

## محاسبه و پهنه‌بندی شماره منحنی زیر حوضه‌های آبریز اهرچای

دکتر بهروز ساری صراف

استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

### چکیده

زمان تمرکز یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی هر حوضه آبریز است و آن عبارت از مدت زمانی است که دورترین قطره آب نسبت به نقطه تمرکز لازم دارد تا مسیر خود را طی کند و به نقطه تمرکز برسد. اگر بارانی با شدت یکنواخت و برای مدت بسیار طولانی روی حوضه‌ای بیبارد و شدت آن زیادتر از ظرفیت نفوذ باشد بلافاصله جریان رواناب از نقطه تمرکز شروع می‌شود. از شروع رواناب تا زمانی که دبی به مقدار ثابت خود می‌رسد مدتی به طول می‌انجامد که آن را زمان تمرکز می‌گویند (علیزاده، ۱۳۶۷).

از آنجا که در فرمول محاسبه زمان تمرکز پارامتر شماره منحنی<sup>۱</sup> وجود دارد لذا برای محاسبه این متغیر نیز لازم است مطالعات گسترده‌ای در زمینه ضریب نفوذپذیری خاک - کاربری اراضی منطقه - ضریب نگهداشت سطحی انجام گیرد که در این رابطه نمونه‌برداری و آزمایشات متعددی از قسمت‌های مختلف حوضه انجام یافته و مقادیر نفوذپذیری خاک تعیین شده است. محاسبه پهنه‌های نفوذپذیری خاک و کاربری اراضی تحت شرایط فعلی حوضه و تهیه نقشه‌های مزبور از نتایج این بخش از مطالعات بوده است.

پس از ارائه فرضیات و انجام محاسبات مربوط به تفکیک زیر حوضه اقدام به محاسبه مقدار شماره منحنی در سطح حوضه‌ها شده که در نهایت نقشه پلیگون‌های شماره منحنی ترسیم و ارائه شده است.

در نهایت مقدار زمان تمرکز حوضه و زیرحوضه‌ها بر حسب ساعت و بر اساس رابطه به دست آمده از سرویس حفاظت خاک آمریکا<sup>۲</sup> محاسبه و برآورد گردیده که می‌تواند در کلیه محاسبات هیدرولوژی مؤثر واقع گردد.

واژگان کلیدی: زمان تمرکز، روش شماره منحنی، اهرچای، هیدرولوژی

## مقدمه

وسعت حوضه‌های آبریز، استفاده چند جانبه از آن‌ها، زیاد شدن ناشی از افزایش جمعیت، بروز تحولات عمده در امر بهره‌برداری‌های منابع و دستیابی به تکنولوژی پیشرفته و در نهایت محدودیت منابع طبیعی روی زمین، انسان را بر آن می‌دارد که به‌منظور بهره‌برداری صحیح و حداکثر از جمیع امکانات و یا به عبارت دیگر استفاده منطقی از منابع به فکر یافتن شیوه‌های نوین بهره‌برداری باشد. این هدف قابل دستیابی نیست مگر این‌که توان بالقوه و بالفعل، استعدادهای کیفی و کمی، قابلیت اراضی امکانات و محدودیت‌های آن‌ها مشخص شده و با در نظر گرفتن عوامل فوق از اراضی به‌طور صحیح و اصولی استفاده گردد.

در این مقاله به مطالعات زمان تمرکز رودخانه‌ها و فرضیات آن اعم از گروه‌های هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی و نفوذپذیری خاک و... پرداخته شده است.

امروزه روش‌های تجربی متعددی مورد بررسی و محاسبه زمان تمرکز حوضه‌های آبریز وجود دارد که از میان آن‌ها می‌توان به روش چاو - ویلیامز - گریچ و روش ارائه شده توسط سرویس حفاظت خاک (۱۹۶۸) اشاره کرد. از آنجا که حوضه اهرچای یکی از زیرحوضه‌های وسیع استان آذربایجان شرقی به شمار می‌رود لذا روش زمان تأخیر در محاسبه زمان تمرکز می‌تواند نتیجه قابل قبولی در مطالعات هیدرولوژی ارائه نماید.

