دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده مرتع و آبخیزداری

**پایان‌نامه:**

کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری

**موضوع:**

# بررسی کارآئی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در حوزه آبخیز معرف کسیلیان

**محقق:**

**علی حشمت‌پور**

**استاد راهنما:**

**دکتر محسن محسنی‌ساروی**

**اساتید مشاور:**

**مهندس امیر سعدالدین**

**مهندس مهدی عرفانیان**

۱۳۷۸/۶/۱۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

3022/۲

تیر ۱۳۷۸

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مرتع و آبخیزداری

مدیریت محترم گروه آبخیزداری

بد ینوسیله به اطلاع می رساند جلسه د فاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای علی حشمت پور به شما ره دانشجویی ۷۶۷۲٤۱۰۱ دانشجوی مقطع کارشناسی ا رشد رشته آبخیزداری تحت عنوان :

" بررسی کارا ئی آبنمود واحد لحظه ای ژئوموفولوژیك و ژئومورفوکلیماتیك در حوزه آبخیز معرف کسیلیان "

در تاریخ ۷۸/٤/ ۱٦ ساعت ۱۱ – ۹ در تالار شهید مطهری دانشگاه با حضور هیئت داوران تشکیل و با نمره ۱۸/ ۹۰ پذیرفته شد.

اعضای هیئت داوران :

۱– استاد راهنما دکتر محسن محسنی ساروی

۲– استاد مشاور اول مهند س امیر سعدالدین

۳– استاد مشاور دوم مهند س مهدی عرفانیان

٤– نماینده تحصیلات تکمیلی دکتر مجید اونق

٥– عضو هیئت داوران دکتر نا در بیرودیان

٦– عضو هیئت داوران مهندس مهدی مفتاح هلقی

امضا استاد راهنما

دکتر محسن محسنی ساروی

**تشکر و قدردانی**

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محسن محسنی‌ساروی بابت راهنمایی‌های ارزنده علمی در به ثمر رسیدن این تحقیق به اینجانب تشکر و قدردانی می‌کنم.

از اساتید ارجمندم جناب آقای دکتر نصرت ا... صفائیان، خانم دکتر مریم شکری که در طول دوران تحصیل همواره از راهنمائی‌ها و دانش ایشان بهره‌مند بوده‌ام تشکر وافر دارم.

از آقایان دکتر مجید اونق، دکتر نادر بیرودیان، مهندس هوشنگ ریاضی، مهندس علی نجفی‌نژاد، مهندس امیر سعدالدین، مهندس مهدی عرفانیان، مهندس مهدی مفتاح‌هلقی که در این تحقیق همکاری داشته و مرا یاری داده‌اند تشکر و قدردانی می‌کنم.

از آقایان مهندس شهریاری، مهندس راه‌چمنی، مهندس موسوی‌تاکامی که به جهت ارائه آمار اطلاعات لازم با اینجانب همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

از آقای حسن فرحبخش بابت زحمتی که در تایپ این پایان‌نامه تقبل کردند تشکر و قدردانی می‌کنم.

در پایان از تمامی عزیزانی که در به ثمر رسیدن این تحقیق اینجانب را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

# فهرست مطالب

عنوان | صفحه


چکیده ..... ۱
**فصل اول: کلیات** ..... ۲
۱-۱- مقدمه ..... ۳
۱-۲- توجیه علمی و فرض تحقیق ..... ۴
۱-۳- اهداف تحقیق ..... ۵
۱-۴- سابقه علمی تحقیق ..... ۶
۱-۵- روش تحقیق ..... ۱۰
**فصل دوم: تئوری تحقیق** ..... ۱۱
۲-۱- ارتباط هیدرولوژی با ژئومورفولوژی حوزه آبخیز ..... ۱۲
۲-۱-۲- قوانین کمّی ژئومورفولوژیکی هورتون ..... ۱۴
۲-۱-۱-۱- قانون نسبت انشعاب (Rb) ..... ۱۵
۲-۱-۱-۲- قانون نسبت طول (RL) ..... ۱۶
۲-۱-۱-۳- قانون نسبت مساحت (RA) ..... ۱۷
۲-۲- آبنمود ..... ۱۸
۲-۳- آبنمود واحد ..... ۱۸
۲-۳-۱- کاربرد آبنمود واحد ..... ۱۹
۲-۳-۲- محدودیتهای استفاده از آبنمود واحد ..... ۲۰
۲-۴- تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای (IUH) ..... ۲۰
۲-۵- تفسیر آبنمود واحد لحظه‌ای به روش احتمال ..... ۲۴
۲-۵-۱- تعریف اصطلاحات در تابع آبنمود واحد لحظه‌ای به روش احتمال ..... ۲۵
۲-۶- آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک حوزهٔ آبخیز رتبهٔ ۴ ..... ۳۱
۲-۷- آبنمود واحد لحظه‌ای روسو (گاما) ..... ۳۸
۲-۸- آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک ..... ۳۹
۲-۹- آبنمود واحد لحظه‌ای ناش ..... ۴۶
**فصل سوم: مورفومتری حوزه آبخیز معرف کسیلیان** ..... ۵۳
۳-۱- مشخصات کلی حوزه معرف کسیلیان ..... ۵۶

