

## برآورد مقادیر ارتفاع و دبی حداکثر رواناب با استفاده از روش شماره‌ی منحنی (CN) (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر)

اسدالله حجازی<sup>۱</sup>

مهدی مزبانی<sup>۲\*</sup>

### چکیده

برآورد مقادیر معتبر ارتفاع و دبی حداکثر رواناب در مناطق خشک و نیمه‌خشک که فاقد داده‌ها و یا داده‌های کم است، اهمیت بسیاری در مدیریت سیل دارد. یکی از روش‌های برآورد مقدار ارتفاع رواناب، روش شماره‌ی منحنی (CN) مربوط به سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است. در این پژوهش حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر از نظر پتانسیل تولید رواناب و دبی حداکثر و عوامل مؤثر بر آن مورد بررسی قرار گرفته است. برای برآورد ارتفاع رواناب و دبی حداکثر هر کدام از زیرحوضه‌ها، از روش شماره‌ی منحنی استفاده شده است. ابتدا لایه‌ها و اطلاعات مورد نیاز شامل لایه‌ی کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک و حداکثر بارش ۲۴ ساعته برای حوضه تهیه گردید؛ سپس مقادیر CN، نفوذ (S)، ارتفاع رواناب (Q) و دبی حداکثر (Q max) برای کل حوضه و هرکدام از زیرحوضه‌ها محاسبه گردید. در نهایت جهت شناخت پارامترهای مؤثر بر دبی حداکثر هر کدام از زیرحوضه‌ها، از روش تحلیل عاملی براساس ۱۹ پارامتر محاسبه به عمل آمد. نتایج نشان داد، از بین پارامترهای مورد استفاده در زیرحوضه‌ها، دو پارامتر فیزیوگرافی (مساحت و تراکم زهکشی) تأثیر بیشتری در پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز سراب دارند.

واژه‌های کلیدی: دبی حداکثر؛ روش شماره‌ی منحنی؛ حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر؛ تحلیل عاملی.

۱- استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

## مقدمه

سیل پدیده‌ای طبیعی و واقعه‌ای اجتناب‌ناپذیر از دید جوامع بشری است؛ اما رویداد، اندازه و تکرار سیل، ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند. آنچه مسلم است سیلاب ناشی از بارندگی است؛ ولی مطالعات نشان می‌دهد که رابطه‌ی خطی و مستقیمی بین این دو عامل وجود ندارد (خسروشاهی، ۱۳۸۰: ۳۴). از جمله عوامل اصلی بر هم زنده‌ی این رابطه علاوه بر شرایط جغرافیایی، ویژگی‌های فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و ژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز را می‌توان نام برد؛ که این ویژگی‌ها توأم با اختصاصات هیدرولوژیکی حوضه است. این مشخصه‌ها بخصوص در حوضه‌های فاقد آمار، مهم‌ترین نقش را در برآوردهای هیدرولوژی دارند. به همین دلیل در بررسی سیلاب‌های یک رودخانه علاوه بر ساختار بستر جریان، ویژگی‌های محیطی کل حوضه نیز باید سریع ارزیابی شود (برایلی و فایرس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵: ۲۹۷).

روش‌هایی که تاکنون برای تعیین مناطق سیل‌خیز به کار رفته، بیشتر بر پایه‌ی روش‌های نموداری و فرمول‌های تجربی، تحلیل آماری داده‌های سیلاب، داده‌های دورسنجی و GIS، مدل‌های ریاضی و رایانه‌ای بارش و رواناب بوده و بیشتر از دیدگاه تولید سیل در سطح حوضه‌ها مطرح شده است. سرویس حفاظت خاک آمریکا<sup>۲</sup> در سال ۱۹۵۴، روش شماره منحنی<sup>۳</sup> را برای محاسبه‌ی بارش مازاد ارائه نمود؛ که بر مبنای آن در یک رگبار، همیشه بارش اضافی یا رواناب مستقیم کوچک‌تر یا مساوی بارش کل می‌باشد (چاو<sup>۴</sup>، ۱۹۶۴: ۳۴۳). در این روش، تعیین شماره‌ی منحنی رواناب که تابعی از ویژگی‌های خاک، کاربری اراضی و پوشش گیاهی است، ضروری می‌باشد. این روش بیشتر در حوضه‌های آبخیزی که داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب ندارند، به کار می‌رود (اینسی تکل و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶: ۵۲۸).

ایم و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۷) برای برآورد شماره‌ی منحنی در زمین‌های شالیزاری مسطح و آبیاری شده، از داده‌های اندازه‌گیری شده بارش و رواناب استفاده کردند. سرنجی و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۸) در پژوهشی با استفاده از مدل‌های شماره منحنی و هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی (GIUH) به پیش‌بینی سطح رواناب حوضه‌های فاقد اندازه‌گیری در زیرحوضه‌های بانهای<sup>۸</sup> هند پرداختند. نتایج نشان داد روش CN برای

1- Brierley &amp; Fuyirs

2- Soil Conservation Service, SCS

3- Curve Number, CN

4- Chow

5- Inci Tekel et al.,

6- Im et al.,

7- Srangei et al.,

8- Banha

حوضه‌ی فاقد اندازه‌گیری با داشتن ویژگی‌های ژئومورفولوژی یکسان کارآمدتر است. آمودا و پروچلون (۲۰۰۹)، با استفاده از روش شماره‌ی منحنی رواناب سطحی زیرحوضه‌ی مالاتار<sup>۱</sup> طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۷۱ را برآورد نمودند. ثروتی و همکاران<sup>۲</sup> (۱۳۹۰)، با استفاده از روش شماره‌ی منحنی در حوضه‌ی آبریز لیان چای، به برآورد ضریب رواناب، حداکثر دبی سیل و به تبع آن عوامل و عناصر مؤثر در سیل‌خیزی و پهنه‌بندی آن پرداخته‌اند. حسین‌زاده<sup>۳</sup> (۱۳۹۱)، با استفاده از روش شماره‌ی منحنی به برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراه‌های در منطقه‌ی کجور نوشهر پرداخت و به این نتیجه رسید که اراضی جنگلی دارای کمترین و اراضی مرتعی بیشترین توان تولید رواناب و وقوع فرسایش و تشکیل خندق در منطقه را دارند و دبی اوج در کلاس هیدرولوژیک D قرار دارد. لاجوردی و همکاران<sup>۴</sup> (۱۳۹۲)، به پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز مردق چای (آذربایجان شرقی) اقدام کردند. آن‌ها در این پژوهش به برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی سیل، شناخت عوامل و عناصر مؤثر در سیل‌خیزی، به پهنه‌بندی مناطق بر اساس شدت پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز پرداخته‌اند.

حوضه‌ی مورد تحقیق به دلایلی همچون شیب زیاد بالادست حوضه، فقر پوشش گیاهی، تخریب و از بین بردن مراتع و جنگل‌ها، و... دارای پتانسیل سیل‌خیزی بوده و با توجه به اینکه اکثر نقاط جمعیتی و بسیاری از اراضی کشاورزی مستعد که از لحاظ فرسایش بسیار آسیب‌پذیرند، در امتداد مسیر زهکش اصلی در پایین‌دست حوضه قرار دارند، برآورد مقدار ارتفاع و دبی حداکثر رواناب و شناسایی پهنه‌های سیل‌خیز ضروری است؛ که با انجام آن می‌توان قابلیت سیل‌خیزی قسمت‌های مختلف حوضه را مشخص و اولویت‌بندی کرده و راهکارهای مقابله با آن را پیشنهاد نمود. بنابراین هدف این تحقیق برآورد ارتفاع و دبی حداکثر رواناب با استفاده از روش شماره‌ی منحنی و همچنین تعیین پارامترهای تأثیرگذار در مقادیر دبی حداکثر زیرحوضه‌های سراب دره‌شهر می‌باشد.