این روش که توسط کارشناسان سازمان حفاظت خاک آمریکا پیشنهاد شده است ابتدا زمان تأخیر حوضه و سپس از روی آن زمان تمرکز محاسبه می‌شود. یکی از پارامترهای محاسبه زمان تأخیر محاسبه شماره منحنی می‌باشد که در نهایت زمان تمرکز واقعی حوضه به دست می‌آید.

حوضه آبریز اهرچای در جهت شمال شرقی شهرستان تبریز با مساحتی بالغ بر  $2426/5$  کیلومتر مربع به عنوان یکی از بزرگ‌ترین حوضه‌های آبریز داخل استان واقع شده است. این حوضه بین مختصات جغرافیایی  $31-47$  تا  $21-46$  طول شرقی و  $38-44$  تا  $18-37$  عرض شمالی گسترش یافته و از لحاظ ارتفاعی بین ارتفاعات قوشه داغ به ارتفاع  $3149$  متر و محل ورود به رودخانه قره سو به ارتفاع  $875$  متر قرار گرفته است.

حوضه مورد مطالعه از شمال به جنگل‌های ارسباران، از شرق به رودخانه قره سو، از غرب به ارتفاعات کوه کسبه و از جنوب به حوضه آجی چای محدود می‌گردد. رودخانه اصلی این حوضه، اهرچای نام دارد که در نهایت به رودخانه قره سو ملحق شده و در نهایت به رود مرزی ارس وارد می‌شود.

## مواد و روش‌ها

در محاسبه مقدار شماره منحنی حوضه اهرچای از محاسبه پارامترهای زیر استفاده شده و در نهایت نقشه شماره منحنی منطقه برای محاسبه زمان تمرکز ترسیم گردیده است. در زیر به پارامترهای مؤثر در مقدار شماره منحنی پرداخته می‌شود:

### - حداقل نفوذپذیری خاک

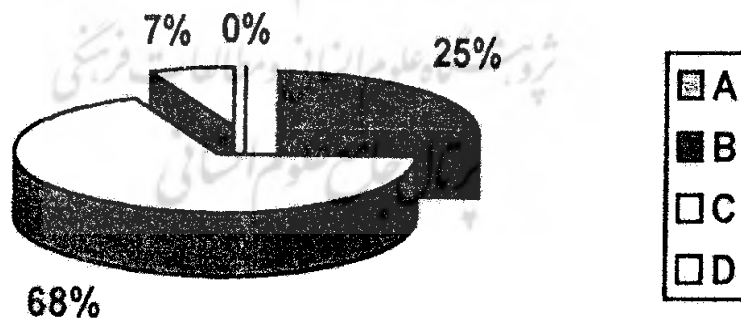
شناخت منابع ارضی و درجات مختلف قابلیت اراضی و بررسی مشخصات گروه‌های خاک در بیشتر فعالیت‌هایی که انسان در زمینه‌های مختلف انجام می‌دهد نخستین قدم و ضروری‌ترین مقدمات تلقی می‌شود در این میان یکی از عوامل مؤثر در تولید هرز آب‌ها شناخت گروه‌ها و مشخصات هیدرولوژیکی خاک‌ها می‌باشد که از نظر توانایی در جهت تولید هرز آب به چهار گروه تقسیم‌بندی می‌شود:

