد. روش تحقیق بر پایه روش تحلیلی استوار است. ابزار اصلی این تحقیق سامانه اطلاعات جغرافیایی در قالب نرم‌افزار Arc GIS می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تلفیق حوضه‌ها، تغییر مسیر آب‌های سطحی و تبدیل آنها به کانال‌های مصنوعی باعث افزایش آبدهی، به خصوص در دوره‌های بازگشت بالاتر شده و در نتیجه افزایش میزان مخاطره سیلاب های شهری را به دنبال دارد. قطع مسیرآبراهه‌های اولیه و ایجاد الگوی جدید آبراهه‌ای در قلمروی کلان شهر تهران بدون توجه به اصول و معیارهای ژئومورفولوژیکی انجام شده است. بنابراین توجه به الگوی فضایی و جای‌گیری آنها در تطبیق با چشم انداز کلی حوضه‌ها از طریق به‌کارگیری اصول ژئومورفولوژیکی به منظور توسعه پایدار و کاهش مخاطرات ضرورتی قطعی است.

**کلید واژه‌ها:** ژئومورفولوژی، توسعه شهری، ارزیابی، حوضه زهکشی، کلان شهر تهران.

## ۱- مقدمه

شهر تهران در موقعیت جغرافیایی  $36^{\circ} 41' 51''$  تا  $36^{\circ} 36' 51''$  طول شرقی و  $34^{\circ} 35'$  تا  $34^{\circ} 49'$  عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). توسعه این شهر طی یک قرن گذشته، تابع سیاست و طرح جامع همه جانبه‌ای نبوده است. استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین از دو جنبه قابل بحث است: یک جنبه به اجرای مدیریت غلط در رابطه با اداره سرزمین و یا نحوه بهره‌برداری از آن مربوط می‌شود و دیگری در رابطه با نادرستی نوع استفاده از سرزمین مصداق پیدا می‌کند. در برخی از محیط‌ها، طبیعت با کمترین زیان مهبی‌ای بالاترین توسعه است و در برخی دیگر کمترین توسعه در آن منجر به خرابی محیط زیست می‌شود [۱، ص ۱۴].



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی کلان شهر تهران

کاربردهای مختلف شهری باعث شده تا آرایش طبیعی فرایندهای آبراهه‌ای که آب و رسوب را از مناطق کوهستانی به طرف حوضه‌های پایین دست انتقال می‌دهند، تحت تأثیر مداخلات انسانی قرار گرفته و یکی از مسائل اساسی مخاطره آمیز در این شهر را که همانا تغییرات ایجاد شده در الگوی جریان‌های سطحی و شرایط طبیعی حوضه‌ها و تجاوز به حریم رودها و آبراهه‌ها می‌باشد، به وجود آورد. بسیاری از فعالیت‌های انسان‌ها به‌ویژه در شهرها مانند آسفالت خیابان‌ها، ایجاد فرودگاه، تأسیس بناها و اشغال بستر استثنایی رودخانه‌ها به تمرکز سریع آب و در نتیجه کوتاه‌تر شدن زمان تمرکز کمک می‌کند و این امر طغیان جریان‌ها را تشدید می‌کند. تغییر در شکل بستر جریان آبها خطراتی برای مراکز شهرها به بار می‌آورد [۲، ص ۲۶۰].

سطوح قابل نفوذ اولیه با توسعه شهر به صورت سطوح غیر قابل نفوذ در آمده و زهکشی جریان‌های آبراهه‌ای حتی در بارش‌های کوتاه مدت باعث ایجاد سیلاب و آب‌گرفتگی در برخی از مناطق شهری می‌شود. انسداد و یا تغییر مسیر آبراهه‌ها بدون توجه به اصول ژئومورفولوژیکی در تقاطع بزرگراه‌ها و یا خیابان‌های اصلی و فرعی شهر با عرض و ارتفاع بسیار کم پس زدگی آب را موجب می‌شود [۳، ص ۳۲۷]. آب‌گرفتگی بسیاری از مناطق مرکزی و جنوبی شهر تهران در اثر بارندگی یکشنبه شب ۸۶/۱/۲۶ که باعث شد ۳۰۰ گروه از نیروهای خدمات شهری شهرداری تهران وارد عمل شده و به کمک شهروندان و افراد در معرض آب‌گرفتگی بپردازند [۴، ص ۱۷]. نمونه بارزی از تقابل توسعه شهری در سامانه زهکشی طبیعی شهر و ناکارآمدی پنهان است. عواملی مانند شرایط حوضه زهکشی، میزان فرسایش و رسوب، شرایط حریم آبراهه‌ها روش حمل رسوبات و تقابل آنها با اصول ژئومورفولوژیکی در مدیریت آبراهه‌های شهری باید مدنظر قرار گیرد [۵، ص ۴۱].

عکس العمل جریان آب‌های سطحی رابطه نزدیکی با شکل و ابعاد بستر دارد و تغییر در شکل و ابعاد بستر می‌تواند انعکاس وسیعی را در ایجاد طغیان‌های شهری به دنبال داشته باشد. در این صورت مطالعه شدت، مدت و یا محاسبه حجم طغیان‌های حاصل از بارندگی شدید و یا به طور کلی مطالعه خصوصیات دینامیک آب‌های جاری باید حداقل هم‌زمان و یا از طریق مطالعات ژئومورفولوژیکی باشد [۶، ص ۳۹۲]. نبود تبعیت سامانه زهکشی شهر تهران از اصول و معیارهای ژئومورفولوژیکی است که ایجاد چنین مشکلاتی مسئولان شهری را مجبور به ارائه طرح‌های مختلف مانند تعریض مسیل‌ها، ایجاد تونل‌های انحراف آب و یا سیل

برگردان با هزینه‌های زیاد در سه مرحله احداث، نگهداری و بازسازی می‌کند. طغیان رودخانه گلابدره را در مرداد ۱۳۶۶ می‌توان نمونه‌ای خاص در این مورد تلقی کرد [۷، ص ۱۳۶] (شکل ۲). پس از وقوع این سیل طرح تونل انحرافی آب این محدوده به طرف کانال سیل برگردان غرب ارائه شده که هزینه‌ای بالغ بر ۲۶ میلیارد ریال برای آن برآورد شده است و یا هزینه تعریض مسیل گلابدره تا پل رومی در حدود ۷۸ میلیارد ریال محاسبه شده است [۸، ص ۴۱۸]. برای حل مشکلات سیلاب اجبار به ارائه چنین طرح‌هایی وجود دارد. هزینه برگشت وضعیت آبراهه‌های تهران به حالت اولیه چقدر برآورد می‌شود و آیا به طور اساسی چنین برگشتی با شرایط کنونی شهر امکان‌پذیر است [۹، ص ۱۱۳].



شکل ۲ سیلاب مرداد ماه سال ۱۳۶۶ تهران - خیابان ولی عصر (دید رو به جنوب)

در زمینه سیلاب‌های شهری و ارتباط آن با کاربری زمین و همچنین حوضه‌های زهکشی و تغییرات آن در شهرها نیز تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است. بیشتر این مطالعات در خصوص پهنه‌بندی سیلاب و مدل‌های پهنه‌بندی می‌باشد. این تحقیقات بر اساس نمودارهای تجربی، تحلیل‌های آماری داده‌های سیلاب و مدل‌های ریاضی رایانه‌ای بارش - رواناب و به منظور تعیین مناطق سیل گیر صورت گرفته است. از جمله این مطالعات که اکثراً در قالب

کتاب‌ها و یا مقالات علمی متعدد منتشر شده است، مطالعات افرادی مانند: گلوک<sup>۱</sup>، هورتون<sup>۲</sup>، کارلستون<sup>۳</sup>، پارکر<sup>۴</sup>، شیک و همکاران<sup>۵</sup>، چین و گریگوری<sup>۶</sup>، در زمینه تغییر حریم رودخانه‌ها و بروز سیلاب در مناطق شهری، پهنه‌بندی سیل و روش‌های جلوگیری از مخاطرات مربوط به سیلاب‌های شهری است.

بررسی بیش از ۱۵ برنامه و طرح توسعه موجود در مقیاس‌های مختلف شهری، منطقه‌ای و ملی، یک لایحه و یک تصویب نامه هیأت وزیران با هدف شناسایی نظرات در مورد منطقه کلان‌شهری تهران و نحوه اداره آن نشان می‌دهد که اغلب این برنامه‌ها به وجود یا شکل‌گیری مجموعه شهری تهران (و یا منطقه کلان‌شهری تهران) بی‌توجه بوده‌اند. لازم به ذکر است که نظام برنامه‌ریزی ایران تا یک دهه پیش فاقد درک مناسب از ضرورت برنامه‌ریزی در ارتباط با مفهومی به نام منطقه کلان شهری تهران بوده است [۱۰، ص ۴].

یک حوضه زهکشی یک سامانه تحت عمل همراه با واکنش فیزیکی "فرایند- پاسخ" است. این سامانه دارای ورودی‌ها (انرژی خورشید، انرژی جنبشی آب، انرژی پتانسیل نزولات جوی و اختلاف ارتفاع) و خروجی‌هایی (آب، رسوب و مواد محلول) است [۱۱، ص ۲۴۱] و باید در توسعه شهری به آن توجه شود. از دیدگاه ژئومورفولوژی در بررسی حوضه‌های زهکشی توجه به چهار جنبه اساسی درجه‌بندی شبکه آبراهه‌ها و طبقه‌بندی حوضه‌ها، مدل‌های فرسایش- حمل- رسوب، مفهوم تعادل و واکنش حوضه نسبت به عوامل تأثیرگذار بیرونی (اثر فعالیت‌های انسانی) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۲، ص ۳۳۸]. هورتون و همکاران (۱۹۴۵) اجزای تشکیل‌دهنده حوضه زهکشی را به طور کامل مطالعه کردند و ارتباطاتی را بین رتبه رودخانه، طول آنها، درجات شیب و مساحت ناحیه زهکشی هر حوضه پایه‌ریزی کردند. آنها دریافتند که تخلیه رودخانه به طور نظام‌مند با درجه رتبه افزایش پیدا می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که هر چه حوضه‌های زهکشی بزرگتر باشند (و یا اینکه به واسطه فعالیت‌های انسانی به صورت تلفیقی گسترش پیدا کنند) در درازمدت می‌توانند مخاطرات بزرگتری را ایجاد کنند. در واقع هرگونه تغییر در کنترل‌کننده‌های مورفومتریک

1. Glock
2. Horton (1945)
3. Carlston (1963)
4. Parker (1976,1977)
5. Schick et al (1999)
6. Chin & Gregory (2005)



حوضه‌های زهکشی نظیر وضعیت ناهمواری‌ها، سنگ شناختی حوضه، وضعیت آب و هوایی و وضعیت هیدرولوژیکی می‌تواند منجر به تغییرات اساسی و مخاطره آمیز در مناطق پایین دست شود [۱۱، صص ۲۴۹-۲۵۸].

مطالعات کارلستون (۱۹۶۳) نشان داد که میزان تخلیه آب در حوضه‌های زهکشی با تراکم زهکشی نسبت عکس دارد؛ و در این صورت اگر عاملی مانند توسعه شهری باعث تلفیق حوضه‌ها شده و تراکم زهکشی را افزایش دهد، اعث تخلیه می‌شود [۱۳، ص ۵]. تحول تدریجی یک حوضه زهکشی مطابق با اصول ثابت شده در فرضیه‌های تجربی<sup>۱</sup> انجام شده به وسیله گلوک (۱۹۳۱) و همچنین آزمایشات شبیه سازی فیزیکی به وسیله پارکر (۱۹۷۷) به طور طبیعی صورت می‌گیرد؛ بنابراین هر گونه تغییر در روند طبیعی تحول تدریجی یک حوضه و یا تعدادی از حوضه‌های زهکشی (به عنوان مثال تلفیق آنها با توسعه شهری) می‌تواند آثار زیانبار و غیر قابل پیش‌بینی داشته باشد. در محیط‌های طبیعی معمولاً روند تکامل حوضه‌ها تبدیل حوضه‌های بزرگتر به حوضه‌های کوچکتر است [۱۴، ص ۴۸۰؛ ۱۵، ص ۵۴].