عنوان | صفحه


۳-۲-کمیت‌های فیزیکی حوزه معرف کسیلیان ..... ۶۱
۳-۲-۱- مساحت حوزه ..... ۶۱
۳-۲-۲- شکل حوزه ..... ۶۲
۳-۲-۲-۱- ضریب فرم حوزه (ضریب شکل هورتون) ..... ۶۲
۳-۲-۲-۲- ضریب فشردگی (ضریب گراولیوس) ..... ۶۳
۳-۲-۲-۳- ضریب شکل میلر (ضریب گردی) ..... ۶۳
۳-۲-۲-۴- ضریب شیوم ..... ۶۴
۳-۲-۳- تراکم زهکشی ..... ۶۴
۳-۲-۴- نیمرخ طولی و شیب آبراهه اصلی ..... ۶۸
۳-۲-۵- ارتفاع متوسط حوزه ..... ۷۰
۳-۲-۶- شیب متوسط حوزه ..... ۷۱
۳-۲-۷- نسبتهای ژئومورفولوژیکی هورتون ..... ۷۱
۳-۲-۷-۱-الف نسبت انشعاب «RB» ..... ۷۲
۳-۲-۷-۲-الف نسبت طول «RL» ..... ۷۲
۳-۲-۷-۳- الف نسبت مساحت «RA» ..... ۷۳
۳-۲-۷-۱- ب نسبت انشعاب «Rb» ..... ۷۳
۳-۲-۷-۲- ب نسبت طول «RL» ..... ۷۴
۳-۲-۷-۳-ب نسبت مساحت «RA» ..... ۷۵

**فصل چهارم: محاسبه آبنمود واحد لحظه‌ای و آبنمود خروجی برای وقایع انتخابی در روشهای مختلف تحقیق** ..... ۷۷

۴-۱- وقایع متناظر باران- رواناب ..... ۷۸
۴-۲- برآورد بارش اضافی برای وقایع انتخابی از روش scs ..... ۸۱
۴-۳- برآورد سرعت اوج جریان ..... ۸۴
۴-۴- محاسبه ابعاد آبنمود واحد لحظه‌ای برای وقایع انتخابی در حوزه آبخیز معرف کسیلیان ..... ۸۶
۴-۴-۱- آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک ..... ۸۶
۴-۴-۱-۱- دبی و زمان اوج آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک ..... ۸۷

عنوان | صفحه


۴-۴-۲- آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک ..... ۸۹
۴-۴-۲-۱- دبی و زمان اوج آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک ..... ۸۹
۴-۴-۳- آبنمود واحد لحظه‌ای ناش ..... ۹۱
۴-۴-۴- آبنمود واحد لحظه‌ای روسو (گاما) ..... ۹۲
۴-۴-۵- استخراج آبنمود واحد از آبنمود واحد لحظه‌ای ..... ۹۴
۴-۵- تعیین آبنمود واحد شاخص ..... ۹۹
۴-۶- آبنمود واحد scs ..... ۱۰۳
۴-۷- محاسبه ابعاد آبنمود رواناب خروجی برای وقایع انتخابی از ..... ۱۰۸
آبنمود واحد یکساعته حوزه ..... ۱۰۸
**فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری** ..... ۱۲۲
۵-۱- مقایسه آبنمودهای محاسبه‌ای در روش‌های مختلف مورد تحقیق با آبنمودهای
مشاهده‌ای برای وقایع انتخابی ..... ۱۲۳
۵-۱-۱ شاخص میانگین خطای نسبی (MRE) ..... ۱۲۳
۵-۱-۲- میانگین توان دوم خطا (MSE) ..... ۱۲۸
۵-۱-۳- تعیین درصد کارایی نسبی مدل‌های مورد تحقیق ..... ۱۲۹
۵-۲- نتیجه تحقیق ..... ۱۳۱
۵-۳- پیشنهادات: ..... ۱۳۲
۵-۴- ضمائم ..... ۱۴۱
۵-۵- فهرست منابع .....

## چکیده

حوزه آبخیز به عنوان یک هیدروسیستم متشکل از واحدهای هیدرولوژیک مختلف مرتبط بهم است که نسبت به بارش ورودی واکنش نشان می‌دهد. ابعاد آبنمود رواناب خروجی نشان‌دهنده شاخصی کلی و نهایی از عکس‌العمل حوزه در قبال بارش ورودی به آن است و شناخت روابط موجود بین «بارش- رواناب» یکی از مباحث مهم علم هیدرولوژی است.