#### ویژگی‌های منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر از زیرحوضه‌های سیمره است که در مختصات جغرافیایی  $47^{\circ} 18' 41''$  تا  $47^{\circ} 23' 30''$  طول شرقی و  $33^{\circ} 3' 44''$  تا  $33^{\circ} 9' 18''$  عرض شمالی قرار گرفته است. این حوضه با داشتن ۶ زیرحوضه، مساحت  $3668/2$  هکتار و ارتفاع متوسط  $1007/4$  متر در شهرستان دره شهر استان ایلام واقع شده است (شکل ۱). حداکثر ارتفاع حوضه ۱۹۴۱ متر و حداقل آن نیز ۶۳۷ متر است. منطقه‌ی مورد مطالعه در ضلع غربی رودخانه‌ی سیمره و ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرقی ایلام قرار گرفته است که از شمال به

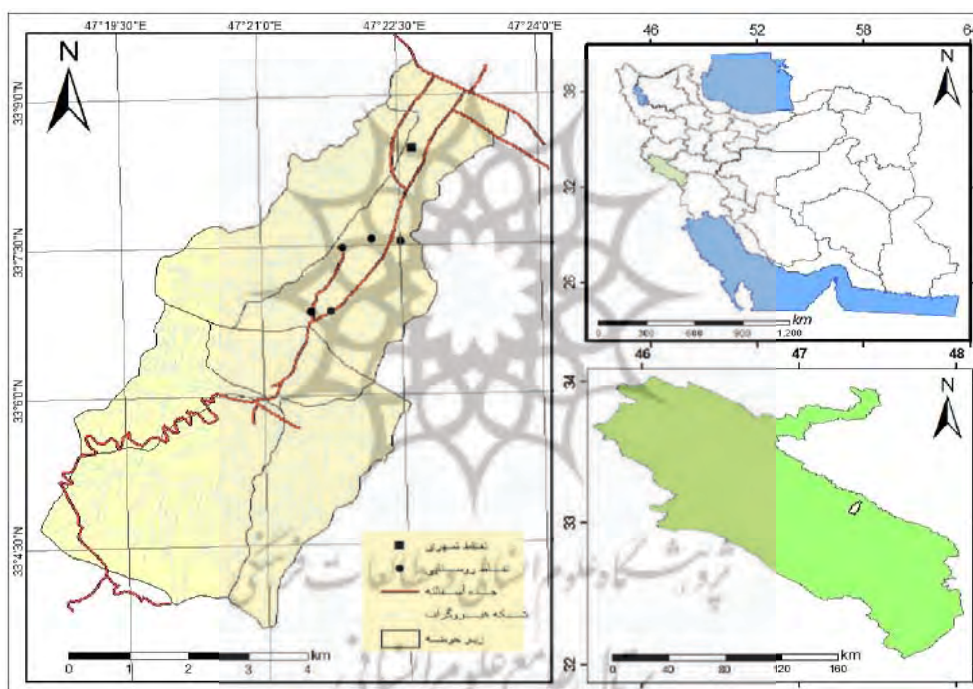
1- Malttar

2- Servati et al

3- Hoseinzadeh

4- Lajevardi et al

دشت دره‌شهر (دشت در جنوب رودخانه‌ی سیمره واقع شده است) از جنوب به حوضه‌ی آبریز آبدانان، از شرق به حوضه‌ی آبریز شیخ مکان و از غرب به حوضه‌ی آبریز سیکان محدود می‌شود (مهندسان مشاور آبخیزان<sup>۱</sup>، ۱۳۸۸: ۵). حوضه دارای ۶ مرکز جمعیتی شامل شهر دره‌شهر و روستاهای جهانگیرآباد، عباسی‌آباد، سرخ‌آباد، بهمن‌آباد علیا و بهمن‌آباد سفلی است که در حاشیه‌ی رودخانه واقع شده‌اند. سراب دره‌شهر یکی از چشمه‌های دائمی کبیرکوه است و سرچشمه‌ی رودخانه‌ی دره‌شهر را تشکیل می‌دهد. این رودخانه ضمن تأمین آب آشامیدنی شهر دره‌شهر و روستاهای اطراف و تأمین آب زمین‌های کشاورزی پایین دست، از مرکز شهر عبور نموده و پس از طی مسافتی به رودخانه‌ی سیمره می‌ریزد. شهر دره‌شهر در انتهای خروجی حوضه و در امتداد و موازات رودخانه رشد دارد (مهندسان مشاور آبخیزان، ۱۳۸۸: ۶).



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر به تفکیک ۶ زیرحوضه‌ی مورد مطالعه

## مواد و روش‌ها

### داده‌ها و اطلاعات پژوهش

به منظور برآورد دبی حداکثر سیلاب و پتانسیل سیل‌خیزی به روش شماره‌ی منحنی، از داده‌ها و اطلاعات پایه و همچنین داده‌ها و اطلاعات تهیه شده (داده‌های ثانوی) استفاده گردیده است. حدود حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر با استفاده از نقشه‌ی پایه‌ی توپوگرافی برگه‌ی دره‌شهر زون ۳۸ در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (سازمان

جغرافیایی نیروهای مسلح) استخراج گردید. حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر از نقشه‌ی پایه‌ی زمین‌شناسی برگه‌ی کبیرکوه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استخراج و رقومی شد. همچنین به منظور تعیین نفوذپذیری هر یک از سازندهای موجود در حوضه از نقشه‌ی زمین‌شناسی و بافت خاک استفاده گردید. گروه‌های هیدرولوژیک خاک‌های حوضه‌ی آبخیز دره‌شهر، از مطالعات خاک‌شناسی حوضه‌ی سیمره (مطالعات توجیهی آبخیزداری حوضه‌ی آبریز سیمره) که توسط مهندسان مشاور سامانه‌ی فرایندهای محیطی تهیه شده، استخراج گردیده است. همچنین کاربری‌های اراضی (وضعیت اراضی بهره‌برداری) حوضه‌ی دره‌شهر با استفاده از نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه سیمره که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه و استخراج گردیده و هرکدام از کاربری‌های موجود برای حوضه رقومی شده است. وضعیت پوشش گیاهی حوضه، تراکم مراتع و پوشش جنگلی، شدت چرا و میزان آتش‌سوزی هریک از زیرحوضه‌ها، با استفاده از عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ منطقه و پیمایش صحرایی و نمونه‌برداری مشخص شده است. در نهایت تمامی نقشه‌ها بر اساس پیمایش صحرایی به‌روزرسانی شدند. برای تعیین حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته نیز از آمار حداکثر بارندگی روزانه‌ی ۹ ایستگاه مجاور حوضه در طول دوره‌ی آماری (۱۳۸۷-۱۳۵۵) سازمان مدیریت منابع آب ایران استفاده گردیده است. برای تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی و تجزیه و تحلیل آنها از نرم‌افزارهای Arc GIS, SPSS استفاده گردیده است.

#### – روش شماره منحنی SCS, CN

یکی از روش‌های تخمین رواناب در حوضه‌های فاقد اندازه‌گیری دبی، روش شماره‌ی منحنی رواناب سازمان حفاظت خاک آمریکا است. در روش SCS تعیین شماره منحنی که تابعی از ویژگی‌های خاک، کاربری اراضی، خصوصیات هیدرولوژیکی مانند رطوبت پیشین خاک می‌باشد، ضروری است. روش SCS, CN به سبب سادگی، به سرعت به یکی از رایج‌ترین روش‌ها در میان مهندسان و کارشناسان تبدیل شد و اساساً برای حوضه‌های کوچک شهری و کشاورزی، حوضه‌های طبیعی متوسط و همچنین برای حوضه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد، به کار می‌رود (میشرا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶: ۳۰۳). علاوه بر این، مدلی است پیش‌بینی‌کننده که ورودی‌های محیطی را به‌خوبی ثبت می‌کند و روش تأیید شده‌ای است که به طور گسترده در آمریکا و دیگر کشورها مورد پذیرش قرار گرفته است (کومار و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰: ۲۱۱). در این روش ارتفاع رواناب ناشی از باران بر اساس رابطه‌ی (۱) محاسبه گردید:

$$Q = (P - 0.2S)^2 / P + 0.8S \quad P > 0.2S \quad (1) \text{ رابطه‌ی (۱)}$$

1- Mishra et al.,

2- Kumar et al.,

در رابطه‌ی (۱):