## ۲- مواد و روش‌ها

حوضه‌های محدوده مطالعه شده با استفاده از روش تفکیک، طبقه‌بندی و همچنین بازبندیهای میدانی به دو صورت شهری و کوهستانی در نظر گرفته شده و به زیر حوضه‌ها و یا واحدهای هیدرولوژیک کوچکتر تقسیم شده‌اند. حوضه‌های مذکور همراه با شبکه آبراه‌ها قبل از توسعه فعلی شهر، با استفاده از روش مقایسه‌ای و به کمک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ سال ۱۳۴۳ سازمان نقشه‌برداری کشور، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۵ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۸۱ سازمان نقشه‌برداری کشور و همچنین نقشه‌های زمین شناسی محدوده مطالعه شده ترسیم شد [۱۶؛ ۱۷؛ ۱۸؛ ۱۹] (شکل ۲).

محدوده این حوضه‌ها نیز در وضعیت کنونی، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سال ۱۳۸۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، مشاهدات میدانی و با توجه به تغییرات شبکه زهکشی تعیین شد (شکل ۳). برخی از این حوضه‌ها زمانی به صورت حوضه کاملاً طبیعی بودند، اما در حال حاضر بخشی از آنها تحت تأثیر گسترش فضای شهری قرار گرفته و به صورت تلفیقی

1. Ergodic

درآمده‌اند، بنابراین حوضه‌های تلفیقی نیز مشخص شده‌اند. شاخص‌های مهم فیزیوگرافی حوضه‌ها مانند مساحت، محیط، طول آبراهه اصلی، حداکثر و حداقل ارتفاع و شیب متوسط به کمک نرم افزار Arc GIS محاسبه شده است [۲۱]. شیب متوسط در هر یک از حوضه‌ها با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و نقشه شیب که از طریق فایل‌های رقومی نقشه‌های توپوگرافی ساخته شده، به دست آمده است. زمان تمرکز برحسب ساعت با استفاده از روش معروف کریپیچ  $(T_c = 0.149(L^3 / H)^{0.775})$  که بر اساس دو عامل طول آبراهه اصلی و اختلاف ارتفاع حوضه‌ها استوار است، محاسبه شده است (جدول ۱). حداکثر آبدهی هر حوضه از طریق روش استدلالی و به کمک منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی ایستگاه‌های مهرآباد و سعدآباد برای دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه شد [۲۲، ص ۴۴۳].

با استفاده از خصوصیات فیزیوگرافی، نوع سامانه زهکشی و محاسبات آبدهی و از طریق مقایسه این خصوصیات با ویژگی‌های حوضه‌های تلفیقی، محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه در قلمروی حوضه‌های زهکشی سطحی ارزیابی شد.

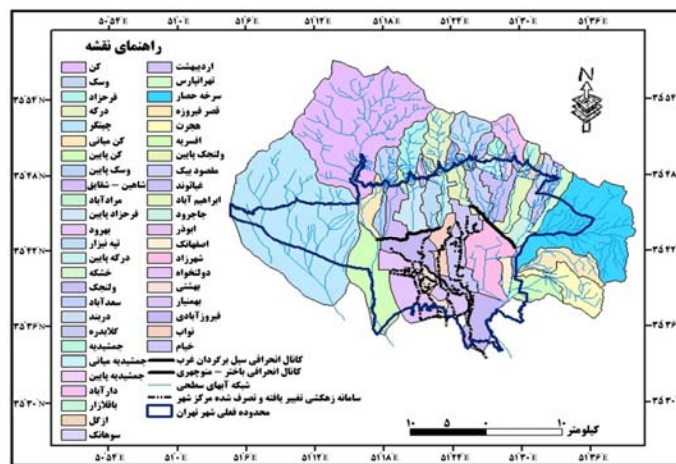
### ۳- تحلیل داده‌ها

#### ۳-۱- حوضه‌های زهکشی محدوده مطالعه شده قبل و بعد از توسعه کلان شهر تهران

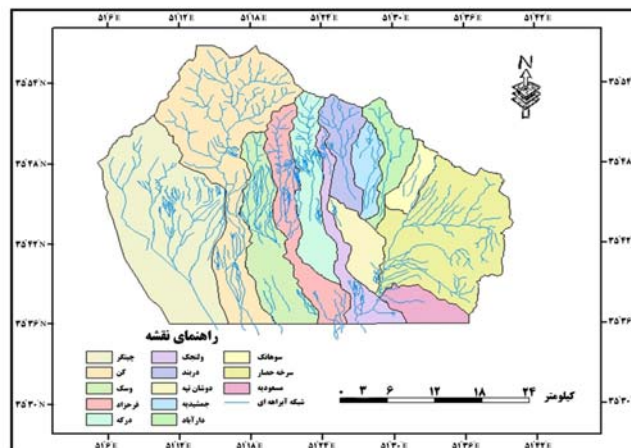
شهر تهران به وسیله سطوح مرتفع البرز مرکزی احاطه شده است و علاوه بر آب‌های سطحی در گستره شهری، رواناب‌های ناشی از بارش در مناطق کوهستانی به وسیله رودخانه‌ها و مسیل‌هایی وارد محدوده شهری می‌گردند. از طرف دیگر در داخل محدوده شهری به دلیل ارزش بالای اراضی، اطراف مسیل‌ها و رودخانه‌های فوق به صورت کانال‌هایی بازسازی و محدود شده است که این امر در هنگام وقوع سیلابها ممکن است خسارت‌های گسترده‌ای به همراه داشته باشد.

با توجه به نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۴۳، عکس‌های هوایی دو دوره مختلف و نقشه‌های زمین شناسی، حوضه‌های زهکشی شهر تهران قبل از توسعه فعلی شهر ترسیم شد [۱۶؛ ۱۷؛ ۱۸؛ ۱۹] (شکل ۳). همچنین به کمک نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۸۰، عکس‌های هوایی سال ۱۳۸۱ و همچنین اطلاعات شبکه زهکشی موجود شامل کانال‌های اصلی، مسیل‌ها و سازه‌های احداث شده

برای انتقال آب حوضه‌ها و همچنین محدوده توسعه فعلی شهر، تعداد ۶۴ حوضه زهکشی مربوط به زمان حاضر به همراه شبکه زهکشی طبیعی و تغییر یافته ترسیم شد [۱۸؛ ۲۰] (شکل ۴).



شکل ۳ حوضه‌های زهکشی بعداز توسعه شهر تهران همراه شبکه زهکشی طبیعی و تغییر یافته



شکل ۴ حوضه‌های زهکشی قبل از توسعه فعلی شهر تهران



مقایسه شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد که قسمت اعظم حوضه‌های طبیعی در طی دوره ۵۰ سال گذشته به وسیله کاربری‌های مختلف شهری پوشیده شده؛ و به همین دلیل شبکه زهکشی طبیعی متناسب با شرایط موجود، محدود و یا منحرف شده است. در حال حاضر نیز توسعه شهر به طرف غرب و روی حوضه تصرف نشده چیتگر در حال انجام است. نتایج مطالعات میدانی که به منظور ارزیابی عملکرد مسیل‌ها و سیلاب‌روهای اصلی شهر صورت گرفته به شرح زیر می‌باشد:

**حوضه کن:** این حوضه دارای رژیم فصلی است. مساحت آن در محدوده کوهستانی ۲۱۰/۳ کیلومترمربع و در محدوده شهری (زیرحوضه‌های کن میانی و کن پایین) ۷۲/۹ کیلومترمربع می‌باشد. رودخانه کن در محل جنوب غرب پارک ارم با اتصال کانال سیل برگردان غرب نقش بسیار مهمی در انتقال آب‌های محدوده شمال غرب و غرب شهر تهران را دارد.

**حوضه وسک:** مسیل این حوضه از ارتفاعات شمال غرب حصارک سرچشمه گرفته و پس از عبور از غرب حصارک از مناطق جنت‌آباد و شهرزیا گذشته و در شرق پارک ارم به کانال سیل برگردان غرب منتهی می‌شود. مساحت آن در محدوده کوهستانی ۱۴/۹ کیلومترمربع و در محدوده شهری (زیرحوضه وسک پایین) ۶/۸ کیلومترمربع می‌باشد. قسمت‌های شمالی این مسیل در حال حاضر به صورت طبیعی بوده و قسمت‌های جنوبی به صورت کانال بتونی در آمده است. کار احداث کانال بتونی سرپوشیده برای انتقال آب حدفاصل بین بزرگراه آب‌شناسان تا بزرگراه همت در حال انجام است. فرسایش در این محدوده آبراهه‌های عمیقی را در رسوبات آبرفتی ایجاد کرده است.

**حوضه فرحزاد:** رودخانه این حوضه از ارتفاعات شرق امامزاده داوود سرچشمه می‌گیرد. مساحت آن در محدوده کوهستانی ۲۳ کیلومترمربع و در محدوده شهری (زیرحوضه فرحزاد پایین) ۲۰/۶ کیلومترمربع می‌باشد. حریم رودخانه در محدوده کوهستانی و در منطقه فرحزاد مورد تجاوز کاربری‌های شهری قرار گرفته است. مسیر رودخانه به دو شکل طبیعی و مصنوعی (به صورت کانال بتونی یا سنگی) تا محدوده شمالی فلکه دوم صادقیه و اتصال به کانال سیل برگردان غرب ادامه دارد. با توجه به لایروبی نکردن رودخانه در محدوده شهری مخصوصاً در مناطق پای کوهی رسوبات زیادی در بستر آن به همراه سنگ‌های بزرگ و

زباله‌های شهری جمع شده است که در صورت بارندگی شدید می‌تواند برای منطقه فرحزاد و صادقیه خطرناک باشد و خسارت های زیادی به بار آورد. عرض کانال احداث شده برای انتقال آب رودخانه به طور متوسط ۵ متر در نظر گرفته شده است.

**حوضه درکه:** رژیم آبی این حوضه فصلی است. مساحت آن در محدوده کوهستانی ۲۵/۵ کیلومترمربع و در محدوده شهری (زیرحوضه درکه پایین) ۱۲/۵ کیلومترمربع می‌باشد. رودخانه درکه پس از گذر از محدوده کوهستانی به پهنای تقریبی ۱۰ متر و عمق متوسط ۴ متر وارد محدوده شهری شده و به وسیله کانال بتونی با عرض بین ۷ متر تا ۳/۵ متر (جنوب بوستان گفتگو) از کنار بزرگراه چمران تا کوی نصر ادامه مسیر داده و وارد کانال سیل برگردان غرب می‌شود. میزان رسوب رودخانه در حدود ۵۰ تا ۹۰ هزارتن در سال برآورد شده است [۲۳، ص ۴۵]. گستردگی و شیب حوضه زهکشی این رودخانه به گونه‌ای است که می‌تواند طغیان‌های بزرگی را ایجاد کند.

حوضه‌های شهری شاهین به مساحت ۱۷/۸ کیلومترمربع و تپه نیزار به مساحت ۱۳/۸ کیلومترمربع نیز به ترتیب آب مناطق حدفاصل حوضه‌های وسک، فرحزاد و درکه را به کانال سیل برگردان غرب منتقل می‌کنند. با توجه به موارد مذکور حوضه زهکشی تلفیقی غرب تعیین شد.