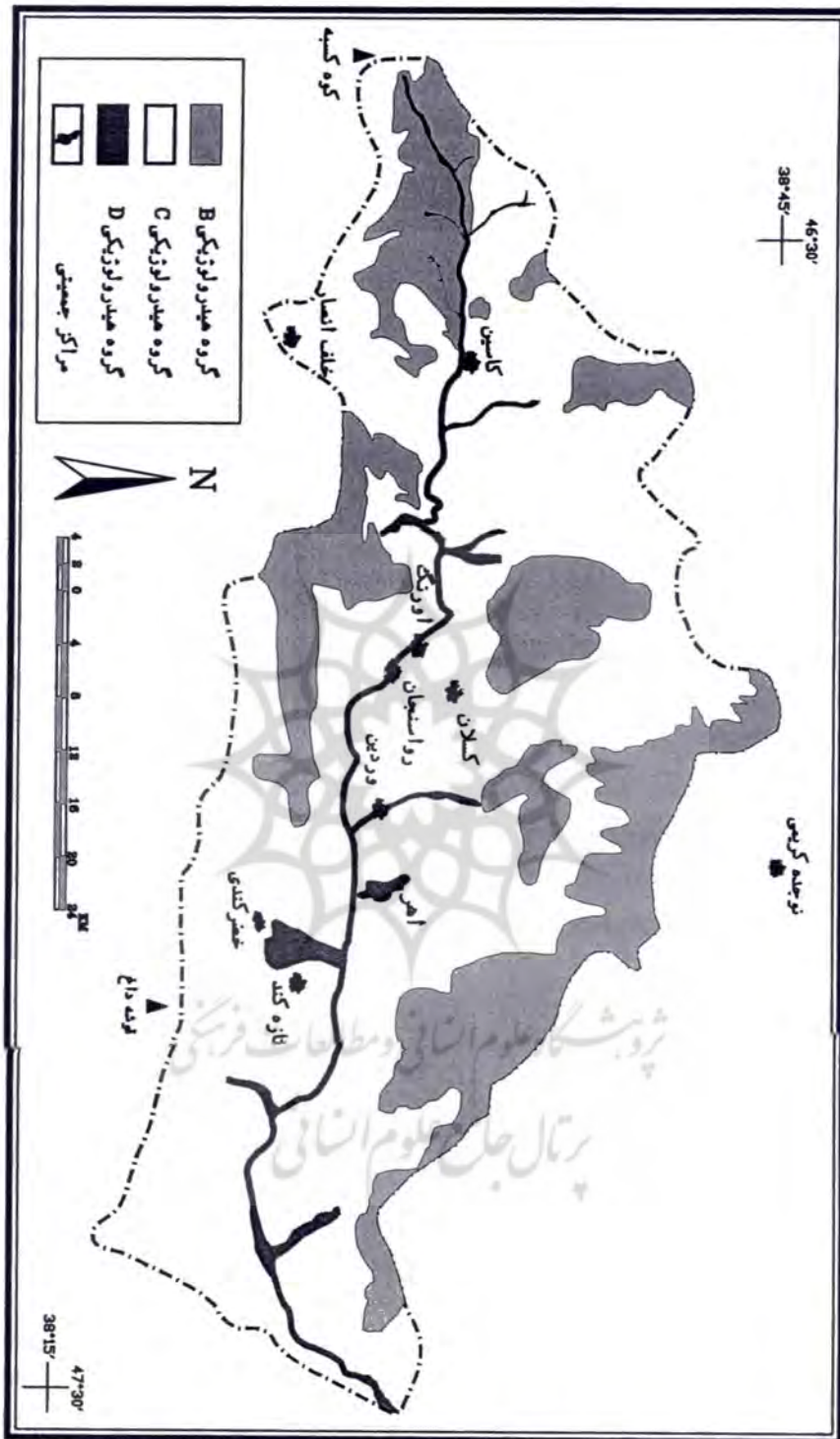
جدول شماره ۱: وضعیت گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نفوذپذیری آنها

گروه‌های هیدرولوژیکی خاک	حداقل نفوذپذیری mm/hr	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت به کل
A	۷/۵-۱۱/۵	—	—
B	۳/۸-۷/۵	۶۰۶/۴	۲۵
C	۱/۳-۳/۸	۱۶۵۲/۵۱	۶۸/۱
D	۰-۱/۳	۱۶۷/۵۱	۶/۹

از پارامترهای مؤثر در تعیین گروه خاک می‌توان به ضریب نفوذپذیری - نوع خاک - زمین شناسی و... اشاره کرد. نتایج محاسبات تعیین گروه‌های هیدرولوژیکی خاک به تفکیک درصد مساحت هر یک از گروه‌ها در نمودار شماره (۱) ترسیم و ارائه گردیده است.