Q: ارتفاع رواناب به میلی‌متر

P: ارتفاع بارندگی ۲۴ ساعته به میلی‌متر

S: مقدار ذخیره‌ی سطحی خاک

S در رابطه با نوع پوشش و نحوه‌ی بهره‌برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذپذیری و داخل خاک از نظر انتقال<sup>۱</sup> می‌باشد. مقدار حداقل و حداکثر S بستگی به رطوبت قبلی خاک دارد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در حوضه‌های مختلف نشان داد که به طور متوسط ۰/۲ از کل تلفات بالقوه‌ی حوضه یا S، قبل از شروع جریان یافتن هرزآب به صورت تلفات اولیه عمل کرده و ۰/۸ بقیه در طول بارش، صرف نفوذ سطحی و عمقی در خاک می‌شود. بنابراین در هر مورد، چنانچه ارتفاع بارندگی کمتر از ۰/۲ S باشد فرض می‌شود که رواناب به وجود نخواهد آمد. مقدار تلفات کل یا S توسط رابطه‌ی، با یک عامل بدون بعد<sup>۲</sup> به نام CN (Curve Number) ارتباط می‌یابد (رابطه‌ی ۲).

$$S = (25400 / CN) - 254 \quad \text{رابطه‌ی (۲) بر حسب میلی‌متر}$$

مقدار CN بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است. در CN برابر صفر رواناب از بارندگی حاصل نیامده و در CN برابر ۱۰۰، تمامی بارش در سطح زمین جریان یافته و ارتفاع رواناب برابر با ارتفاع بارندگی خواهد بود. محاسبه‌ی CN بر اساس گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، بهره‌وری از زمین، وضعیت هیدرولوژیکی اراضی، و وضعیت رطوبت پیشین خاک<sup>۳</sup> (A.M.C) منطقه صورت می‌پذیرد (مهدوی، ۱۳۸۶: ۱۵۸). رطوبت پیشین خاک یکی از عوامل مهم در کاهش شدت نفوذ و در نتیجه افزایش رواناب است. در روش شماره‌ی منحنی، تغییرات S در رابطه با وضعیت رطوبت پیشین خاک بررسی شده و سه حالت مختلف در نظر گرفته شده است. در حالت اول مقدار S حداکثر بوده، رطوبت خاک کم و توان تولید رواناب آن ضعیف است. در حالت دوم، خاک رطوبت متوسطی دارد و در حالت سوم خاک تقریباً اشباع بوده، S، کمترین مقدار خود را دارد و توان تولید رواناب زیاد است. عامل دیگری که باید در نظر گرفت، فعال یا غیرفعال بودن عمل تعریق گیاهی است که می‌تواند رطوبت خاک را تا حدی کاهش دهد. بنابراین فصل رشد یا خواب گیاهی نیز باید در محاسبات لحاظ گردد. شرایط رطوبت قبلی خاک را می‌توان از جدول ۱ و بر اساس مجموع بارندگی طی مدت ۵ روز قبل از روز مورد نظر به دست آورد.

1- Transmission

2- Dimensionless

3- Antecedent Moisture Condition

جدول (۱) وضعیت رطوبت پیشین خاک

| فصل خواب            | فصل رشد             | گروه رطوبتی خاک |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| کمتر از ۱۳ میلی متر | کمتر از ۳۶ میلی متر | I               |
| ۱۳-۲۸ میلی متر      | ۳۶-۵۳ میلی متر      | II              |
| بیش از ۲۸ میلی متر  | بیش از ۵۳ میلی متر  | III             |

منبع: مهدوی، ۱۳۸۶: ۱۵۸

در منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به روشی که برای تعیین رطوبت پیشین به کار رفته است، وضعیت رطوبتی خاک در گروه دوم قرار دارد. سپس مقادیر وزنی CN برای هر یک از زیرحوضه‌ها بر اساس رابطه‌ی (۳) محاسبه گردید.

$$\overline{CN} = \left[ \sum \left( \frac{A_i}{100} \right) (CN_i) \right] \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

در رابطه‌ی (۳):

$\overline{CN}$ : میانگین وزنی CN حوضه و  $A_i$ : درصد مساحتی از حوضه که شماره ی منحنی آن  $CN_i$  است. پس از تعیین ارتفاع رواناب سطحی ناشی از رگبار، دبی حداکثر با استفاده از رابطه‌ی (۴) محاسبه گردید:

$$Q_p = \frac{0.0208AR}{0.6TC + \sqrt{TC}} \quad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

در رابطه‌ی (۴):

A مساحت حوضه به (هکتار)، R ارتفاع رواناب (میلی‌متر)،  $T_c$  زمان تمرکز (ساعت) و  $Q_p$  دبی اوج رواناب (متر مکعب بر ثانیه) است.

#### تحلیل عاملی (Factor analysis)

به منظور تعیین مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در سیل‌خیزی حوضه از تحلیل عاملی استفاده شده است. تحلیل عاملی از بهترین روش‌ها برای گروه‌بندی و در عین حال خلاصه کردن اطلاعات زیاد است، به طوری که از نظر مفهوم معنی‌دار باشد (کلاین، ۲۰۰۱: ۱۴۰). در این پژوهش به منظور تعیین مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها، از ۱۹ پارامتر مختلف شامل میانگین بارش سالانه، ۱۲ پارامتر فیزیوگرافی، درصد مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی (۴ پارامتر) و درصد مساحت سازندهای زمین‌شناسی (۲ پارامتر) استفاده شده است (جدول ۸). جهت پرهیز از تأثیر واحدهای اندازه‌گیری و عدم وابستگی به آنها، ابتدا مقادیر

پارامترهای استخراج شده، استاندارد<sup>۱</sup> شدند تا متغیرها تأثیر غیرمتجانسی بر اندازه‌گیری فاصله نداشته باشند. روش Z-Score از متداول‌ترین روش‌های استانداردسازی است. اگر در هر مشاهده از یک متغیر تصادفی، میانگین داده‌ها از آن کم شود و به انحراف معیار داده‌ها تقسیم شود، مقدار به دست آمده را Z-Score گویند، که از رابطه‌ی (۵) به دست می‌آید.

$$Z_i = (X_i - X_m) / S_d \quad \text{رابطه‌ی (۵)}$$

در رابطه‌ی (۵):

$Z_i$ : عدد استاندارد شده

$X_i$ : میانگین داده‌ها

$S_d$ : انحراف معیار داده‌ها

سپس پارامترهای استاندارد شده مورد تجزیه و تحلیل عاملی قرار گرفتند و میزان همبستگی هر کدام از اجزای این پارامترها با دبی حداکثر به دست آمده از روش شماره‌ی منحنی در عامل‌های مختلف مشخص و مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در پتانسیل سیل‌خیزی حوضه تعیین شدند.