**حوضه ولنجک:** رودخانه این حوضه از ارتفاعات توچال حدفاصل حوضه سعدآباد تا روستای درکه سرچشمه می‌گیرد. مساحت آن در محدوده کوهستانی ۴/۵ کیلومترمربع و در محدوده شهری (زیرحوضه ولنجک پایین) ۱۵/۳ کیلومترمربع می‌باشد. رودخانه پس از عبور از مناطق مسکونی ولنجک در تقاطع بزرگراه چمران به صورت تونل زیرزمینی در امتداد خیابان ولی‌عصر تا ابتدای خیابان ظفر ادامه مسیر داده و در این قسمت به صورت کانال بتونی روباز پس از اتصال کانال خشایار از طریق کانال‌های رازن و زرین گلاب به کانال باختر برای انتقال به مسیل باروت کوی وارد می‌شود. عرض این مسیل از ۸ متر در مناطق کوهستانی تا ۴ متر در محدوده شهری متفاوت است.

**حوضه‌های سعدآباد، دربند، گلابدره:** رودخانه این سه حوضه نیز از ارتفاعات توچال سرچشمه می‌گیرند و در نهایت به کانال مقصودبیک متصل می‌شوند. مساحت این سه

حوضه به ترتیب برابر  $۲/۴$ ،  $۲۳/۱۰$  و  $۶/۹$  کیلومتر مربع می باشد. مساحت زیرحوضه آن (حوضه مقصود بیک)  $۱۶/۲$  کیلومتر مربع است. مسیر این رودخانه ها بعد از محدوده کوهستانی به صورت کانال های روباز بتونی بازسازی شده است. عرض رودخانه سعدآباد در قسمت بالادست که بستر طبیعی دارد حدود،  $۱۲$  متر و عمق متوسط آن  $۵$  متر و در محل اتصال به کانال مقصودبیک به وسیله کانالی با عرض  $۲$  متر و ارتفاع  $۲/۵$  متر متصل می شود. عرض رودخانه دربند در قسمت های بالادست تا میدان سربند حدود  $۹$  متر با عمق متوسط  $۶$  متر می باشد. در قسمت های میانی به عرض  $۵$  متر و عمق  $۴$  متر کانال سازی شده و در محل اتصال با کانال مقصودبیک عرض آن به  $۱۰$  متر و عمق  $۵$  متر می رسد. مسیر رودخانه گلابدره نیز پس از سیل سال  $۶۶$  در ابعاد  $۴$  متر عرض و  $۴$  متر عمق کانال سازی شده است.

**حوضه جمشیدیه:** رودخانه حوضه های سه گانه جمشیدیه، جمشیدیه میانی و پایین در دو شاخه شرقی و غربی از شرق ارتفاعات کلکچال سرچشمه می گیرد. مساحت این سه حوضه به ترتیب برابر  $۵/۲$ ،  $۷/۵$  و  $۵/۶$  کیلومتر مربع است. مساحت زیر حوضه جمشیدیه (حوضه غیاثوند)  $۱۹/۴$  کیلومتر مربع است. رودخانه در محدوده کوهستانی تا پارک جمشیدیه نیز با حوضچه های رسوب و سیلاب گیر کنترل می شود و در ادامه مسیر خود به صورت کانال های بتونی روباز و یا پوشیده شده به کانال غیاثوند متصل می شود. عرض این کانال از  $۴$  تا  $۱/۵$  متر متغیر است و در جنوب بزرگراه رسالت به کانال باختر وارد می شود.

**حوضه دارآباد:** رودخانه این حوضه و مسیل های شرقی آن (باقلازار و ازگل) از ارتفاعات شمال شرقی تهران سرچشمه گرفته و چون مسیر عبور آنها از میان تپه های خاکی است، حجم زیادی رسوب را با خود به طرف پایین دست حمل می کند. مساحت حوضه های دارآباد، باقلازار و ازگل به ترتیب برابر  $۱۹/۳$ ،  $۷/۶$  و  $۴/۸$  کیلومتر مربع می باشد. مساحت زیر حوضه دارآباد (حوضه ابراهیم آباد)  $۱۷/۱$  کیلومتر مربع است. مسیر رودخانه به وسیله کانال های بتونی با عرض حدود  $۵$  متر و عمق  $۳$  متر از بزرگراه های ارتش، امام علی و رسالت گذشته و با اتصال به کانال ابراهیم آباد به مسیل باختر متصل می شود. سرعت جریان آب در قسمت هایی از کانال دارآباد به علت شیب زیاد بالا بوده و همین امر موجب تخریب سریع کف و دیواره های کانال انتقال آب شده است.

**حوضه‌های سوهانک، اردیبهشت و تهرانپارس:** مساحت این سه حوضه به ترتیب برابر ۱۴/۸، ۸/۴ و ۱۱/۳ کیلومترمربع می‌باشد. مساحت زیر حوضه آن (حوضه جاجرود) ۱۳/۷ کیلومترمربع است. آب حوضه سوهانک با مسیل اردیبهشت از طریق کانال‌های ده نارمک، دردشت (دانشگاه علم و صنعت) و همچنین مسیل تهرانپارس به مسیل جاجرود و سپس به مسیل منوچهری وارد می‌شود. کانال‌های مذکور به دو شکل روباز و یا پوشیده شده با عرض تقریبی ۲ - ۳ متر و عمق ۲ متر آب‌های سطحی و بالادست را به مسیل منوچهری منتقل می‌کنند.

**حوضه سرخه حصار:** کانال‌های تیرانداز، پروین، یخساران و جشنواره آب‌های محدوده شرق تهرانپارس را از طریق مسیل سرخه حصار که بزرگ‌ترین سیلاب‌روی شرق تهران می‌باشد، به کانال ابودر منتقل می‌کنند. مساحت این حوضه ۱۳۳/۵ کیلومترمربع است. مسیر این مسیل از جاده دماوند تا بلوار ابودر به صورت کانال روباز ادامه داشته که اخیراً به دلیل ساخت پل‌ها بر روی بزرگراه افسریه در برخی از قسمت‌ها به صورت کانال سرپوشیده بتونی درآمده است. در برخی از نقاط مسیر (به‌طور مثال در محل اتصال با کانال ابودر) رسوبات زیادی در آن ته نشین شده است.

حوضه‌های قصر فیروزه، هجرت، افسریه، اصفهانک و شهرزاد به ترتیب با مساحت ۲۸/۱، ۳۴/۳، ۲۱/۴، ۶/۹، و ۴۷/۹ کیلومترمربع نیز آب‌های قسمت‌های شرقی و غربی حوضه کانال ابودر را جمع‌آوری می‌کنند. این آب‌ها از طریق کانال مذکور به مسیل باروت‌کوبی منتقل می‌شوند که به همین جهت از اهمیت زیادی برخوردار است.

عرض این کانال در محدوده بلوار ابودر به طور متوسط حدود ۷ متر و ارتفاع آن حدود ۴ متر می‌باشد. در طول مسیر این کانال رسوبات فراوانی ته نشین شده است. پل‌های این کانال اکثراً ظرفیت عبور آب در مواقع سیلابی را ندارد. مساحت حوضه ابودر ۲/۱ کیلومترمربع است. با توجه به موارد مذکور حوضه زهکشی تلفیقی شرق تعیین شد.

انسداد مسیر اولیه آب‌های سطحی حوضه‌های مذکور (به دلیل توسعه شهر) و انتقال این آب‌ها به کانال‌های سیل برگردان غرب و ابودر باعث شده تا محدوده مرکزی شهر به صورت کاملاً مصنوعی و از طریق کانال‌های زیرزمینی زهکشی شود. حوضه‌های شهری در این محدوده با توجه به کانال‌های آن و شبکه شهری و همچنین با توجه به مطالعات میدانی تعیین

شده است. این حوضه‌ها شامل حوضه‌های دولتخواه، بهشتی، بهمنیار، فیروزآبادی، نواب و خیام می‌باشند. مساحت این شش حوضه به ترتیب برابر ۴۳/۱، ۱۱/۱، ۱۳/۴، ۵۸/۸، ۱۶/۵ و ۲۴/۸ کیلومترمربع است. با توجه به موارد مذکور حوضه زهکشی تلفیقی مرکز تعیین شد. جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی ۴۶ حوضه فوق الذکر (شهری و کوهستانی) را نشان می‌دهد.

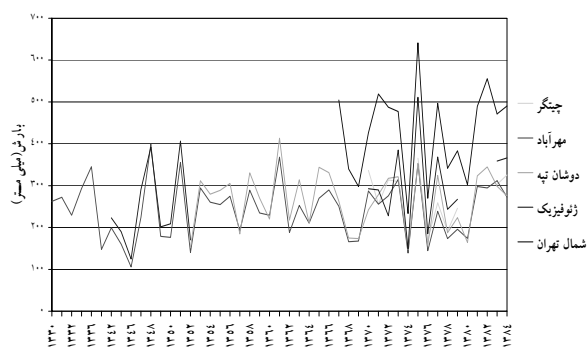
جدول ۱ مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌های زهکشی کلان شهر تهران

| مشخصات<br>نام حوضه | مساحت<br>(کیلومتر مربع) | محیط<br>(متر) | طول حوضه<br>(متر) | حداقل ارتفاع<br>(متر) | حداکثر ارتفاع<br>(متر) | زمان تمرکز<br>(دقیقه) | شیب متوسط<br>(درصد) |
|--------------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| کن                 | ۲۱۰/۳                   | ۶۶۸۳۰/۲       | ۲۰۸۲۵             | ۱۳۰۰                  | ۳۷۵۰                   | ۹۴                    | ۵۰/۲                |
| وسک                | ۱۴/۹                    | ۱۷۵۱۶         | ۷۰۵۲              | ۱۵۵۰                  | ۳۷۵۰                   | ۳۵                    | ۵۰                  |
| فرحزاد             | ۲۳                      | ۲۴۴۱۲/۷       | ۹۹۰۹              | ۱۶۰۰                  | ۳۴۰۰                   | ۴۵                    | ۵۷/۴                |
| درکه               | ۲۵/۵                    | ۲۴۱۲۱/۸       | ۹۳۷۶              | ۱۷۰۰                  | ۳۸۰۰                   | ۳۹                    | ۵۹                  |
| چیتگر              | ۲۷۳/۸                   | ۶۹۲۱۴/۹       | ۲۰۰۳۹             | ۱۱۳۰                  | ۳۷۰۰                   | ۱۰۶                   | ۲۱/۶                |
| کن میانی           | ۱۶/۳                    | ۲۴۳۹۶         | ۹۸۹۵              | ۱۲۵۰                  | ۲۲۰۰                   | ۵۷                    | ۱۲/۵                |
| کن پایین           | ۵۶/۶                    | ۴۰۱۵۳/۹       | ۱۱۵۸۰             | ۱۰۶۰                  | ۱۳۰۰                   | ۱۱۷                   | ۲/۵                 |
| وسک پایین          | ۶/۸                     | ۱۴۷۶۳/۷       | ۶۸۴۰              | ۱۲۴۳                  | ۱۵۷۰                   | ۵۶                    | ۵/۳                 |
| شاهین-شقایق        | ۱۷/۸                    | ۲۴۹۴۲         | ۸۴۸۴              | ۱۲۴۳                  | ۱۹۸۵                   | ۵۳                    | ۷/۲                 |
| مرادآباد           | ۳/۴                     | ۹۱۴۱/۳        | ۴۰۲۷              | ۱۵۶۵                  | ۲۵۲۰                   | ۲۰                    | ۳۶/۹                |
| فرحزاد پایین       | ۲۰/۶                    | ۲۸۳۳۷/۶       | ۹۴۵۰              | ۱۲۶۹                  | ۲۲۲۴                   | ۵۴                    | ۹/۴                 |
| بهرود              | ۴                       | ۱۰۸۳۳/۵       | ۴۸۸۷              | ۱۶۲۸                  | ۳۷۹۰                   | ۲۳                    | ۳۶/۸                |
| تپه نزار           | ۱۳/۸                    | ۱۹۲۳۹/۸       | ۶۳۷               | ۱۳۰۰                  | ۱۸۰۰                   | ۵۴                    | ۷/۹                 |
| درکه پایین         | ۱۲/۵                    | ۲۹۴۷۲/۷       | ۹۳۸۴              | ۱۳۲۰                  | ۲۲۰۰                   | ۵۵                    | ۱۳/۲                |
| خشکه               | ۲/۸                     | ۹۱۵۱/۳        | ۳۷۵۰              | ۱۶۵۰                  | ۳۷۰۰                   | ۱۸                    | ۴۶/۷                |
| ولنجک              | ۴/۵                     | ۱۰۳۲۴/۱       | ۳۹۵۷              | ۱۷۵۰                  | ۲۹۴۰                   | ۱۸                    | ۵۲                  |
| سعدآباد            | ۲/۴                     | ۸۱۷۶/۲        | ۳۴۰۰              | ۱۶۰۰                  | ۲۴۰۰                   | ۱۸                    | ۳۵                  |
| دریوند             | ۲۳/۱                    | ۲۳۶۷۴         | ۸۷۵۰              | ۱۶۰۰                  | ۳۹۰۰                   | ۳۵                    | ۵۵                  |
| گلابدره            | ۶/۹                     | ۱۴۴۷۳/۹       | ۶۴۲۵              | ۱۶۰۰                  | ۲۳۵۰                   | ۲۳                    | ۵۲                  |
| جمشیدیه            | ۵/۲                     | ۹۳۹۸/۶        | ۳۵۸۲              | ۱۷۷۰                  | ۳۱۰۰                   | ۱۵                    | ۵۴                  |
| جمشیدیه میانی      | ۷/۵                     | ۱۲۰۷۶/۷       | ۴۳۹۵              | ۱۵۲۰                  | ۲۲۵۰                   | ۲۵                    | ۲۱                  |