نمودار شماره ۱ درصد مساحت گروه‌های هیدرولوژیکی خاک اهرچای





نقشه شماره ۱ گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوضه اهرچای

بر اساس نقشه شماره ۱ گروه غالب هیدرولوژیکی خاک حوضه از نوع C بوده که دارای حداقل نفوذپذیری  $1/3-3/8$  میلی متر در ساعت می باشد. این گروه خاک حدود ۶۸ درصد سطح حوضه را فرا گرفته است. در گروه خاک D به دلیل بافت سنگی و صخره‌ای این گروه، نفوذپذیری کم بوده و نفوذپذیری بین  $1/3-0$  میلی متر در ساعت می باشد که حدود ۷ درصد کل سطح حوضه را به خود اختصاص داده است. گروه خاک B با نفوذپذیری بین  $3/8-7/5$  میلی متر در ساعت دارای ۲۵ درصد مساحت در حوضه می باشد.

### – کاربری ارضی:

کاربری‌های اراضی حوضه اهرچای از طریق تفسیر عکس‌های هوایی مربوط به سال ۱۳۷۲ سازمان نقشه برداری کشور انجام یافته که در آن کاربری‌های عمده از جمله مراتع، اراضی کشاورزی، درختزارها و اراضی مسکونی به تفکیک ترسیم شده‌اند.

با در دست داشتن مقادیر نفوذپذیری خاک به تنهایی مقدار شماره منحنی حوضه به دست نمی آید بلکه باید میزان این نفوذپذیری در کاربری‌های مختلف اراضی سنجیده شود. در این میان می توان گفت رابطه‌ای معکوس بین ضریب نفوذپذیری خاک و مقدار شماره منحنی از یک طرف با نوع پوشش سطحی خاک (کاربری اراضی) از طرف دیگر برقرار است. بدین ترتیب که با افزایش مقدار نفوذپذیری خاک مقدار شماره منحنی کاهش یافته و بر عکس با کاهش نفوذپذیری مقدار شماره منحنی نیز افزایش می یابد.

در جدول شماره (۲) وسعت انواع کاربری‌های اراضی به تفکیک وسعت کاربری در حوضه محاسبه و ارائه شده است. بر اساس این جدول بیشترین وسعت حوضه را اراضی کشاورزی به خود اختصاص داده‌اند.

جدول شماره ۲: وسعت کاربری‌های اراضی به تفکیک وسعت

نوع کاربری اراضی	Km مساحت	درصد مساحت %
اراضی کشاورزی	۱۲۲۵/۸۳	۵۰/۵۲
اراضی درختزار و باغات	۱۹/۰۸	۰/۷۹
اراضی مرتعی	۱۱۷۳/۶۶	۴۸/۳۷
اراضی مسکونی	۷/۹۵	۰/۳۲
جمع کل	۲۴۲۶/۵	۱۰۰/۰۰

بر اساس جدول کاربری‌های اراضی در حوضه اهرچای اراضی کشاورزی و مراتع در درجات مختلف تراکم با مجموع حدود ۹۸/۸ درصد یا لاترین مساحت را از کل وسعت حوضه به خود اختصاص داده‌اند. باغات و درخت‌زارها نیز با ۰/۸ درصد و اراضی مسکونی با ۰/۳ درصد به ترتیب کمترین وسعت حوضه را دارا هستند.