## بحث و نتایج

### – گروه‌های هیدرولوژیک خاک و وضعیت هیدرولوژیکی اراضی حوضه

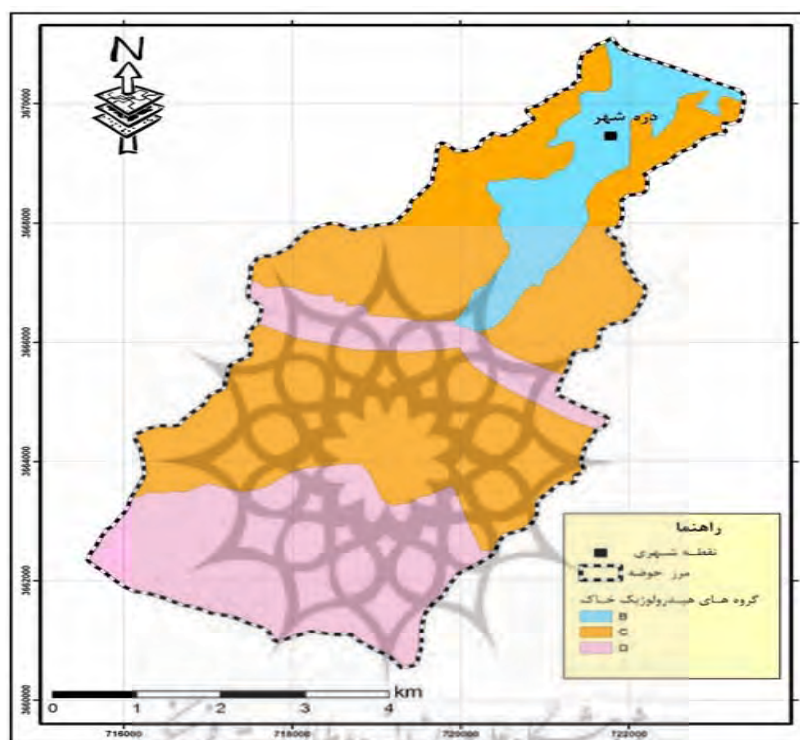
با توجه به نقش گروه‌های هیدرولوژیک خاک در نشان دادن چگونگی و میزان نفوذ آب و تعیین ضریب هرزآب، جزء عوامل تعیین‌کننده در پتانسیل سیل‌خیزی یک محدوده محسوب می‌شوند. بنابراین، برای بررسی خصوصیات حوضه‌ی آبریز مورد مطالعه در توانایی ایجاد رواناب و سیلاب‌های سطحی با توجه به میزان بارندگی، از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک استفاده می‌کنیم. سازمان حفاظت خاک آمریکا (۱۹۷۲)، تمام خاک‌ها را از نظر توان ایجاد رواناب به چهار گروه A-B-C-D تقسیم نموده است. این تقسیم‌بندی بر اساس کمترین شدت نفوذپذیری خاک بدون پوشش گیاهی کاملاً خیس بنا شده است (علیزاده، ۱۳۸۹: ۵۲۴). حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر به سه گروه هیدرولوژیکی B، C و D تقسیم می‌شود که گروه هیدرولوژیکی C با پتانسیل بالای رواناب، بیشترین مساحت را دارد، گروه هیدرولوژیکی D از نظر مساحت دوم و گروه هیدرولوژیکی B دارای کمترین مساحت است (جدول ۲)، (شکل ۲).



جدول (۲) معیار طبقه‌بندی و مساحت گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه آبریز سراب دره‌شهر

| گروه‌های هیدرولوژیکی خاک |                     |                          | ویژگی                |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| D                        | C                   | B                        |                      |
| متوسط                    | کم                  | خیلی کم                  | نرخ نفوذ             |
| پتانسیل رواناب متوسط     | پتانسیل رواناب زیاد | پتانسیل رواناب خیلی زیاد | طبقه                 |
| ۴/۱۲                     | ۲۰/۴                | ۱۲/۱۵                    | مساحت (کیلومتر مربع) |

منبع: نگارندگان

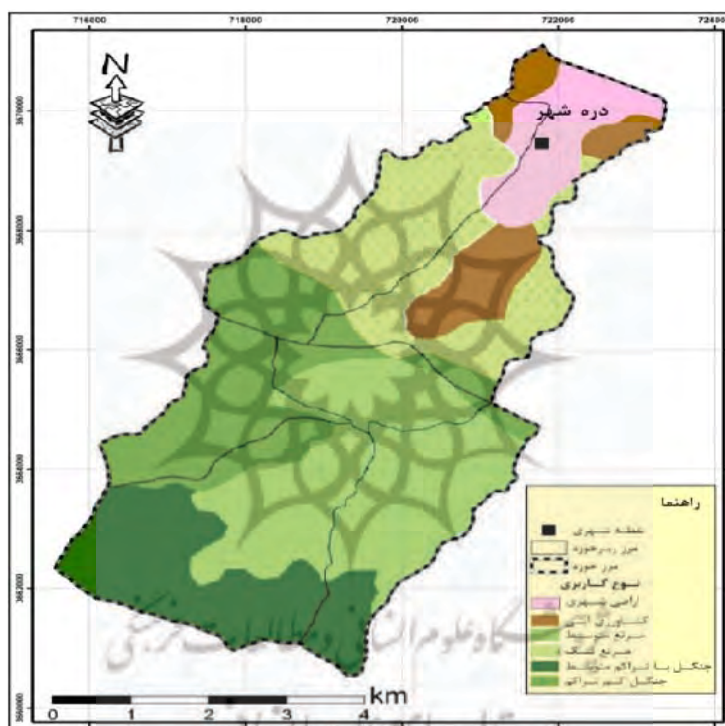


شکل (۲) گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه آبریز سراب

(منبع: نگارندگان)

پس از تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، کاربری‌های مختلف حوضه و مشخص کردن وضعیت هیدرولوژیکی هر یک از کاربری‌ها ضروری است. با توجه به جدول شماره (۳)، بیشترین مساحت حوضه که حدود ۲۸ درصد از مساحت حوضه را شامل می‌شود، کاربری مرتع با تراکم متوسط دارد و با تطابق با شکل شماره (۲)، در گروه‌های هیدرولوژیکی C و D قرار دارد که از لحاظ تولید رواناب دارای پتانسیل بالایی هستند. کاربری‌های جنگل کم تراکم و مرتع تنک در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند که آنها نیز در گروه‌های هیدرولوژیکی C و D قرار دارند. اراضی کشاورزی و شهری دارای کمترین مساحت بوده و در گروه هیدرولوژیکی B قرار دارند (شکل ۳) و (جدول ۳).

وضعیت هیدرولوژیکی اراضی، بیانگر توان ایجاد رواناب در یک منطقه بوده و توان کم نشانگر شرایط هیدرولوژیکی خوب است. وضعیت هیدرولوژیکی اراضی در سه حالت ضعیف، متوسط و خوب در نظر گرفته می‌شود (مهدوی، ۱۳۸۶: ۱۵۱). از نظر وضعیت هیدرولوژیکی، حوضه‌ی مورد مطالعه به دو وضعیت ضعیف و متوسط تقسیم شده است. حدود ۵۵/۳۸ درصد حوضه دارای وضعیت هیدرولوژیکی ضعیف و ۴۴/۶۲ درصد دیگر در وضعیت هیدرولوژیکی متوسط قرار دارد. طبق جدول ۳، اراضی شهری، اراضی کشاورزی، مراتع تنک و پوشش جنگلی کم تراکم در وضعیت هیدرولوژیکی ضعیف و مراتع متوسط و پوشش جنگلی با تراکم متوسط در وضعیت هیدرولوژیکی متوسط جای دارند.



شکل (۳) کاربری‌های اراضی حوضه‌ی آبریز سراب

منبع: نگارندگان

جدول (۳) مساحت هر یک از کاربری‌های حوضه‌ی آبریز سراب و وضعیت هیدرولوژیکی هر کدام از آنها

| وضعیت هیدرولوژیکی اراضی | درصد مساحت | مساحت کاربری (کیلومتر مربع) | نوع کاربری         |
|-------------------------|------------|-----------------------------|--------------------|
| ضعیف                    | ۷/۶۲       | ۲/۷۹                        | اراضی شهری         |
| ضعیف                    | ۷/۸۴       | ۲/۸۷                        | اراضی کشاورزی      |
| متوسط                   | ۲۸         | ۱۰/۲۴                       | مرتع متوسط         |
| ضعیف                    | ۱۹/۵۸      | ۷/۱۶                        | مرتع تنک           |
| متوسط                   | ۱۶/۶۱      | ۶/۰۷                        | پوشش جنگل متوسط    |
| ضعیف                    | ۲۰/۳۴      | ۷/۴۴                        | پوشش جنگل کم تراکم |

منبع: نگارندگان

## - تعیین مقادیر شماره‌ی منحنی (CN) و S حوضه

در بسیاری از روابط CN برای محاسبه‌ی مقدار رواناب حاصل از بارش بر روی یک حوضه به کار می‌رود. در این مرحله از تلفیق نقشه‌ی کاربری اراضی و نقشه‌ی گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوضه، با در نظر گرفتن رطوبت پیشین خاک در حالت متوسط و تعیین وضعیت هیدرولوژیکی برای هر محدوده، شماره‌ی منحنی (CN) استخراج شده است (جدول ۴). نقشه‌ی CN حوضه‌ی سراب دره‌شهر از تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک در محیط GIS تهیه شده است (شکل ۴).