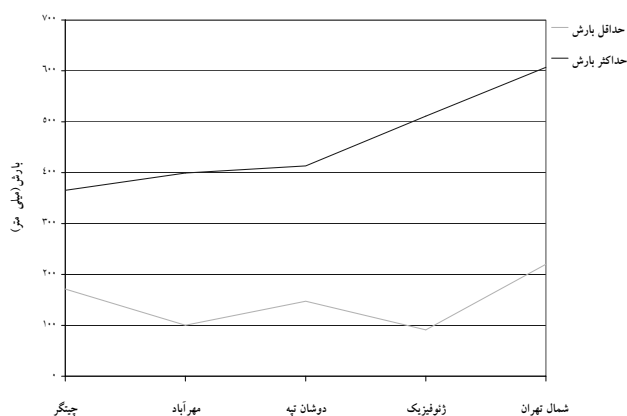
ادامه جدول ۱

| مشخصات<br>نام حوضه | مساحت<br>(کیلومتر مربع) | محیط (متر) | طول حوضه (متر) | حد اقل ارتفاع (متر) | حداکثر ارتفاع (متر) | زمان تمرکز (دقیقه) | شیب متوسط<br>(درصد) |
|--------------------|-------------------------|------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| جمشیدیه پایین      | ۵/۶                     | ۱۲۰۳۰/۷    | ۵۳۷۵           | ۱۵۰۰                | ۲۵۵۰                | ۲۷                 | ۲۱                  |
| دارآباد            | ۱۹/۳                    | ۲۱۵۶۱/۲    | ۸۶۵۰           | ۱۵۸۵                | ۳۵۳۰                | ۳۷                 | ۶۰                  |
| باقلازار           | ۷/۶                     | ۱۲۸۳۷/۸    | ۵۰۷۰           | ۱۶۰۰                | ۲۸۰۰                | ۲۴                 | ۴۹                  |
| ازگل               | ۴/۸                     | ۱۲۰۵۸/۹    | ۴۸۱۲           | ۱۵۷۰                | ۲۵۳۰                | ۲۵                 | ۲۰                  |
| سوهانک             | ۱۴/۸                    | ۱۹۵۹۶/۴    | ۸۳۳۰           | ۱۴۱۰                | ۲۵۳۰                | ۴۳                 | ۲۱                  |
| اردیبهشت           | ۸/۴                     | ۲۲۶۶۲/۳    | ۹۵۰۰           | ۱۳۳۰                | ۲۱۵۰                | ۵۸                 | ۱۴/۵                |
| تهرانپارس          | ۱۱/۳                    | ۲۴۵۲۹/۹    | ۱۰۶۲۵          | ۱۲۸۰                | ۱۹۸۰                | ۷۰                 | ۱۷/۴                |
| سرخه حصار          | ۱۳۳/۵                   | ۶۳۴۵۱/۴    | ۲۲۷۵۶          | ۱۱۷۰                | ۲۲۰۰                | ۱۴۵                | ۱۸                  |
| قصر فیروزه         | ۲۸/۱                    | ۳۳۸۷۵/۲    | ۱۱۸۵۰          | ۱۱۷۰                | ۳۱۰۰                | ۷۱                 | ۳۶                  |
| هجرت               | ۳۴/۳                    | ۳۵۶۴۶/۲    | ۱۲۷۱۰          | ۱۱۶۰                | ۲۱۳۰                | ۷۶                 | ۲۴                  |
| افسریه             | ۲۱/۴                    | ۲۳۲۹۳/۱    | ۷۷۷۰           | ۱۱۰۰                | ۱۷۷۰                | ۵۰                 | ۱۲/۵                |
| ولنجک پایین        | ۱۵/۳                    | ۲۹۲۲۵/۴    | ۱۰۰۴۷          | ۱۳۲۰                | ۲۰۷۰                | ۶۴                 | ۹                   |
| مقصود بیک          | ۱۶/۲                    | ۲۳۸۶۶/۴    | ۸۳۳۲           | ۱۳۲۰                | ۱۶۶۰                | ۷۰                 | ۵/۶                 |
| غیاثوند            | ۱۹/۴                    | ۲۸۰۸۵/۹    | ۷۸۵۰           | ۱۳۰۰                | ۱۵۹۰                | ۶۹                 | ۴/۳                 |
| ابراهیم آباد       | ۱۷/۱                    | ۲۳۷۷۶/۵    | ۸۷۶۰           | ۱۲۷۰                | ۱۶۵۰                | ۷۱                 | ۷/۵                 |
| جاجرود             | ۱۳/۷                    | ۲۲۲۵۲/۶    | ۸۰۶۰           | ۱۲۲۰                | ۱۵۵۰                | ۶۸                 | ۵/۷                 |
| ابونر              | ۲/۱                     | ۱۰۹۹۹/۸    | ۴۷۳۵           | ۱۱۵۰                | ۱۲۴۰                | ۶۰                 | ۲/۳                 |
| اصفهانک            | ۶/۹                     | ۱۴۷۰۳      | ۵۷۶۰           | ۱۱۲۰                | ۱۲۰۰                | ۸۰                 | ۱/۷                 |
| شهرزاد             | ۴۷/۹                    | ۳۵۱۷۰      | ۹۶۱۸           | ۱۱۱۰                | ۱۳۳۰                | ۹۷                 | ۲/۵                 |
| دولتخواه           | ۴۳/۱                    | ۳۳۴۹۰/۸    | ۱۱۶۷۷          | ۱۰۸۰                | ۱۲۲۰                | ۱۴۵                | ۲/۸                 |
| بهشتی              | ۱۱/۱                    | ۲۲۹۷۰/۷    | ۷۶۹۵           | ۱۰۸۰                | ۱۱۵۰                | ۱۱۷                | ۱/۱                 |
| بهمنیار            | ۱۳/۴                    | ۲۰۳۲۸/۳    | ۶۴۶۲           | ۱۰۸۰                | ۱۱۳۰                | ۱۰۹                | ۱                   |
| فیروزآبادی         | ۵۸/۸                    | ۶۳۷۹۳/۱    | ۱۹۳۸۰          | ۱۰۵۰                | ۱۲۹۵                | ۲۱۰                | ۲                   |
| نواب               | ۱۶/۵                    | ۲۶۵۶۷/۸    | ۹۳۳۸           | ۱۴۳۰                | ۱۱۵۰                | ۸۶                 | ۳                   |
| خیام               | ۳۴/۸                    | ۳۹۹۷۳/۷    | ۱۰۹۵۷          | ۱۱۰۰                | ۱۵۰۰                | ۹۰                 | ۴/۶                 |

۳-۲- تغییرات شبکه زهکشی، ایجاد حوضه‌های تلفیقی و ارزیابی ژئومورفولوژیکی میزان بارش سالیانه و مقدار حداقل و حداکثر آن در ایستگاه‌های چیتگر، مهرآباد، دوشان‌تپه، ژئوفیزیک و شمال تهران از زمان تأسیس در شکل‌های ۵ و ۶ مقایسه شده است [۲۴]. همچنین میانگین بارش سالیانه ایستگاه‌ها در طول دوره آماری در جدول ۲ آمده است. طبق آمار موجود حداکثر بارش مربوط به ایستگاه شمال تهران به میزان  $641/3$  میلی‌متر در سال ۱۳۷۵ و حداقل بارش مربوط به ایستگاه ژئوفیزیک به میزان  $91/1$  میلی‌متر در سال ۱۳۴۳ بوده است. از شکل ۵ این گونه استنباط می‌شود که میزان بارش از غرب به شرق و در طول زمان افزایش پیدا کرده است.



شکل ۵ بارش سالیانه ایستگاه‌های محدوده مطالعه شده از زمان تأسیس

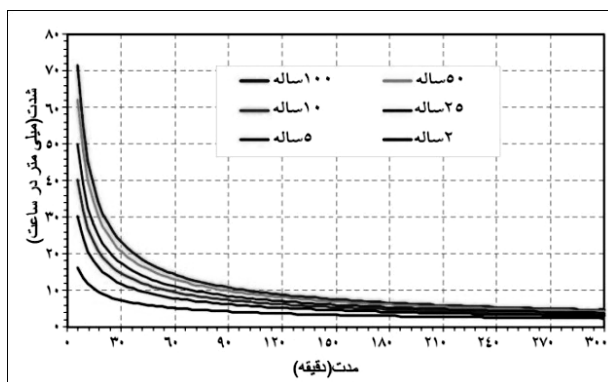


شکل ۶ حداکثر و حداقل بارش در ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه

جدول ۲ میانگین بارش سالیانه ایستگاه‌های محدوده مطالعه شده

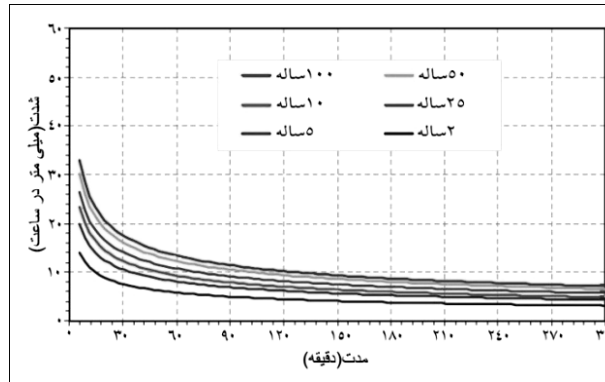
| نام ایستگاه  | چیتگر | مهرآباد | دوشان تپه | ژئوفیزیک | شمال تهران |
|--------------|-------|---------|-----------|----------|------------|
| میانگین بارش | ۲۵۳/۹ | ۲۳۲/۹   | ۲۵۲/۲     | ۲۷۷/۵    | ۳۹۹/۶      |

حداکثر آبدهی سالیانه حوضه‌ها براساس روش استدلالی و از طریق رابطه  $Q_{max} = 0.278CIA$  برای دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه شد. ضریب رواناب<sup>۱</sup> (C) حوضه‌های کوهستانی و شهری با توجه به نوع حوضه، کاربری آن و شیب زمین تعیین شده است [۲۵، صص ۱۱۰-۱۱۱]. شدت بارش (I) نیز از طریق منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی ایستگاه‌های مهرآباد و سعدآباد به دست آمده است (شکل‌های ۷ و ۸). مساحت حوضه‌های زهکشی (A) نیز با استفاده از نرم افزار Arc GIS محاسبه شد.