نقشه شماره ۲ کاربری‌های اراضی حوضه اهرچای

### محاسبه شماره منحنی اولیه و وزنی

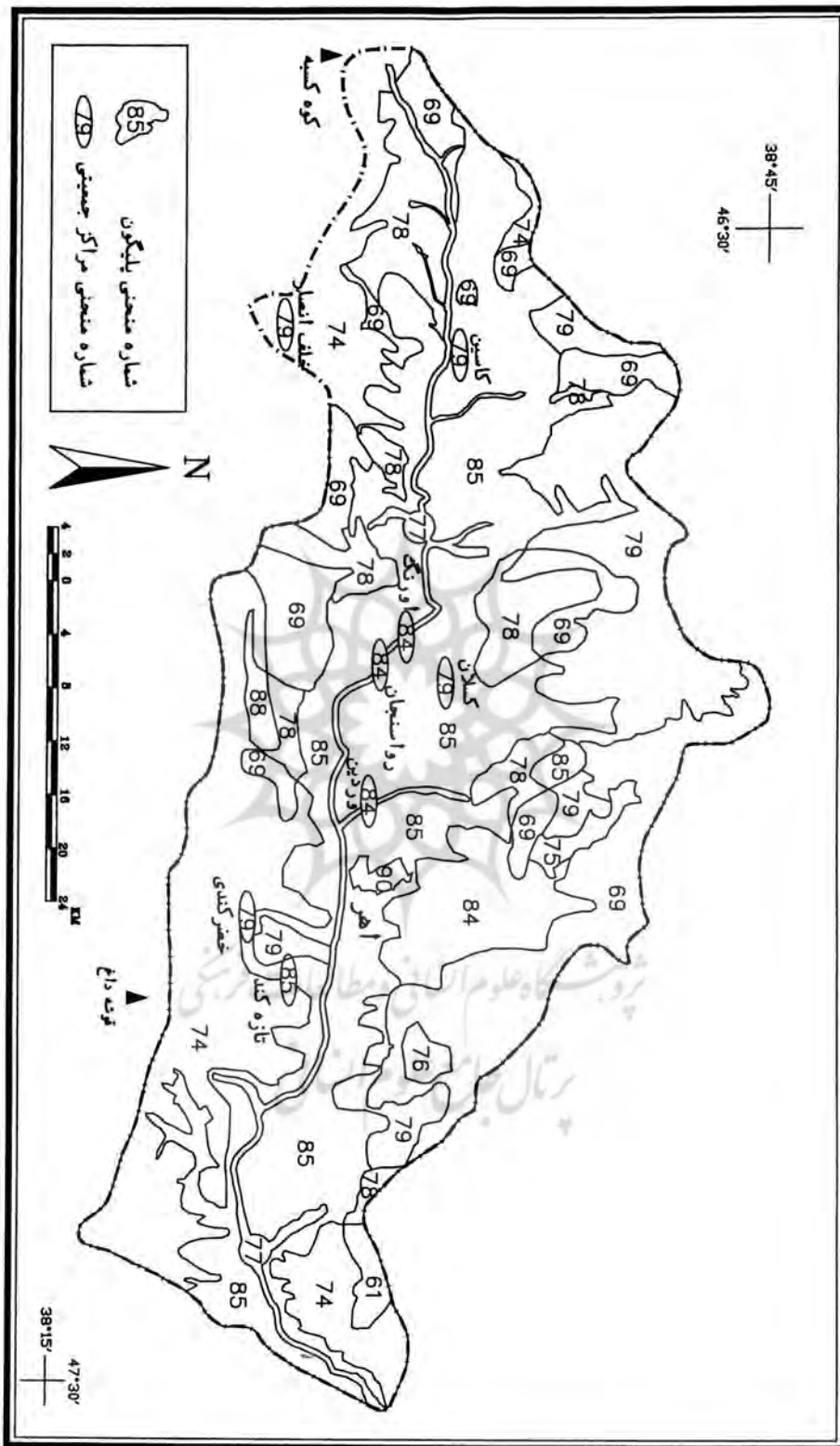
برای محاسبه شماره منحنی اولیه، ابتدا کاربری‌های اصلی حوضه تحت عناوین کاربری درختزار- مرتع - اراضی کشاورزی و اراضی مسکونی مشخص شده‌اند. در این کاربری‌ها چند کاربری فرعی نیز در نظر گرفته شده که جهت تدقیق در محاسبات، کاربری جنگل و مرتع و دو کاربری با پوشش متوسط و با پوشش خوب تقسیم می‌شود. اراضی کشاورزی نیز به ۴ کاربری زیر کشت حبوبات - غلات و با پوشش متوسط و خوب طبقه‌بندی شده‌اند. اراضی مسکونی به ۲ کاربری با ۶۵ درصد آسفالت و یا با ۲۰ درصد آسفالت تقسیم شده در نهایت جاده‌ها نیز به ۳ کاربری نوع آسفالت - خاکی و شوسه تقسیم شده است.