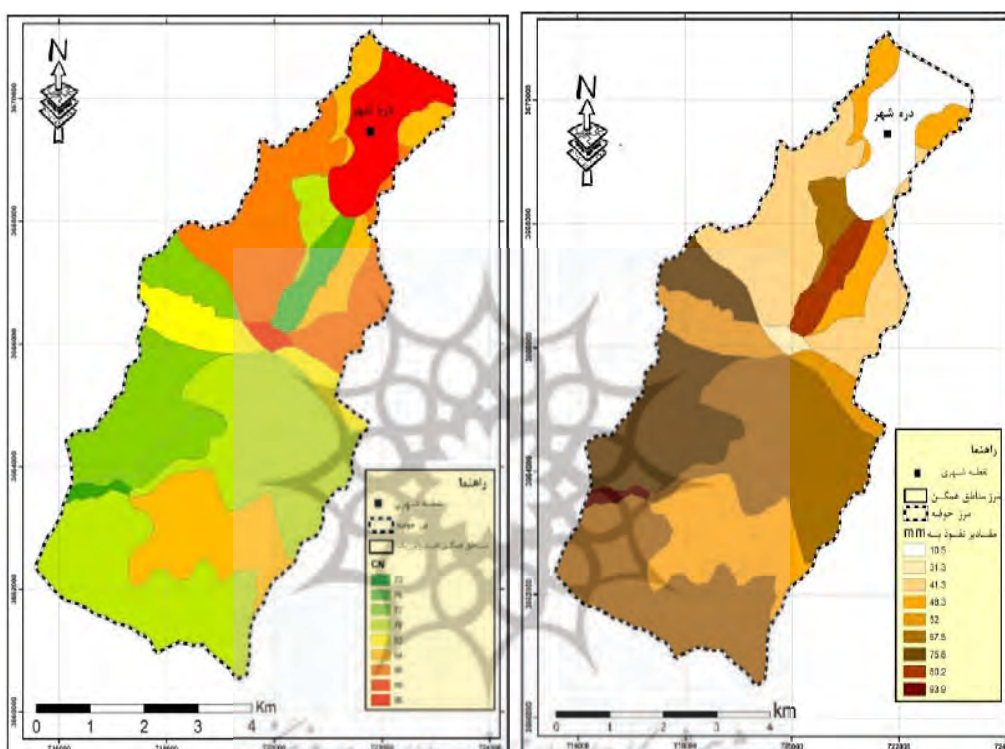
جدول (۴) مقادیر شماره منحنی (CN) حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر

| نوع کاربری    | گروه هیدرولوژیکی | مساحت (km <sup>2</sup> ) | درصد مساحت | شماره منحنی (CN) |
|---------------|------------------|--------------------------|------------|------------------|
| اراضی شهری    | B                | ۲/۸                      | ۷/۶        | ۹۶               |
| اراضی کشاورزی | B                | ۱                        | ۲/۷        | ۷۶               |
| اراضی کشاورزی | C                | ۲                        | ۵/۴        | ۸۴               |
| مرتع تنک      | B                | ۰/۷۲                     | ۱/۹        | ۷۹               |
| مرتع تنک      | C                | ۶                        | ۱۶/۵       | ۸۶               |
| مرتع تنک      | D                | ۰/۲۶                     | ۰/۷        | ۸۹               |
| مرتع متوسط    | C                | ۶/۴                      | ۱۷/۶       | ۷۹               |
| مرتع متوسط    | D                | ۳/۸                      | ۱۰/۳       | ۸۴               |
| جنگل کم تراکم | C                | ۵/۴                      | ۱۴/۷       | ۷۷               |
| جنگل کم تراکم | D                | ۲                        | ۵/۶        | ۸۳               |
| جنگل متوسط    | C                | ۰/۲۳                     | ۰/۶        | ۷۳               |
| جنگل متوسط    | D                | ۵/۸                      | ۱۵/۹       | ۷۹               |

منبع: نگارندگان

با توجه به نقشه و جدول CN حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر دارای شماره‌های منحنی ۷۳ تا ۹۶ می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اراضی شهری به دلیل نفوذپذیری خیلی کم، بالاترین مقدار CN را در حوضه دارد و بعد از آن مراتع تنک که در گروه هیدرولوژیکی D قرار گرفته‌اند، دارای بالاترین مقادیر CN هستند. کاربری جنگل متوسط با گروه هیدرولوژیکی C به دلیل تراکم نسبی پوشش درختی، کمترین مقدار CN در حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر را دارد. با توجه به نقشه‌ی CN، قسمت‌های پایین‌دست حوضه CN بالاتری نسبت به بالادست حوضه دارند. همچنین، با توجه به CN وزنی به دست آمده ۸۲/۱۴ برای کل حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر، می‌توان استنباط کرد که حوضه‌ی آبریز دره‌شهر از نظر ایجاد رواناب از پتانسیل بالایی برخوردار است.

پس از تهیه‌ی نقشه‌ی CN، از طریق رابطه‌ی شماره ۲ و مقادیر به دست آمده از CN حوضه، مقدار S یا همان حداکثر توان نگهداری مربوط به انترسپشن، نفوذ در خاک و ذخیره‌ی سطحی برحسب میلی‌متر محاسبه شد. مقدار نفوذ حوضه از ۱۰/۵ تا ۹۳/۹ میلی‌متر متغیر است. کمترین مقدار نفوذ در قسمت‌های پایین‌دست حوضه ۱۰/۵ میلی‌متر با اراضی شهری منطبق است و در بالادست حوضه بیشترین مقدار نفوذ یعنی ۹۳/۹ منطبق با پوشش جنگلی متوسط محاسبه شده است (شکل ۵).



شکل (۵) نقشه‌ی مقادیر نفوذ (S) حوضه

شکل (۴) نقشه‌ی شماره‌ی منحنی (CN) حوضه

منبع: (نگارندگان)

منبع: (نگارندگان)

به منظور محاسبه‌ی حجم رواناب تولید شده در منطقه بر اساس روابط موجود، به حداکثر بارش ۲۴ ساعته حوضه نیاز داریم. حداکثر بارش ۲۴ ساعته یکی از متغیرهای مهم در تولید رواناب می‌باشد و اختلاف در میزان آن باعث تفاوت پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ها می‌شود. از آنجایی که حوضه‌ی مورد مطالعه فاقد ایستگاه هواشناسی است، به منظور تعیین بارندگی ۲۴ ساعته از آمار بارش روزانه‌ی ۹ ایستگاه مجاور حوضه استفاده شده است که طی یک دوره‌ی ۳۲ ساله (۱۳۵۵-۱۳۸۷) حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای هر ایستگاه مشخص و سپس مقادیر آنها از طریق روش IDW به حوضه تعمیم داده شد (جدول ۵).