شکل ۷ منحنی شدت، مدت، فراوانی ایستگاه مهرآباد





شکل ۸ منحنی شدت، مدت، فراوانی ایستگاه سعدآباد

حداکثر آبدهی سالیانه برخی از حوضه‌های محدوده مطالعه شده بر اساس دوره‌های بازگشت ۲ و ۵ ساله در جدول ۳، برای دوره‌های بازگشت ۱۰ و ۲۵ ساله در جدول ۴ و برای دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله در جدول ۵ محاسبه شده است. همچنین برای مقایسه، حداکثر آبدهی سالیانه اندازه‌گیری شده به وسیله سازمان تحقیقات منابع آب ایران در جدول ۶ عنوان شده است.

جدول ۳ حداکثر آبدهی (مترمکعب بر ثانیه) دوره‌های بازگشت ۲ و ۵ ساله برخی از حوضه‌های محدوده مطالعه شده

| نام حوضه | سرعت رواناب | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۱۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۲۵ ساله از طریق ایستگاه |         |
|----------|-------------|-----------------------------|---------|---|---------|-----------------------------|---------|---|---------|
|          |             | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد                                     | مهرآباد | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد                                     | مهرآباد |
| کن       | ۰/۲۵        | ۴                           | ۴/۷     | ۵۸/۵  | ۶۸/۷    | ۶                           | ۶/۷     | ۸۷/۷  | ۹۷/۹    |
| وسک      | ۰/۲۵        | ۶/۴                         | ۶/۴     | ۶/۶   | ۶/۶     | ۱۰/۷                        | ۹/۹     | ۱۱/۱  | ۱۰/۳    |
| فرحزاد   | ۰/۲۵        | ۶                           | ۶/۲     | ۹/۶   | ۹/۹     | ۹                           | ۸/۹     | ۱۴/۴  | ۱۴/۲    |



ادامه جدول ۳

| نام حوضه      | ضریب رواتب | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | بر آورد حداکثر آبدهی ۱۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | بر آورد حداکثر آبدهی ۲۵ ساله از طریق ایستگاه |         |
|---------------|------------|-----------------------------|---------|--|---------|-----------------------------|---------|--|---------|
|               |            | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد                                      | مهرآباد | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد                                      | مهرآباد |
| درکه          | ۰/۲۵       | ۶/۴                         | ۶/۴     | ۱۱/۳   | ۱۱/۳    | ۹/۵                         | ۱۰      | ۱۷/۷   | ۱۶/۸    |
| کن میانی      | ۰/۴۰       | ۵/۸                         | ۵/۸     | ۱۰/۵   | ۹/۲     | ۸/۶                         | ۷/۸     | ۱۴/۶   | ۱۴/۷    |
| وسک پایین     | ۰/۴۵       | ۵/۸                         | ۵/۸     | ۴/۹  | ۴/۳     | ۸/۶                         | ۷/۹     | ۶/۷  | ۶/۹     |
| شاهین         | ۰/۴۰       | ۵/۹                         | ۵/۴     | ۱۱/۷   | ۱۰/۷    | ۸/۵                         | ۸       | ۱۵/۸   | ۱۶/۸    |
| مرادآباد      | ۰/۳۰       | ۸/۸                         | ۸/۵     | ۲/۵  | ۲/۴     | ۱۲/۲                        | ۱۴/۸    | ۴/۲  | ۳/۴     |
| فرحزاد پایین  | ۰/۴۰       | ۵/۹                         | ۵/۴     | ۱۲/۵   | ۱۲/۴    | ۸/۲                         | ۸       | ۱۸/۳   | ۱۸/۸    |
| بهرود         | ۰/۳۰       | ۸/۶                         | ۸       | ۲/۷  | ۲/۷     | ۱۶/۹                        | ۱۳/۹    | ۴/۶  | ۴       |
| تپه نیزار     | ۰/۴۰       | ۵/۹                         | ۵/۴     | ۹  | ۸/۳     | ۸/۲                         | ۸       | ۱۲/۳   | ۱۲/۶    |
| درکه پایین    | ۰/۴۱       | ۵/۹                         | ۵/۲     | ۸/۴  | ۷/۴     | ۸/۶                         | ۷/۹     | ۱۱/۲   | ۱۱/۵    |
| خشکه          | ۰/۲۷       | ۹                           | ۹       | ۱/۹  | ۱/۹     | ۱۲/۹                        | ۱۶      | ۳/۴  | ۲/۷     |
| ولنجک         | ۰/۲۵       | ۹                           | ۹       | ۲/۸  | ۲/۸     | ۱۲/۹                        | ۱۶      | ۵  | ۴       |
| سعدآباد       | ۰/۳۰       | ۹                           | ۹       | ۱/۸  | ۱/۸     | ۱۲/۹                        | ۱۶      | ۳/۲  | ۲/۶     |
| دربند         | ۰/۲۵       | ۶/۴                         | ۶/۴     | ۱۰/۳   | ۱۰/۳    | ۹/۹                         | ۱۰/۷    | ۱۷/۲   | ۱۵/۹    |
| گلابره        | ۰/۲۵       | ۸/۶                         | ۸       | ۳/۹  | ۳/۸     | ۱۶/۹                        | ۱۳/۹    | ۶/۷  | ۵/۷     |
| جمشیدیه       | ۰/۲۵       | ۹/۵                         | ۱۰      | ۳/۴  | ۳/۶     | ۱۳/۹                        | ۱۷/۵    | ۶/۳  | ۵       |
| جمشیدیه-میانی | ۰/۴۰       | ۸                           | ۷/۴     | ۶/۷  | ۶/۲     | ۱۶/۱                        | ۱۳      | ۱۰/۸   | ۹/۲     |
| جمشیدیه-پایین | ۰/۴۰       | ۷/۸                         | ۷/۲     | ۴/۸  | ۴/۵     | ۱۰/۹                        | ۱۲/۸    | ۸  | ۶/۸     |
| دارآباد       | ۰/۲۷       | ۶/۴                         | ۶/۴     | ۹/۳  | ۹/۳     | ۹/۵                         | ۱۰/۳    | ۱۴/۹   | ۱۳/۸    |
| باقلزار       | ۰/۲۷       | ۸/۶                         | ۷/۹     | ۴/۶  | ۴/۵     | ۱۶/۲                        | ۱۳/۵    | ۷/۷  | ۶/۴     |

ادامه جدول ۳

| نام حوضه     | ضریب رولان | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۱۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۲۵ ساله از طریق ایستگاه |         |
|--------------|------------|-----------------------------|---------|---|---------|-----------------------------|---------|---|---------|
|              |            | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد |
| ازگل         | ۰/۳۰       | ۷/۴                         | ۸       | ۳   | ۳/۲     | ۱۳                          | ۱۱/۱    | ۵/۲   | ۴/۴     |
| سوهانک       | ۰/۲۷       | ۶                           | ۶/۴     | ۶/۷   | ۷/۱     | ۹                           | ۹       | ۱۰  | ۱۰      |
| اردیبهشت     | ۰/۲۷       | ۵/۱                         | ۵/۸     | ۳/۲   | ۳/۶     | ۷/۸                         | ۸/۱     | ۴/۹   | ۵/۱     |
| تهرانپارس    | ۰/۲۷       | ۴/۶                         | ۵/۵     | ۳/۹   | ۴/۷     | ۷                           | ۷/۷     | ۵/۹   | ۶/۵     |
| ولنجک پایین  | ۰/۴۱       | ۴/۹                         | ۵/۵     | ۸/۵   | ۹/۶     | ۷/۵                         | ۸       | ۱۳/۱  | ۱۳/۹    |
| مقصودبیک     | ۰/۴۵       | ۴/۶                         | ۵/۵     | ۹/۳   | ۱۱/۱    | ۷                           | ۷/۷     | ۱۴/۲  | ۱۵/۶    |
| غیاثوند      | ۰/۴۰       | ۴/۷                         | ۵/۵     | ۱۰/۱  | ۱۱/۹    | ۷                           | ۷/۹     | ۱۵/۱  | ۱۷      |
| ابراهیم آباد | ۰/۳۰       | ۴/۶                         | ۵/۵     | ۶/۶   | ۷/۸     | ۶/۹                         | ۷/۶     | ۹/۸   | ۱۰/۸    |
| جاجرود       | ۰/۴۰       | ۴/۸                         | ۵/۵     | ۷/۳   | ۸/۴     | ۷/۱                         | ۷/۹     | ۱۰/۸  | ۱۲      |

جدول ۴ حداکثر آبدهی (مترمکعب بر ثانیه) دوره‌های بازگشت ۱۰ و ۲۵ ساله  
برخی از حوضه‌های محدوده مطالعه شده

| نام حوضه | ضریب رولان | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۱۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۲۵ ساله از طریق ایستگاه |         |
|----------|------------|-----------------------------|---------|---|---------|-----------------------------|---------|---|---------|
|          |            | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد |
| کن       | ۰/۲۵       | ۷/۱                         | ۷/۹     | ۱۰۳/۸                                       | ۱۱۵/۵   | ۸                           | ۹       | ۱۱۶/۹                                       | ۱۳۱/۵   |
| وسک      | ۰/۲۵       | ۱۳/۵                        | ۱۱/۸    | ۱۴  | ۱۲/۲    | ۱۶                          | ۱۳/۲    | ۱۶/۶  | ۱۳/۷    |
| فرحزاد   | ۰/۲۵       | ۱۱/۷                        | ۱۰/۵    | ۱۸/۷  | ۱۶/۸    | ۱۳/۵                        | ۱۲/۲    | ۲۱/۶  | ۱۹/۵    |
| درکه     | ۰/۲۵       | ۱۲/۳                        | ۱۱      | ۲۱/۸  | ۱۹/۵    | ۱۴/۷                        | ۱۲/۸    | ۲۶  | ۲۲/۶    |
| کن میانی | ۰/۴۰       | ۹/۷                         | ۹/۳     | ۱۷/۶  | ۱۶/۸    | ۱۱/۵                        | ۱۱      | ۲۰/۸  | ۱۹/۹    |