در نهایت هر کاربری فرعی در هر واحد هیدرولوژیک خاک به مقدار شماره منحنی اولیه منتهی می‌شود که این شماره منحنی برای محاسبه شماره منحنی وزنی حوضه به کار خواهد رفت. مقادیر شماره منحنی اولیه بین حداقل ۲۵ تا حداکثر ۹۸ در نوسان است. نتایج این محاسبات در جدول شماره (۳) ارائه گردیده است.

جدول شماره ۳ شماره منحنی اولیه کاربری اراضی با توجه به نفوذپذیری و پوشش سطحی آن‌ها

D	C	B	A	اجزا، کاربری	نوع کاربری
۷۹	۷۳	۶۰	۳۶	پوشش متوسط	درختزار
۷۷	۷۰	۵۵	۲۵	پوشش خوب	
۸۴	۷۹	۶۹	۴۹	پوشش متوسط	مرتع
۸۰	۷۴	۶۱	۳۹	پوشش خوب	
۸۳	۷۸	۶۹	۵۵	زیر کشت حبوبات	اراضی کشاورزی
۸۸	۸۴	۷۶	۶۵	زیر کشت غلات	
۹۱	۸۸	۸۱	۷۲	پوشش متوسط	
۸۹	۸۵	۷۸	۶۷	پوشش خوب	
۹۲	۹۰	۸۵	۷۷	با ۶۵٪ آسفالت	مسکونی
۸۴	۷۹	۶۸	۵۱	یا ۲۰٪ آسفالت	
۹۸	۹۸	۹۸	۹۸	آسفالت	جاده
۸۹	۸۷	۸۲	۷۲	خاکی	
۹۱	۸۹	۸۵	۷۶	شوسه	

جهت محاسبه مقدار شماره منحنی وزنی ابتدا نقشه‌های گروه هیدرولوژیک خاک و نقشه کاربری اراضی را به صورت هم‌پوشانی<sup>۱</sup> قرار داده و سپس با توجه به مقدار شماره منحنی اولیه مندرج در جدول فوق مقدار شماره منحنی هر کاربری مشخص و سپس میزان توسط شماره منحنی وزنی محاسبه شده است. نحوه محاسبه شماره منحنی وزنی از رابطه زیر بوده است:



نقشه شماره ۳ پهنه بندی مقادیر شماره منحنی وزنی حوضه اهرچای



$$CN = \sum (cni) ai / A$$

در این رابطه:

CN = مجموع شماره منحنی هر کاربری بر مساحت آن

CNi = مقدار شماره منحنی در هر طبقه

ai = مساحت اختصاص یافته برای کاربری

A = مساحت کل زیر حوضه

در جدول شماره ۴ مقدار شماره منحنی وزنی حوضه مورد محاسبه قرار گرفته که نتایج آن ارائه شده است.