جدول (۵) حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (میلی‌متر) در ایستگاه‌های اطراف حوضه (دوره آماری  $1387 \pm 1355$ )

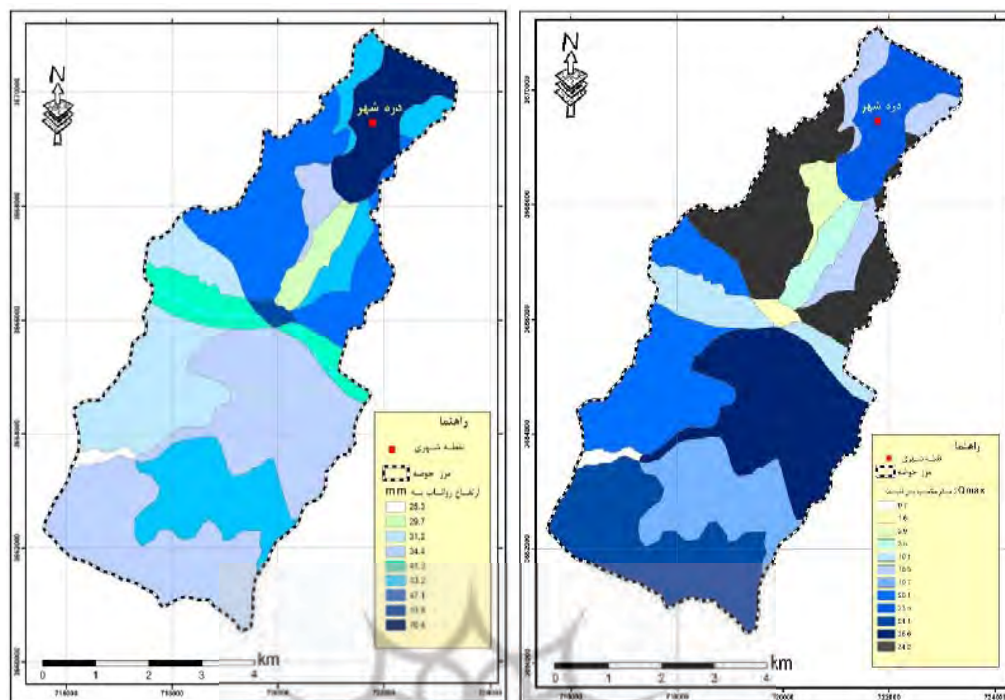
| ایستگاه          | طول ج | عرض ج | ارتفاع | حداکثر بارش ۲۴ ساعته |
|------------------|-------|-------|--------|----------------------|
| کنجانچم          | ۴۶/۴۶ | ۳۳/۴۵ | ۱۱۰۰   | ۷۷                   |
| خوشاب            | ۴۶/۶  | ۳۳/۰۲ | ۲۳۰    | ۸۰                   |
| هلیلان           | ۴۷/۲۵ | ۳۳/۷۵ | ۹۷۰    | ۹۴                   |
| چم ژاب (دره شهر) | ۴۷/۴۳ | ۳۳/۱۸ | ۶۵۰    | ۸۰                   |
| پلدختر           | ۴۷/۷۱ | ۳۳/۱۶ | ۶۵۰    | ۷۷                   |
| جلوگیر           | ۴۷/۸  | ۳۲/۹۶ | ۴۴۰    | ۱۰۰                  |
| چم گز            | ۴۷/۸۳ | ۳۲/۹۵ | ۳۵۰    | ۱۱۹.۵                |
| تنگ سیاب         | ۴۷/۲  | ۳۳/۳۸ | ۸۸۰    | ۷۸                   |
| پل زال           | ۴۸/۰۴ | ۳۲/۸  | ۳۳۰    | ۹۱                   |

منبع: سازمان مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۹

#### – برآورد مقادیر ارتفاع رواناب (Q) و دبی حداکثر (Qmax)

با فراهم شدن نقشه‌های حداکثر بارش ۲۴ ساعته و مقادیر نفوذ حوضه و با استفاده از رابطه‌ی شماره ۱، ارتفاع رواناب بخش‌های مختلف حوضه به دست آمد (شکل ۶). با توجه به نقشه‌ی پتانسیل تولید رواناب حوضه (شکل ۶)، اراضی شهری بیشترین پتانسیل تولید رواناب یعنی  $70/4$  میلی‌متر را دارد. همچنین، مراتع کم تراکم اطراف شهر دره‌شهر که منطبق بر سازند گچساران است با رواناب  $53/4$  میلی‌متر دارای پتانسیل رواناب بالایی است. پایین‌ترین مقادیر نفوذ گویای نفوذپذیری کم این دو محدوده است (شکل ۵). به طور کلی می‌توان گفت مناطق پایین دست حوضه ارتفاع رواناب بالاتری نسبت به بالا دست حوضه دارند.

پس از تعیین ارتفاع رواناب سطحی (Q) بخش‌های مختلف حوضه‌ی آبریز، دبی حداکثر (Qmax) قسمت‌های مختلف حوضه‌ی آبخیز با استفاده از رابطه‌ی (۴)، محاسبه شد. مقادیر دبی حداکثر حوضه از  $0/7$  تا  $34/2$  متر مکعب بر ثانیه است که بیشترین آن، منطبق بر مراتع تنک و متوسط حوضه با گروه هیدرولوژیکی C می‌باشد که به ترتیب پتانسیل تولید دبی اوج  $34/2$  و  $26/6$  متر مکعب بر ثانیه را دارند. شهر دره‌شهر نیز با دبی اوج  $23/5$  متر مکعب بر ثانیه نیز قابل توجه می‌باشد (شکل ۷). مقادیر بالای دبی حداکثر برخلاف ارتفاع رواناب که مقادیر بالای آن بیشتر در پایین دست حوضه است، تقریباً در قسمت‌های مختلف حوضه پراکنده است و علت آن دخالت دادن نقش مساحت در ضریب رواناب می‌باشد.



شکل (۷) مقادیر دبی حداکثر (Qmax) حوضه

منبع: نگارندگان

شکل (۶) پتانسیل تولید رواناب (Q) حوضه

منبع: نگارندگان

در نهایت هر یک از پارامترهای گفته شده در روش SCS, CN به صورت وزنی نیز برای هر کدام از زیرحوضه‌ها محاسبه گردید. با توجه به جدول (۵) مقادیر دبی حداکثر در روش شماره‌ی منحنی در زیرحوضه‌های ۱ تا ۶ به ترتیب ۰.۲/۷۴، ۱۸/۵۱، ۷۵/۲۸، ۷۲/۳۷، ۱۴/۴۸ و ۹۴/۷۱ محاسبه شده است. جدول (۶)، محاسبه‌ی مقادیر وزنی CN، مقادیر نفوذ، حداکثر بارش ۲۴ ساعته و ارتفاع رواناب هر کدام از زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد. همانطوری که مشاهده می‌شود بیشتر مقادیر CN مربوط به زیرحوضه‌های شماره ۵ و ۶ می‌باشد.

جدول (۶) مقادیر محاسبه شده پارامترهای مختلف روش شماره‌ی منحنی در زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز دره‌شهر

| عامل | مقادیر ویژه اولیه |              | درصد واریانس | مقادیر تجمعی واریانس % |
|------|-------------------|--------------|--------------|------------------------|
|      | کل                | مقادیر تجمعی |              |                        |
| ۱    | ۸/۷               | ۴۳/۵۸        | ۲۷/۰۶        | ۲۷/۰۶                  |
| ۲    | ۵/۱               | ۶۹/۳۱        | ۲۴/۰۶        | ۵۱/۱۲                  |
| ۳    | ۲/۸               | ۸۳/۳۴        | ۲۴/۰۱        | ۷۵/۱۴                  |
| ۴    | ۲/۳               | ۹۴/۸۸        | ۱۲/۵۹        | ۸۷/۷۴                  |
| ۵    | ۱/۰۲              | ۱۰۰          | ۱۲/۲۵        | ۱۰۰                    |