ادامه جدول ۴

| نام حوضه      | مرداب<br>رواناب | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | براوردها کتر آبدهی<br>۱۰ساله از طریق<br>ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | براوردها کتر آبدهی<br>۲۵ساله از طریق<br>ایستگاه |         |
|---------------|-----------------|-----------------------------|---------|---|---------|-----------------------------|---------|---|---------|
|               |                 | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد   | مهرآباد | سعدآباد                     | مهرآباد | سعدآباد   | مهرآباد |
| وسک پایین     | -/۴۵            | ۹/۹                         | ۹/۵     | ۸/۴   | ۸/۱     | ۱۱/۵                        | ۱۱/۲    | ۱۰/۷  | سعدآباد |
| شاهین         | -/۴۰            | ۱۰                          | ۹/۸     | ۱۹/۸  | ۱۹/۴    | ۱۱/۵                        | ۲۳/۷    | ۲۲/۸  | مهرآباد |
| مرادآباد      | -/۳۰            | ۱۸/۵                        | ۱۴/۱    | ۵/۲   | ۴       | ۱۶/۶                        | ۶/۵     | ۴/۷   | سعدآباد |
| فرحزاد پایین  | -/۴۰            | ۱۰                          | ۹/۸     | ۲۲/۹  | ۲۲/۴    | ۱۱/۱                        | ۲۷/۲    | ۲۵/۴  | مهرآباد |
| بهرود         | -/۳۰            | ۱۷/۵                        | ۱۳/۸    | ۵/۸   | ۴/۶     | ۱۵/۸                        | ۷       | ۵/۳   | سعدآباد |
| تپه نزار      | -/۴۰            | ۱۰                          | ۹/۸     | ۱۵/۳  | ۱۵      | ۱۱/۱                        | ۱۸/۳    | ۱۷  | مهرآباد |
| درکه پایین    | -/۴۱            | ۹/۹                         | ۹/۶     | ۱۴/۱  | ۱۳/۷    | ۱۱/۱                        | ۱۶/۹    | ۱۵/۷  | سعدآباد |
| خشکه          | -/۲۷            | ۲۰                          | ۱۵/۱    | ۴/۲   | ۳/۲     | ۱۷/۴                        | ۵/۲     | ۳/۶   | مهرآباد |
| ولنجک         | -/۲۵            | ۲۰                          | ۱۵/۱    | ۶/۲   | ۴/۷     | ۱۷/۴                        | ۷/۸     | ۵/۴   | سعدآباد |
| سعدآباد       | -/۳۰            | ۲۰                          | ۱۵/۱    | ۴   | ۳       | ۱۷/۴                        | ۵       | ۳/۵   | مهرآباد |
| دربند         | -/۲۵            | ۱۳/۵                        | ۱۱/۸    | ۲۱/۷  | ۱۸/۹    | ۱۳/۲                        | ۲۵/۷    | ۲۱/۲  | سعدآباد |
| گلابدره       | -/۲۵            | ۱۷/۵                        | ۱۳/۸    | ۸/۴   | ۶/۶     | ۱۵/۸                        | ۱۰      | ۷/۶   | مهرآباد |
| جمشیدیه       | -/۲۵            | ۲۲/۸                        | ۱۶/۲    | ۸/۲   | ۵/۸     | ۱۸/۵                        | ۲۷/۸    | ۶/۷   | سعدآباد |
| جمشیدیه میانی | -/۴۰            | ۱۶/۵                        | ۱۳/۱    | ۱۳/۸  | ۱۰/۹    | ۱۹/۵                        | ۱۶/۳    | ۱۲/۵  | مهرآباد |
| جمشیدیه پایین | -/۴۰            | ۱۵/۹                        | ۱۲/۸    | ۹/۹   | ۸       | ۱۴/۵                        | ۱۱/۵    | ۹   | سعدآباد |
| دارآباد       | -/۲۷            | ۱۲/۸                        | ۱۱/۴    | ۱۸/۵  | ۱۶/۵    | ۱۵/۵                        | ۲۲/۴    | ۱۸/۸  | مهرآباد |
| باقلازار      | -/۲۷            | ۱۶/۹                        | ۱۳/۵    | ۹/۶   | ۷/۷     | ۱۵/۲                        | ۱۱/۴    | ۸/۷   | سعدآباد |
| ازگل          | -/۲۰            | ۱۶/۵                        | ۱۳/۱    | ۶/۶   | ۵/۲     | ۱۹/۵                        | ۷/۸     | ۶   | مهرآباد |
| سوهانک        | -/۲۷            | ۱۲                          | ۱۰/۸    | ۱۳/۳  | ۱۲      | ۱۲/۵                        | ۱۵/۳    | ۱۳/۸  | سعدآباد |
| اردبیهشت      | -/۲۷            | ۹/۷                         | ۹/۲     | ۶/۱   | ۵/۸     | ۱۱/۳                        | ۷/۱     | ۶/۹   | مهرآباد |
| تهرانپارس     | -/۲۷            | ۸/۲                         | ۸/۵     | ۶/۹   | ۷/۲     | ۹/۹                         | ۸/۴     | ۸/۴   | سعدآباد |
| ولنجک پایین   | -/۴۱            | ۹                           | ۹       | ۱۵/۷  | ۱۵/۷    | ۱۰/۹                        | ۱۸/۶    | ۱۸/۵  | مهرآباد |

ادامه جدول ۴

| نام حوضه     | ضریب روتاب | شدت بارش ۱۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۱۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۲۵ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۲۵ ساله از طریق ایستگاه |         |
|--------------|------------|-----------------------------|---------|---|---------|-----------------------------|---------|---|---------|
|              |            | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد |
| مقصودبیک     | ۰/۴۵       | ۸/۲                         | ۸/۵     | ۱۶/۶  | ۱۷/۲    | ۹/۹                         | ۹/۹     | ۲۰/۱  | ۲۰/۱    |
| غیاثوند      | ۰/۴۰       | ۸/۵                         | ۸/۵     | ۱۸/۳  | ۱۸/۳    | ۱۰                          | ۱۰      | ۲۱/۶  | ۲۱/۶    |
| ابراهیم آباد | ۰/۳۰       | ۸/۱                         | ۸/۶     | ۱۱/۵  | ۱۲      | ۹/۹                         | ۹/۹     | ۱۴/۱  | ۱۴/۱    |
| جاجرود       | ۰/۴۰       | ۸/۷                         | ۸/۸     | ۱۳/۲  | ۱۳/۴    | ۱۰                          | ۱۰      | ۱۵/۲  | ۱۵/۴    |

جدول ۵ حداکثر آبدهی (مترمکعب بر ثانیه) دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله برخی از حوضه‌های محدوده مطالعه شده

| نام حوضه     | ضریب روتاب | شدت بارش ۵۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۵۰ ساله از طریق ایستگاه |         | شدت بارش ۱۰۰ ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی ۱۰۰ ساله از طریق ایستگاه |         |
|--------------|------------|-----------------------------|---------|---|---------|------------------------------|---------|--|---------|
|              |            | مهرآباد                     | سعدآباد | مهرآباد                                     | سعدآباد | مهرآباد                      | سعدآباد | مهرآباد                                      | سعدآباد |
| کن           | ۰/۲۵       | ۹/۵                         | ۱۰/۵    | ۱۳۸/۸                                       | ۱۵۲/۵   | ۱۰/۱                         | ۱۱/۴    | ۱۴۷/۶  | ۱۶۶/۶   |
| وسک          | ۰/۲۵       | ۱۸/۶                        | ۱۵/۳    | ۱۹/۳  | ۱۵/۹    | ۲۱                           | ۱۶/۵    | ۲۱/۸   | ۱۷/۱    |
| فرحزاد       | ۰/۲۵       | ۱۶/۱                        | ۱۲/۸    | ۲۵/۸  | ۲۲/۱    | ۱۷/۵                         | ۱۵      | ۲۸   | ۲۴      |
| درکه         | ۰/۲۵       | ۱۷/۳                        | ۱۴/۵    | ۳۰/۶  | ۲۵/۶    | ۱۹/۱                         | ۱۶      | ۳۳/۸   | ۲۸/۳    |
| کن میانی     | ۰/۴۰       | ۱۳/۵                        | ۱۲/۵    | ۲۴/۴  | ۲۲/۶    | ۱۴/۹                         | ۱۳/۸    | ۲۷   | ۲۵      |
| وسک پایین    | ۰/۴۵       | ۱۳/۸                        | ۱۲/۶    | ۱۱/۷  | ۱۰/۷    | ۱۵                           | ۱۳/۸    | ۱۲/۸   | ۱۱/۷    |
| شاهین        | ۰/۴۰       | ۱۴/۱                        | ۱۲/۹    | ۲۷/۹  | ۲۵/۵    | ۱۵/۸                         | ۱۴      | ۳۱/۳   | ۲۷/۷    |
| مرادآباد     | ۰/۳۰       | ۳۷/۸                        | ۱۸/۹    | ۷/۹   | ۵/۳     | ۳۱                           | ۲۰/۶    | ۸/۸  | ۵/۸     |
| فرحزاد پایین | ۰/۴۰       | ۱۴                          | ۱۲/۹    | ۳۲/۱  | ۲۹/۵    | ۱۵/۸                         | ۱۳/۹    | ۳۶/۲   | ۳۱/۸    |
| بهرود        | ۰/۳۰       | ۲۵/۵                        | ۱۸/۱    | ۸/۵   | ۶       | ۲۸/۱                         | ۱۹/۸    | ۹/۴  | ۶/۶     |
| تپه نزار     | ۰/۴۰       | ۱۴                          | ۱۲/۹    | ۲۱/۵  | ۱۹/۸    | ۱۵/۸                         | ۱۳/۹    | ۲۴/۲   | ۲۱/۳    |
| درکه پایین   | ۰/۴۱       | ۱۳/۹                        | ۱۲/۶    | ۱۹/۸  | ۱۷/۹    | ۱۵/۵                         | ۱۳/۹    | ۲۲/۱   | ۱۹/۸    |

ادامه جدول ۵

| برآورد حداکثر آبدهی<br>۱۰۰ ساله از طریق<br>ایستگاه |         | شدت بارش ۱۰۰<br>ساله در ایستگاه |         | برآورد حداکثر آبدهی<br>۵۰ ساله از طریق<br>ایستگاه |         | شدت بارش ۵۰<br>ساله در ایستگاه |         | ضریب<br>رواناب | نام حوضه      |
|--|---------|---------------------------------|---------|---|---------|--------------------------------|---------|----------------|---------------|
| سعد آباد   | مهرآباد | سعد آباد                        | مهرآباد | سعد آباد  | مهرآباد | سعد آباد                       | مهرآباد |                |               |
| ۴/۵  | ۷/۱     | ۲۱/۵                            | ۳۳/۶    | ۴/۲   | ۶/۳     | ۲۰                             | ۳۰      | -/۲۷           | خشکه          |
| ۶/۷  | ۱۰/۵    | ۲۱/۵                            | ۳۳/۶    | ۶/۲   | ۹/۴     | ۲۰                             | ۳۰      | -/۲۵           | ولنجک         |
| ۴/۳  | ۶/۷     | ۲۱/۵                            | ۳۳/۶    | ۴   | ۶       | ۲۰                             | ۳۰      | -/۳۰           | سعدآباد       |
| ۲۶/۵   | ۳۳/۷    | ۱۶/۵                            | ۲۱      | ۲۴/۶  | ۲۹/۹    | ۱۵/۳                           | ۱۸/۶    | -/۲۵           | در بند        |
| ۹/۵  | ۱۳/۵    | ۱۹/۸                            | ۲۸/۱    | ۸/۷   | ۱۲/۲    | ۱۸/۱                           | ۲۵/۵    | -/۲۵           | گلابدره       |
| ۸/۳  | ۱۳/۹    | ۲۳/۱                            | ۳۸/۵    | ۷/۸   | ۱۲/۲    | ۲۱/۵                           | ۳۳/۷    | -/۲۵           | جمشیدیه       |
| ۱۵/۸   | ۲۲/۱    | ۱۸/۹                            | ۲۶/۵    | ۱۴/۶  | ۱۹/۷    | ۱۷/۵                           | ۲۳/۶    | -/۴۰           | جمشیدیه میانی |
| ۱۱/۳   | ۱۵/۶    | ۱۸/۲                            | ۲۵      | ۱۰/۶  | ۱۳/۸    | ۱۷                             | ۲۲/۲    | -/۴۰           | جمشیدیه پایین |
| ۲۳/۵   | ۲۹      | ۱۶/۲                            | ۲۰      | ۲۱/۷  | ۲۶/۱    | ۱۵                             | ۱۸      | -/۲۷           | دارآباد       |
| ۱۱   | ۱۵/۵    | ۱۹/۳                            | ۲۷/۲    | ۱۰/۱  | ۱۳/۸    | ۱۷/۸                           | ۲۴/۲    | -/۲۷           | باقلازار      |
| ۷/۶  | ۱۰/۶    | ۱۸/۹                            | ۲۶/۵    | ۷   | ۹/۴     | ۱۷/۵                           | ۲۳/۶    | -/۳۰           | ازگل          |
| ۱۶/۸   | ۲۰      | ۱۵/۱                            | ۱۸      | ۱۵/۴  | ۱۸      | ۱۳/۹                           | ۱۶/۲    | -/۲۷           | سوهانک        |
| ۸/۵  | ۹/۱     | ۱۳/۵                            | ۱۴/۵    | ۷/۹   | ۸/۵     | ۱۲/۵                           | ۱۳/۵    | -/۲۷           | اردیبهشت      |
| ۱۰/۸   | ۱۰/۹    | ۱۲/۷                            | ۱۲/۹    | ۹/۷   | ۱۰/۱    | ۱۱/۵                           | ۱۱/۹    | -/۲۷           | تهرانپارس     |
| ۲۲/۸   | ۲۴/۲    | ۱۳/۱                            | ۱۳/۹    | ۲۱/۱  | ۲۲      | ۱۲/۱                           | ۱۲/۶    | -/۴۱           | ولنجک پایین   |
| ۲۵/۷   | ۲۶/۱    | ۱۲/۷                            | ۱۲/۹    | ۲۳/۳  | ۲۴/۱    | ۱۱/۵                           | ۱۱/۹    | -/۴۵           | مقصودبیک      |
| ۲۷/۴   | ۲۸      | ۱۲/۷                            | ۱۳      | ۲۵/۴  | ۲۵/۹    | ۱۱/۸                           | ۱۲      | -/۴۰           | غیاثوند       |
| ۱۷/۸   | ۱۸/۴    | ۱۵/۵                            | ۱۲/۹    | ۱۶/۴  | ۱۶/۸    | ۱۱/۵                           | ۱۱/۸    | -/۳۰           | ابراهیم آباد  |
| ۱۹/۳   | ۱۹/۸    | ۱۲/۷                            | ۱۳      | ۱۸/۳  | ۱۸/۳    | ۱۲                             | ۱۲      | -/۴۰           | جاجرود        |