جدول شماره ۴ مقدار شماره منحنی وزنی حوضه

نوع کاربری	مساحت Km	CN وزنی
درختزار	۱۹/۰۸	۶۰
مرتع	۱۱۷۳/۶۶	۷۹
کشاورزی	۱۲۲۵/۸۷	۸۸
مسکونی	۷/۹۵	۸۴
جمع	۲۴۲۶/۵۶	—

در نقشه شماره (۳) پهنه‌بندی مقادیر شماره منحنی در سطح حوضه اهرچای ترسیم و ارائه شده است. در این نقشه بالاترین وسعت را شماره منحنی ۸۸ به خود اختصاص می‌دهد. مقدار متوسط شماره منحنی حوضه حدود ۸۳/۴ برآورده شده است.

## نتیجه‌گیری

محاسبه شماره منحنی در زمان تمرکز حوضه‌های آبریز یکی از روش‌هایی است که می‌تواند در حوضه‌های با وسعت بالا کاربرد داشته و مورد استفاده قرار گیرد. در این مقاله که از خلاصه یک تحقیق دانشگاهی به‌دست آمده است لایه‌های اطلاعاتی مختلف در رابطه با شماره منحنی تشکیل یافته و سپس برنامه‌ها و روابط ریاضی آن‌ها تهیه و در نهایت نقشه پلیگون‌های شماره منحنی از طریق هم پوشش قرار دادن دیگر نقشه‌های خروجی به‌دست آمده است. نتایج حاصل از این گزارش در تحلیل هیدروگراف واحد، محاسبه دبی سیلابی و برآورد حجم سیلاب و... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همچنین نقشه پلیگون‌های شماره منحنی می‌تواند در محاسبات زمان تمرکز و تهیه نقشه ایزوکرونال (هم زمان تمرکز) مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعات انجام یافته در گزارشات و پروژه‌های اجرایی سازمان‌ها و ادارات یا معمولاً در محاسبه شماره منحنی به ارائه تنها رقمی برای یک حوضه اکتفا می‌شود ولی در این مقاله در حوضه اهرچای مقادیر شماره منحنی به‌صورت پهنه‌های یکسان و هم ارزش ارائه و ترسیم شده که در واقع هر پلیگون نشانگر مقدار شماره منحنی مشخصی می‌باشد.

## تشکر و قدرانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی تحت عنوان "محاسبه و پهنه‌بندی شماره منحنی زیر حوضه‌های حوضه آبریز اهرچای" است که کارفرمای آن معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر می‌باشد که در اینجا از آن معاونت محترم سپاس و قدردانی خود را اعلام نموده و از همکاری دیگر دوستان تشکر می‌نمایم.

## منابع و مأخذ

- ۱- ساری صراف، بهروز و همکاران ۱۳۸۰، مطالعه زمان تمرکز شبکه‌های آبراهه‌ای حوضه مهرانرود با روش زمان تأخیر، دانشگاه تبریز.
- ۲- علیزاده، امین ۱۳۷۸، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- ضیائی، حجت‌الله ۱۳۷۰، کاربرد قوانین آماری در هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی.
- ۴- موحد دانش، علی اصغر ۱۳۶۸، مقدمه‌ای بر هیدرولوژی، انتشارات عمیدی.
- ۵- موحد دانش، علی اصغر ۱۳۷۳، هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، انتشارات سمت.
- ۶- مهدوی، محمد ۱۳۷۴، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- نجمائی، محمد ۱۳۶۸، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات سارا.
- ۸- وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۷۶- مطالعات کنترل سیل و رسوب حوضه مهرانرود، جلد اول.
- 9- Chow, V.T. (1964). Handbook of applied hydrology, MC Graw Hill Book Co. New York.
- 10- Soil Conservation Service (SCS) 1968, Hydrology, suppl.A to Sec.4 Engineering HandBook. Washington.D.C.