منبع: نگارندگان

### – تعیین پارامترهای تأثیرگذار در سیل خیزی زیرحوضه‌ها

در این پژوهش تحلیل عاملی بر روی ۱۹ پارامتر تأثیرگذار در دبی حداکثر زیرحوضه‌های دره‌شهر انجام شده است. بر اساس پژوهش‌های پیشین، پارامترهای با بار وزنی بزرگ‌تر از ۰/۷۵ به عنوان پارامترهای تأثیرگذار انتخاب شده‌اند (نصرتی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۳). همچنین در بین عامل‌های مختلف، عاملی را که بار وزنی دبی حداکثر آن بالاتر از عامل‌های دیگر است، مد نظر قرار گرفته است. تحلیل عاملی نشان داد که در زیرحوضه‌ها، بر اساس ۵ عامل و ۱۹ متغیر ۱۰۰ درصد واریانس داده‌ها توجیه شده است. در این پژوهش عامل دوم که دبی حداکثر آن، بار عاملی ۰/۹۶۴ را نشان می‌دهد، مورد تحلیل قرار گرفته است که ۲۴/۰۶ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند. این عامل نشان می‌دهد که در بین پارامترهای منتخب دو پارامتر مساحت و تراکم شبکه زهکشی با بار عاملی به ترتیب ۰/۸۹۹ و ۰/۸۶۴ که جزء پارامترهای فیزیوگرافی می‌باشند، با دبی حداکثر همبستگی مثبت بالایی دارند. در بین معیارهای نفوذپذیری و کاربری اراضی و متوسط بارش سالانه، هیچ کدام از پارامترها بار عاملی بالایی را نشان نداده است. بنابراین، می‌توان گفت پارامترهای مساحت و تراکم شبکه‌ی زهکشی که جزء معیارهای فیزیوگرافی می‌باشند، بین پارامترهای منتخب مورد بررسی، بیشترین تأثیر را در پتانسیل سیل خیزی حوضه‌ی آبریز سراب دره‌شهر دارند (جدول ۷ و ۸).

جدول (۷) مقادیر ویژه و واریانس توجیه شده پارامترهای منتخب زیرحوضه‌های دره‌شهر

| دبی حداکثر (sec/m <sup>3</sup> ) | ارتفاع رواناب (mm) | حداکثر بارش ۲۴ ساعته | مقادیر نفوذ (S) | مقادیر وزنی (CN) | زیر حوضه   |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------|
| ۷۴/۰۲                            | ۳۶/۷۰              | ۸۲/۷                 | ۶۳/۵۴           | ۷۹/۹۹            | زیر حوضه ۱ |
| ۵۱/۱۸                            | ۳۷/۳۷              | ۸۲/۷                 | ۶۱/۸۸           | ۸۰/۴۱            | زیر حوضه ۲ |
| ۲۸/۷۵                            | ۳۲/۴۵              | ۸۲/۵                 | ۷۳/۶۶           | ۷۷/۵۲            | زیر حوضه ۳ |
| ۳۷/۷۲                            | ۳۵/۹۰              | ۸۲/۱                 | ۶۴/۲۶           | ۷۹/۸۱            | زیر حوضه ۴ |
| ۴۸/۱۴                            | ۴۳/۶۱              | ۸۱/۷                 | ۴۷/۳۴           | ۸۴/۲۹            | زیر حوضه ۵ |
| ۷۱/۹۴                            | ۴۸/۱۸              | ۸۱/۳                 | ۳۸/۶۶           | ۸۶/۷۹            | زیر حوضه ۶ |

| دبی حداکثر (sec/m <sup>3</sup> ) | ارتفاع رواناب (mm) | حداکثر بارش ۲۴ ساعته | مقادیر نفوذ (S) | مقادیر وزنی (CN) | زیر حوضه   |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------|
| ۷۴/۰۲                            | ۳۶/۷۰              | ۸۲/۷                 | ۶۳/۵۴           | ۷۹/۹۹            | زیر حوضه ۱ |
| ۵۱/۱۸                            | ۳۷/۳۷              | ۸۲/۷                 | ۶۱/۸۸           | ۸۰/۴۱            | زیر حوضه ۲ |
| ۲۸/۷۵                            | ۳۲/۴۵              | ۸۲/۵                 | ۷۳/۶۶           | ۷۷/۵۲            | زیر حوضه ۳ |
| ۳۷/۷۲                            | ۳۵/۹۰              | ۸۲/۱                 | ۶۴/۲۶           | ۷۹/۸۱            | زیر حوضه ۴ |
| ۴۸/۱۴                            | ۴۳/۶۱              | ۸۱/۷                 | ۴۷/۳۴           | ۸۴/۲۹            | زیر حوضه ۵ |
| ۷۱/۹۴                            | ۴۸/۱۸              | ۸۱/۳                 | ۳۸/۶۶           | ۸۶/۷۹            | زیر حوضه ۶ |

منبع: (نگارندگان)

جدول (۸) ماتریس دورانی واریماکس پارامترهای منتخب زیرحوضه‌های دره‌شهر

| پارامتر استاندارد شده                     | عامل   |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | ۱      | ۲      | ۳      | ۴      | ۵      |
| دبی حداکثر به دست آمده از روش شماره منحنی | ۰/۱۲۰  | ۰/۹۶۴  | ۰/۱۴۶  | ۰/۱۶۲  | ۰/۰۹۷  |
| مساحت                                     | ۰/۱۴۱  | ۰/۸۹۹  | ۰/۴۱۳  | ۰/۰۰۸  | ۰/۰۴۲  |
| شیب متوسط                                 | ۰/۹۱۹  | -۰/۳۵۷ | -۰/۱۳۱ | ۰/۰۳۱  | -۰/۰۹۹ |
| کمینه ارتفاع                              | ۰/۷۰۷  | -۰/۲۳۸ | -۰/۴۲۱ | -۰/۴۱۷ | -۰/۳۰۲ |
| بیشینه ارتفاع                             | ۰/۹۶۸  | ۰/۱۵۴  | ۰/۰۴۰  | -۰/۰۵۴ | -۰/۱۸۵ |
| ارتفاع متوسط                              | ۰/۹۴۰  | ۰/۲۵۶  | ۰/۱۷۶  | ۰/۰۶۲  | -۰/۱۲۹ |
| طول آبراهه اصلی                           | ۰/۰۷۱  | ۰/۴۹۴  | ۰/۸۵۴  | ۰/۰۳۳  | -۰/۱۳۱ |
| جمع کل آبراهه‌ها                          | ۰/۲۷۹  | ۰/۶۹۸  | ۰/۶۳۹  | ۰/۰۹۵  | -۰/۱۳۱ |
| تراکم شبکه زهکشی                          | ۰/۲۲۵  | ۰/۸۶۴  | ۰/۲۵۵  | ۰/۱۱۱  | -۰/۳۵۳ |
| نسبت انشعاب                               | -۰/۱۵۱ | -۰/۲۵۴ | ۰/۹۵۲  | ۰/۰۷۸  | -۰/۰۲۱ |
| ضریب شکل هورتون                           | -۰/۲۶۰ | -۰/۱۳۴ | -۰/۸۶۱ | ۰/۲۶۸  | -۰/۳۱۷ |
| ضریب گراویلیوس                            | -۰/۲۹۴ | -۰/۰۴۷ | ۰/۳۷۷  | -۰/۰۲۵ | ۰/۸۷۷  |
| زمان تمرکز (کرپیچ)                        | -۰/۲۲۴ | ۰/۴۳۵  | ۰/۸۴۳  | ۰/۰۳۴  | ۰/۲۲۳  |
| درصد مساحت جنگل                           | ۰/۲۴۵  | -۰/۲۳۶ | -۰/۰۰۵ | -۰/۸۹۰ | -۰/۳۰۳ |
| درصد مساحت مرتع                           | ۰/۱۱۳  | -۰/۱۵۴ | -۰/۰۸۴ | ۰/۹۵۰  | -۰/۲۳۱ |
| درصد مساحت اراضی شهری                     | -۰/۴۹۸ | ۰/۵۰۴  | ۰/۱۵۷  | ۰/۰۸۸  | ۰/۶۸۲  |
| درصد مساحت اراضی کشاورزی                  | -۰/۴۵۶ | ۰/۵۲۳  | ۰/۰۶۶  | ۰/۰۵۸  | ۰/۷۱۵  |
| درصد سازند با نفوذپذیری کم                | -۰/۵۹۳ | ۰/۱۷۴  | ۰/۷۱۸  | ۰/۲۵۸  | ۰/۱۸۹  |
| درصد سازند با نفوذپذیری زیاد              | ۰/۲۱۹  | -۰/۶۳۷ | -۰/۳۵۶ | -۰/۶۴۶ | -۰/۰۴۶ |
| بارش متوسط سالانه                         | ۰/۹۶۱  | ۰/۰۷۸  | -۰/۰۵۶ | -۰/۱۳۴ | -۰/۲۲۰ |

منبع: نگارندگان)

## نتیجه‌گیری

یکی از روش‌های بررسی چگونگی شکل‌گیری جریان سطحی (رواناب) در اثر بارندگی حاصله بر روی زمین، روش شماره‌ی منحنی سازمان حفاظت خاک آمریکا است که در آن به شرایط خاک و پوشش گیاهی آن در تبدیل بارندگی به رواناب توجه شده است. در این پژوهش روش شماره‌ی منحنی در سیل‌خیزی زیرحوضه‌های سراب دره‌شهر به اجرا درآمد و پارامترهای تأثیرگذار در سیل‌خیزی آن مشخص گردیدند.