جدول ۶ حداکثر آبدهی سالیانه (مترمکعب بر ثانیه) برخی از آبراهه‌های حوضه‌های محدوده مطالعه شده [۲۶]

| مختصات            | ۵۱-۱۶       | ۳۵-۴۷            | ۵۱-۱۹         | ۳۵-۵۲            | ۵۱-۲۳           | ۳۵-۴۹                 | ۵۱-۲۶ | ۳۵-۴۸ | ۵۱-۲۹ | ۳۵-۴۴ | ۵۱-۳۱ | ۳۵-۲۷ |
|-------------------|-------------|------------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| نام آبراهه<br>سال | کن - سولقان | قرجزاد - دالانغر | ترک - مفت حوض | دریند - مقصودبیک | دارآباد - رسالت | سرخه حصار - طالب آباد |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۵۰              | ۴۴/۴        | ---              | ۱/۹           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۱              | ۸۷/۰        | ۱/۹              | ۳/۲           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۲              | ۳۴/۰        | ۱۱/۷             | ---           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۳              | ۵۵/۶        | ---              | ۱۸/۰          | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۴              | ۵۰/۰        | ---              | ---           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۵              | ---         | ---              | ---           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۶              | ---         | ---              | ---           | ۱/۲              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۷              | ---         | ---              | ---           | ۱/۶              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۸              | ۲۵/۰        | ۸/۱              | ۳/۱           | ۴/۳              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۵۹              | ۱۰/۵        | ۲/۲              | ۳/۱           | ۴/۴              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۶۰              | ۱۲/۰        | ۱/۵              | ۱/۳           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۶۱              | ---         | ۱۴/۵             | ۳۸/۰          | ۳۶/۵             | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۶۲              | ۵۲/۳        | ۱۰/۲             | ۳/۴           | ۴/۷              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۶۳              | ۴۹/۲        | ۹/۶              | ---           | ۵/۴              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۶۴              | ۶۴/۳        | ۹/۹              | ۱۹/۹          | ۱۲/۴             | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۴۲/۷  |
| ۱۳۶۵              | ۴۹/۰        | ---              | ۴۷/۱          | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۸۶/۷  |
| ۱۳۶۶              | ۶۷/۰        | ---              | ۲۹/۲          | ۲۵۳/۰*           | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۴۲/۰  |
| ۱۳۶۷              | ۲۲/۵        | ---              | ۵/۲           | ---              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۲۴/۵  |
| ۱۳۶۸              | ۲۱/۵        | ---              | ۲/۴           | ۱/۷              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۱۸/۰  |
| ۱۳۶۹              | ۷۱/۳        | ---              | ۱۱/۹          | ۷/۶              | ---             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ۵۲/۳  |
| ۱۳۷۰              | ---         | ---              | ۱۰/۰          | ۱۱/۸             | ۲۱/۶            | ۳۸/۷                  | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۷۱              | ۳۸/۶        | ---              | ---           | ۷/۴              | ۲/۵             | ۳۰/۱                  | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۷۲              | ۸۱/۶        | ---              | ۱۷/۹          | ۱۷/۲             | ۳۹/۰            | ۴۷/۸                  | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۷۳              | ۳۴۵/۰*      | ---              | ۲۴/۱          | ۴۳/۰             | ۴۵/۰            | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۷۴              | ۹۰/۰        | ---              | ۱۴/۲          | ۱۳/۶             | ۳/۸             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |
| ۱۳۷۵              | ۳۴/۷        | ---              | ۷/۹           | ۶/۲              | ۱/۱             | ---                   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   |



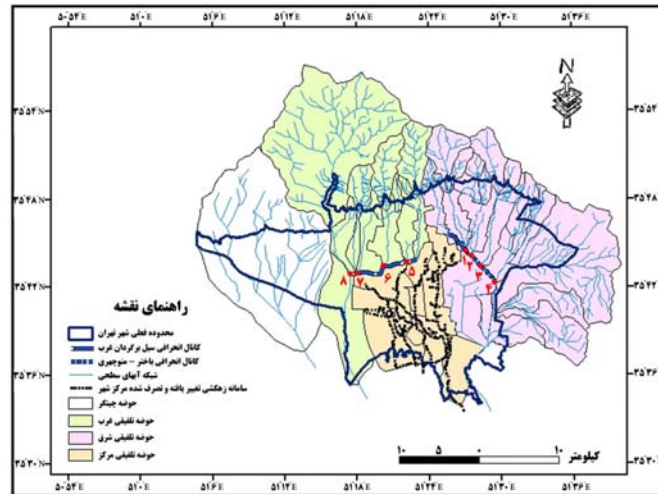
ادامه جدول ۶

| مختصات            | ۵۱-۱۶     | ۳۵-۴۷         | ۵۱-۱۹        | ۳۵-۵۲          | ۵۱-۲۳         | ۳۵-۴۹               | ۵۱-۲۶ | ۳۵-۴۸ | ۵۱-۲۹ | ۳۵-۴۴ | ۵۱-۳۱ | ۳۵-۲۷ |
|-------------------|-----------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| نام آبراهه<br>سال | کن-سولقان | فرحزاد-دالاغر | درکه-هفت حوض | دریند-مقصودبیک | دارآباد-رسالت | سرخه حصار-طالب آباد |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۷۶              | ۶۲/۴      | ---           | ۱۸/۰         | ۱۳/۱           | ۸/۳           | ---                 |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۷۷              | ۱۲/۰      | ---           | ۱۲/۸         | ۱/۷            | ---           | ---                 |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۷۸              | ۳۶/۷      | ---           | ۵/۵          | ۲/۳            | ---           | ---                 |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۷۹              | ۱۱/۱      | ---           | ۵/۴          | ۲/۸            | ---           | ---                 |       |       |       |       |       |       |
| ۱۳۸۰              | ۳۸/۰      | ---           | ۱۰/۹         | ۳/۱            | ---           | ---                 |       |       |       |       |       |       |
| میانگین           | ۵۶/۴      | ۷/۰           | ۱۳/۰         | ۲۰/۷           | ۱۷/۳          | ۴۲/۶                |       |       |       |       |       |       |

\* این ارقام مربوط به دوره بازگشت بالاتر از ۱۰۰ سال می باشد.

همانطور که عنوان شد گسترش فضای شهر تهران باعث هدایت آبهای سطحی به دو مسیر غربی (کانال سیل برگردان غرب) و شرقی (کانالهای باختر، منوچهری و ابوذر) شده است. این وضعیت باعث تغییر محیط طبیعی اولیه و ایجاد حوضه‌های تلفیقی شده است. این حوضه‌ها با عناوین "حوضه تلفیقی غرب"، "حوضه تلفیقی شرق" و "حوضه تلفیقی مرکزی" تعیین شده‌اند. به منظور بررسی میزان حداکثر آبدهی محاسبه شده حوضه‌های تلفیقی، نقاطی به عنوان نقاط شاخص در محل تلفیق حوضه‌ها در نظر گرفته شد (شکل ۹). جدول‌های ۷ و ۸ حوضه‌های تشکیل‌دهنده این نقاط را در حوضه‌های تلفیقی شرق و غرب نشان می‌دهد. همچنین در جدول‌های ۹ و ۱۰ مجموع حداکثر آبدهی این نقاط براساس اطلاعات محاسبه شده در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ عنوان شده است. با توجه به اینکه حوضه تلفیقی مرکزی به وسیله کانال‌ها و تونل‌های زیرزمینی زهکشی می‌شوند، در این صورت حداکثر آبدهی این حوضه محاسبه نشده است.





شکل ۹ حوزه‌های زهکشی تلفیقی در محدوده مطالعه شده

جدول ۷ نقاط مشخص شده در حوزه‌های تلفیقی شرق

| نقاط   | مجموع حداکثر آبدهی حوزه های   |
|--------|---|
| نقطه ۱ | در بند + گلابدره + سعدآباد + ولنجک + ولنجک پایین + مقصودبیک         |
| نقطه ۲ | حوزه های نقطه ۱ و جمشیدیه + جمشیدیه میانی + جمشیدیه پایین + غیاثوند |
| نقطه ۳ | حوزه های نقطه ۲ و دارآباد + ازگل + باقلازار + ابراهیم آباد          |
| نقطه ۴ | حوزه های نقطه ۳ و سوهانک + اردیبهشت + تهرانپارس + جاجرود            |

جدول ۸ نقاط مشخص شده در حوزه‌های تلفیقی غرب

| نقاط   | مجموع حداکثر آبدهی حوزه های                                |
|--------|--|
| نقطه ۵ | درکه + خشکه + درکه پایین + تپه نزار                        |
| نقطه ۶ | حوزه های نقطه ۵ و فرحزاد + بهرود + مرادآباد + فرحزاد پایین |
| نقطه ۷ | حوزه های نقطه ۶ و وسک + شاهین + وسک پایین                  |
| نقطه ۸ | حوزه های نقطه ۷ و کن + کن میانی                            |



جدول ۹ مجموع حداکثر آبدهی نقاط مشخص شده حوضه‌های تلفیقی شرق در دوره های بازگشت ۲-۱۰۰ ساله

| دوره بازگشت<br>نقاط تلفیق | ۲ ساله | ۵ ساله | ۱۰ ساله | ۲۵ ساله | ۵۰ ساله | ۱۰۰ ساله |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|
| نقطه ۱                    | ۳۹/۵   | ۶۱/۶   | ۷۳/۲    | ۸۷/۲    | ۱۰۳/۶   | ۱۱۴/۷    |
| نقطه ۲                    | ۶۶/۵   | ۱۰۳/۷  | ۱۲۳/۴   | ۱۴۶/۶   | ۱۷۵/۲   | ۱۹۴/۳    |
| نقطه ۳                    | ۹۱/۴   | ۱۴۲/۳  | ۱۷۰/۱   | ۲۰۲/۳   | ۲۴۱/۳   | ۲۶۷/۸    |
| نقطه ۴                    | ۱۱۵/۲  | ۱۷۵/۹  | ۲۱۰/۱   | ۲۴۸/۵   | ۲۹۶/۲   | ۳۲۷/۶    |

جدول ۱۰ مجموع حداکثر آبدهی نقاط مشخص شده حوضه‌های تلفیقی غرب در دوره های بازگشت ۲-۱۰۰ ساله

| دوره بازگشت<br>نقاط تلفیق | ۲ ساله | ۵ ساله | ۱۰ ساله | ۲۵ ساله | ۵۰ ساله | ۱۰۰ ساله |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|
| نقطه ۵                    | ۳۰/۶   | ۴۵/۲   | ۵۵/۴    | ۶۶/۴    | ۷۸/۲    | ۸۷/۲     |
| نقطه ۶                    | ۵۹/۲   | ۸۷/۲   | ۱۰۸     | ۱۲۸/۷   | ۱۵۲/۵   | ۱۶۹/۶    |
| نقطه ۷                    | ۸۲/۴   | ۱۲۲    | ۱۵۰/۲   | ۱۸۰/۲   | ۲۱۱/۴   | ۲۳۵/۵    |
| نقطه ۸                    | ۱۶۱/۶  | ۲۳۴/۶  | ۲۸۳/۳   | ۳۳۲/۵   | ۳۸۹/۳   | ۴۲۹/۱    |

در محیط‌های طبیعی معمولاً روند تکامل حوضه‌ها تبدیل حوضه‌های بزرگتر به حوضه‌های کوچکتر است. اگر حوضه‌ها به شکل طبیعی کوچک شوند، انرژی محیطی نیز به شکل طبیعی تقسیم می‌شود. محیط طبیعی شهر تهران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و حوضه‌های زهکشی خود را مطابق با اصول ژئومورفولوژیکی تقسیم بندی کرده است. این تقسیم‌بندی بدون توجه به توسعه شهری و یا سایر فعالیت‌های انسانی صورت گرفته است. توسعه شهری باعث شده انرژی حوضه‌های زهکشی در کانال‌های سیل برگردان غرب و شرق و با الحاق هر حوضه زهکشی به تدریج افزایش پیدا کند.

حداکثر ظرفیت آبگذری برخی از کانال‌های اصلی با توجه به ابعاد آنها (عرض، عمق و شیب) و استفاده از رابطه  $Q = VA$  تعیین شد. در این رابطه  $Q$  حداکثر ظرفیت آبگذری

کانال،  $V$  سرعت آب و  $A$  سطح مقطع کانال می‌باشد. سرعت آب از طریق رابطه شزی<sup>۱</sup> [۲۷]، ص ۳۱۵] و با توجه به شیب و شعاع هیدرولیک هر کانال به دست آمد. جدول ۱۱ حداکثر ظرفیت آبگذری برخی از کانال‌های اصلی را در نقاط شاخص نشان می‌دهد.

جدول ۱۱ حداکثر ظرفیت آبگذری برخی از کانال‌های اصلی با توجه به ابعاد آنها

| کانال           | نقاط شاخص        | حداکثر ظرفیت آبگذری<br>(متر مکعب بر ثانیه) |
|-----------------|------------------|--|
| رازن            | نقطه ۱           | ۱۰۰  |
| باختر           | نقاط ۲ و ۳       | ۲۴۵  |
| منوچهری - ابونر | نقطه ۴           | ۲۳۰  |
| سیل برگردان غرب | نقاط ۵، ۶، ۷ و ۸ | (نقطه ۸) ۳۴۰ - ۱۱۰ (نقطه ۵)                |

#### ۴- نتیجه‌گیری

شبکه زهکشی آبراه‌های تهران با توجه به سیر مراحل تکوین مخروط افکنه‌های این منطقه، فعالیت‌های زمین‌ساختی و وضعیت اقلیمی آن شکل گرفته است. تغییرات غیراصولی در این شبکه مدرک مستدلی مبنی بر رعایت نکردن اصول ژئومورفولوژیکی در توسعه کاربری‌های شهری و شناخت نداشتن کافی از حوضه‌های طبیعی است. تعریض و تعمیق آبراه‌ها که به عنوان یکی از روش‌های افزایش ظرفیت هیدرولیکی و کاهش سیل‌گیری اراضی مجاور سیلاب‌روهای طبیعی و یا مصنوعی می‌باشد، غالباً طیفی از تحولات ژئومورفولوژیکی و گاهی اوقات خسارت بار را به دنبال دارد.

با تلفیق حوضه‌های کوچک در قلمروی شهر، حوضه‌های زهکشی بزرگتری ایجاد شده است؛ به نحوی که محدوده شهری تهران و حوضه‌های زهکشی آن به سه حوضه بزرگ غربی، شرقی و مرکزی قابل تقسیم است. مقایسه حداکثرآبدهی محاسبه شده برای حوضه‌های تلفیقی (جدول‌های ۹ و ۱۰) با حداکثر ظرفیت آبگذری برخی از کانال‌های اصلی (جدول ۱۱) نشان می‌دهد که سیل برگردان‌ها پتانسیل انتقال سیلاب همه حوضه‌های

1. Chezy

بالادست خود به خصوص در دوره‌های بازگشت بالاتر را ندارند. در واقع توسعه شهری با تجمع انرژی و ایجاد حوضه‌های تلفیقی برخلاف روند طبیعی عمل کرده است. محدود کردن بسترآبراهه‌ها و تجمع انرژی آنها مغایر اصول ژئومورفولوژیکی است که باعث افزایش فرسایش، ایجاد رسوب و سیل‌خیزی خواهد شد. بنابراین الگوی تلفیقی توسعه شهر تهران با الگوی طبیعی آن مطابقت ندارد.

با توجه به خصوصیات فیزیوگرافی این حوضه‌ها و میزان حداکثر آبدهی محاسبه شده و مقایسه این ارقام می‌توان نتیجه گرفت که دو حوضه تلفیقی غربی و شرقی قلمروی شهری تهران می‌توانند پتانسیل‌های مخاطره‌آمیز را با توجه به مسائل ژئومورفولوژیکی ایجاد کنند؛ به ویژه اینکه توسعه شهری باعث انسداد مسیرهای اولیه و طبیعی آبراهه‌ها شده و به همین دلیل در محدوده مرکزی شهر سامانه زهکشی به صورت زیرزمینی (مانند تونل‌های خیام، نواب و کردستان) در آمده است. قطع مسیر اولیه آبراهه‌های طبیعی تهران و تبدیل آنها به کانال‌های مصنوعی مغایر معیارهای ژئومورفولوژیکی است. کانال قلقلی در محدوده فوق، درگذشته ادامه رودخانه درکه بوده که پس از احداث کانال سیل برگردان غرب و انحراف آب رودخانه، ساخته شده است. داده‌ها نشان می‌دهند که برخی از حوضه‌های شهری در قلمروی کوهستان در دوره‌های بازگشت بالاتر مستعد ایجاد سیلاب‌های مخاطره‌آمیز به خصوص در حریم آبراهه‌ها و کانال‌های شهری هستند. همچنین این داده‌ها نشان می‌دهند که میانگین حداکثر آبدهی ثبت شده در ایستگاه‌های جدول ۶ در دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله به طور متوسط بین ۲/۵ تا ۴ برابر افزایش پیدامی‌کند؛ این وضعیت می‌تواند برای سایر حوضه‌ها نیز قابل تعمیم باشد. احداث یک مرکز تجاری (بازار بزرگ نصر) در روی سیل برگردان غرب با معیارهای ژئومورفولوژیکی همخوانی ندارد. مشاهدات صورت گرفته در حد فاصل میدان تجریش تا پل رومی (در امتداد مسیل مقصود بیک) نشان می‌دهد که کف بستر و همچنین دیواره آن بر اثر شدت سیلاب‌ها شسته شده و با توجه به رعایت نکردن حریم مجاز مسیل و وجود ساخت و سازهای شهری هرلحظه احتمال خطر خالی شدن زیر دیواره‌های مسیل برای مناطق اطراف آن وجود دارد. مطالعه شبکه رودخانه‌ای محیط شهر تهران برای توسعه شهری از طریق شناخت الگوی فضایی و جای‌گیری آنها، در تطبیق با چشم انداز کلی حوضه‌ها و از طریق به کارگیری اصول ژئومورفولوژیکی به منظور توسعه پایدار و کاهش مخاطرات ضرورتی قطعی است. بنابراین در توسعه شهرها تلفیق و یا تفکیک حوضه‌ها نباید بدون توجه به

معیارهای ژئومورفولوژیکی صورت گیرد و پیشنهاد می‌شود الگوی توسعه آبراهه‌ای همه شهرها بر اساس ۳ محور اساسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیطی و شناخت تغییرات دوره‌ای رژیم آبراهه‌ها، قوانین و سیاست‌گذاری‌های مناسب شهری بر پایه اصول و نظام‌های علمی مورد نیاز از جمله ژئومورفولوژی صورت گیرد.

## ۵- منابع

- [۱] مخدوم م.؛ شالوده آمایش سرزمین؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۴.
- [۲] رجایی ع.؛ کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی؛ انتشارات سمت؛ ۱۳۸۲.
- [3] Schick A.P. et.al.; Hydrologic processes and geomorphic constraints on urbanization of alluvial fan slopes, *Geomorphology* 31, 1999
- [۴] روزنامه جام جم، گروه جامعه؛ آبرفتگی معابر و سختی تردد شهروندان؛ به نقل از صادقیان؛ ش ۱۹۷۴، ۱۳۸۶.
- [5] Chin A., Gregory, K.J.; Managing urban river channel adjustments; *Geomorphology* 69, 2005.
- [۶] محمودی ف.؛ کاربرد ژئومورفولوژی در مطالعات محیطی؛ مجموعه مقالات همایش پژوهش‌ها و قابلیت‌های علم جغرافیا در عرصه سازندگی؛ مؤسسه جغرافیا دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.
- [۷] معتمد ا. و ابراهیم مقیمی؛ کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی؛ انتشارات سمت؛ ۱۳۷۸.
- [۸] زری باف م.؛ ابراهیمی م.، برقی س.م.؛ گزینه‌های مختلف انتقال سیلاب شهری مطالعه موردی شمال تهران؛ اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری؛ بخش دوم سیل و طوفان؛ ۱۳۷۱.
- [۹] مقیمی، ا.؛ ژئومورفولوژی شهری؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- [۱۰] آخوندی ا.، ناصربرک پور ع.، ایرج اسد طاهرخانی ح.، بصیرت م. و زندی گ.؛

حاکمیت شهر- منطقه تهران: چالش‌ها و روندها؛ نشریه هنرهای زیبا، ش. ۲۹. ۱۳۸۶.

[۱۱] چورلی ر. ج. و دیگران؛ ژئومورفولوژی " فرایندهای دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی"؛ ج ۳، ترجمه: احمد معتمد با همکاری ابراهیم مقیمی؛ انتشارات سمت، ۱۳۷۹.

[۱۲] کوک آر. یو، دورکمپ جی. سی؛ ژئومورفولوژی و مدیریت محیط؛ ترجمه: شاپور گودرزی نژاد؛ ج ۱، انتشارات سمت؛ ۱۳۷۷.

[13] Carlston C.W.; Drainage density and stream flow; US Geological Survey Professional, 1963.

[14] Glock W. S.; The development of drainage systems: A synoptic view; Geographical Review, Vol.21, 1931.

[15] Parker R. S.; Experimental study of drainage basin evolution and its hydrologic implications; Colorado State University Hydrology, 1977.

[۱۶] سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه (۲۵ برگ)؛ ۱۳۴۳.

[۱۷] سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه؛ ۱۳۳۵.

[۱۸] سازمان نقشه برداری کشور، عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه؛ ۱۳۸۱.

[۱۹] سازمان زمین شناسی کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه (۲ برگ)؛ ۱۳۶۹.

[۲۰] سازمان نقشه‌برداری کشور؛ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه (۱۱ برگ)؛ ۱۳۸۰.

[۲۱] سازمان برنامه‌بودجه کشور؛ دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبریز؛ ش. ۱۳۷۵، ۱۶۰.

[۲۲] علیزاده، ا.؛ اصول هیدرولوژی کاربردی؛ انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۸۱.

[۲۳] شرکت آبریز خاک، مهندسین مشاور عمران محیط زیست؛ طرح جامع هدایت آبهای

سطحی شهر تهران، ۱۳۷۸.

[۲۴] سازمان هواشناسی کشور؛ آمار بارش ایستگاه‌های هواشناسی محدوده مورد مطالعه، ۱۳۸۵.

[۲۵] مهدوی م؛ هیدرولوژی کاربردی؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

[۲۶] سازمان تحقیقات منابع آب؛ آمارحداکثر آبدهی ایستگاه‌های آب سنجی محدوده مورد مطالعه؛ ۱۳۸۶.

[۲۷] رفاهی، ح؛ فرسایش آبی و کنترل آن؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.