با تلفیق لایه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک نقشه‌ی CN حوضه تهیه شد. میانگین CN وزنی برای کل حوضه ۸۲/۱۴ به دست آمد که نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بالای تولید رواناب حوضه است. مقادیر بالای CN و ارتفاع رواناب (Q) در پایین دست حوضه، نشان‌دهنده‌ی نفوذپذیری کم این ناحیه به دلیل وجود



گسترش سطوح اراضی شهر، سازند گچساران و مراتع تنک در پایین دست حوضه است. مقادیر نفوذ حوضه از ۱۰/۵ تا ۹۳/۹ میلی‌متر متغیر می‌باشد. بالاترین مقادیر نفوذ حوضه بر پوشش جنگلی کم تراکم و قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی آبی دارای مقادیر CN پایین، منطبق هستند. اراضی جنگلی با تراکم متوسط و همچنین اراضی مرتعی متوسط که در گروه هیدرولوژیکی C و D جای دارند، از لحاظ نفوذپذیری در رتبه‌ی بعدی قرار گرفته‌اند. به طور کلی می‌توان گفت که بخش عمده‌ی حوضه دارای نفوذپذیری بالای ۵۰ میلی‌متر است. پس از تهیه لایه‌های مورد نیاز، ارتفاع رواناب و دبی حداکثر در روش شماره‌ی منحنی به دست آمد. نتایج نشان داد اراضی شهری با ۷۰/۴ میلی‌متر بیشترین پتانسیل تولید رواناب را دارد. بعد از اراضی شهری بیشترین مقادیر ارتفاع رواناب بر مراتع تنک روی سازند گچساران منطبق است. با توجه به نقشه‌ی ارتفاع رواناب می‌توان گفت که قسمت‌های پایین‌دست حوضه ارتفاع رواناب بالاتری نسبت به بالا دست حوضه دارند، که گویای نفوذپذیری کم، پایین دست حوضه می‌باشد. مقادیر دبی حداکثر حوضه نیز از ۰/۷ تا ۳۴/۲ متر مکعب بر ثانیه است که بیشترین مقدار آن منطبق بر مراتع کم تراکم و متوسط با گروه هیدرولوژیکی C می‌باشد. همچنین محاسبه‌ی مقادیر وزنی دبی حداکثر هر کدام از زیر حوضه‌ها نشان داد که زیر حوضه‌های ۱ و ۶ که نسبت به زیرحوضه‌های دیگر از مساحت بیشتری برخوردارند، دارای بالاترین مقادیر دبی حداکثر می‌باشند. نتایج این مطالعه گویای تأثیر قاطع نوع کاربری اراضی و نوع خاک حوضه بر روی رواناب و فرسایش در منطقه است.

## منابع

- ثروتی، محمدرضا؛ رستمی، اکبر و خدادادی، فاطمه (۱۳۹۰)، «امکان‌سنجی وقوع سیل در حوضه‌ی آبخیز لیلان‌چای (مراغه) به روش CN»، فصلنامه‌ی جغرافیای سرزمین، شماره‌ی ۳۲، صص ۸۱-۶۷.
- جعفری‌گرزین، بهنوش؛ دودمهری، رضاعلی؛ صفایی، مهرداد و احمدیان، سید احمد (۱۳۸۶)، «معرفی مدل‌هایی برای پیش‌بینی رشد حجم خندق (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز سرخ‌آباد، مازندران)»، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره‌ی ۷۵، صص ۱۱۹-۱۰۹.
- حسین‌زاده، محمدمهدی (۱۳۹۱)، «برآورد ارتفاع رواناب و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه‌ای در منطقه‌ی کجور نوشهر- البرز شمالی»، پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره‌ی ۷، صص ۱۵-۱.
- خسروشاهی، محمد (۱۳۸۰)، تعیین نقش زیرحوضه‌های آبخیز در شدت سیل‌خیزی حوضه (مطالعه موردی حوضه‌ی آبریز دماوند)، رساله‌ی دوره‌ی دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- علیزاده، امین (۱۳۸۹)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ ۳۰، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.
- لاجوردی، محمود؛ خالدی، شهریار و ستاری، شاپور (۱۳۹۲)، «پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبریز مردق‌چای (آذربایجان شرقی)»، نشریه‌ی علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۷ (۴۴): صص ۲۷۳-۲۵۵.
- ملکی، امجد؛ حصادی، همایون و پیروزی‌نژاد، نوشین (۱۳۹۲)، «برآورد مقادیر سیلاب و ارائه مدل سیل‌خیزی در حوضه‌ی آبریز راز‌آور»، نشریه‌ی علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره‌ی ۴۶، صص ۲۳۹-۲۲۳.
- مهدوی، محمد (۱۳۸۶)، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- مهندسان مشاور آبخیزان (۱۳۸۸)، مطالعات تفصیلی-اجرایی آبخیزداری حوضه‌ی آبریز دره‌شهر.
- نصرتی، کاظم؛ محسنی‌ساروی، محسن؛ اسلامیان، سعید؛ شریفی، فرود و مهدوی، محمد (۱۳۸۳)، «تعیین مناطق همگن برای تحلیل فراوانی جریان کمینه»، مجله‌ی منابع طبیعی ایران، جلد ۵۷، شماره‌ی ۱.
- Amutha, R. & Porchelvan, P. (2009), "Estimation of Surface Runoff in Malattar Sub-watershed Using SCSCN Method", Photonirvachak, J, Indian Soc, Remote Sense, Vol. 37, pp. 291-304.
- Brierley, G.J. & Fryirs, K.A. (2005), **Geomorphology and River Management Application of the River Styles Framework**, Oxford, Blackwell Publishing.
- Chow, V. T. (1964), **Handbook of Applied Hydrology**, Mcgraw-Hill, N. Y.
- Im, S.; Park, S. & Jang, T. (2007), "Application of SCS Curve Number Method for Irrigated Paddy Field", Journal of Civil Engineering, Vol. 11, pp. 51-56.

- Inci Tekel Y.; Akgüül S.; Dengiz O. & Aküzüm T. (2006), “**Estimation of Flood Discharge for Small Watershed Using SCS Curve Number and Geographic Information System**”, River Basin Flood Management Journal, pp. 527-538.
- Kline, P. (2001), **An Easy Guide for Factor Analysis**, London: Routledge.
- Kumar, S.; Ranta, M.J.; Praveen, T.V. & Kumar, V. (2010), “**Analysis of the Runoff for Watershed Using SCS-CN Method and Geographic Information Systems**”, International Journal of Engineering Science and Technology, 2, 3947-3654.
- Mishra, S.K.; Tyagi, J.V.; Singh, V.P. & Singh, R. (2006), “**SCS-CN-based Modeling of Sediment Yield**”, Journal of Hydrology, Vol. 324, pp. 301–322.
- Srangi, A.; Singh, D.K. & Singh, A.K. (2008), “**Evaluation of Curve Number and Geomorphology-based Models for Surface Runoff Prediction from Ungauged Watersheds**”, Water Technology Centre, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110 012, India, Current Science. Vol. 94. pp. 12- 25.