به منظور بررسی میزان کارایی تئوری‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک، ژئومورفوکلیماتیک، ناش و روسو در حوزه معرف کسیلیان (مازندران) در برآورد آبنمود رواناب خروجی، پارامترهای فیزیکی حوزه خصوصاً نسبت مساحت، نسبت انشعاب، نسبت طول و پارامتر دینامیکی سرعت جریان برای حوزه مورد مطالعه محاسبه و برای ۸ واقعه متناظر «باران- رواناب» آبنمود رواناب خروجی حوزه محاسبه گردید.

مقایسه آبنمودهای محاسبه‌ای حاصل از مدل‌های مورد تحقیق و آبنمودهای مشاهده‌ای وقایع انتخابی نشان می‌دهد که تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک نسبت به روش ناش، روسو و SCS در برآورد ابعاد آبنمود رواناب خروجی خصوصاً دبی و زمان اوج آن از کارآیی بالاتری برخوردار است.

# فصل اول:

# کلیات

## ۱-۱- مقدمه

حوزه آبخیز به عنوان یک هیدروسیستم، عامل تبدیل بارش نازله به بارش مازاد و تخلیه آن به نقطه خروجی است. در تبدیل بارش نازله به بارش مازاد به عنوان پتانسیل جریان سطحی، اجزاء طبیعی سیستم دخالت تعیین کننده‌ای دارند. دبی اوج جریان حساسیت فوق‌العاده‌ای به ابعاد آبنمود واحد دارد و این ابعاد خود درگرو برآورد پارامترهای جریان است که وابسته به خصوصیات حوزه آبخیز می‌باشد.

اصولاً هدف در هیدرولوژی پیش‌بینی کمی از چگونگی فرایند بارش - رواناب و انتقال آن به نقطه خروجی و در نهایت تعیین میزان دبی عبوری در مقطع کنترلی است.

تئوری‌های علمی تشریح‌کننده پدیده‌های هیدرولوژیک در حوزه‌های آبخیز به دلیل ناهمگنی، پیچیدگی ارتباط و تعدد مؤلفه‌های تأثیرگذار بر پدیده‌ها هرگز قادر به توصیف کامل آنها در مقیاس وسیع نیستند. بنابر این می‌توان با توجه به خروجی مدل‌های طراحی شده منطبق با تئوری‌های علمی که پس از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار حاصل شده‌اند درصد کارایی مدل را نسبت به نمونه‌های ثبت شده (مشاهده‌ای) تعیین کرد. حوزه آبخیز به عنوان یک هیدروسیستم و مدل طبیعی، عکس‌العمل پیچیده‌ای نسبت به بارش ورودی از خود نشان می‌دهد. اگر مؤلفه‌های آبنمود جریان خروجی را به عنوان نتیجه نهایی این عکس‌العمل در نظر بگیریم لازم است تا جهت

درک صحیحی از آن، این ابعاد از نظر مقدار در بعد زمانی مشخص گردند. از آنجائیکه ثبت و نشر ورودیها و خروجی‌های حوزه آبخیز نیاز به ایستگاه‌های مربوطه و دستگاههای ثبات مخصوص دارد و چون احداث و نگهداری چنین ایستگاه‌هایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست لذا لازم است در حوزه‌های فاقد آمار از خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز به عنوان عامل نشان دهنده عکس‌العمل نسبت به ورودی‌های آن استفاده گردد در نتیجه هر چه این خصوصیات بهتر شناخته شوند پیش‌بینی دقیق‌تری از عملکرد حوزه خواهیم داشت. بنابر این میتوان با این اوصاف به اهمیت تئوری‌هایی که براساس ساختار ژئومورفولوژی حوزه پایه ریزی شده‌اند پی برد. در همین راستا تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و و ژئومورفوکلیماتیک به عنوان مدلی مصنوعی در پیش بینی عکس‌العمل هیدرولوژیک حوزه آبخیز در ارتباط با بارش نازله به آن درگستره این اهمیت واقع می‌شود.

در تحقیق حاضر سعی شده است تا میزان کارایی مدل‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک ناش، روسو و SCS در منطقه‌ای معرف بررسی گردد و از کارآمدترین آنها که با خصوصیات منطقه منطبق است در حوزه‌های مشابه و مجاور استفاده گردد.

## ۱-۲- توجیه علمی و فرض تحقیق

برنامه ریزی و مدیریت منابع آبهای سطحی نیازمند آمار و اطلاعات است، به همین جهت در حوزه‌های آبخیز بدون آمار، استخراج مشخصات سیلاب، استفاده از روش‌های تجربی و مدل‌های مبتنی بر خصوصیات و ویژگی‌های حوزه آبخیز را ملزم می‌نماید. روش‌های تجربی اصولاً به دلیل استفاده از عوامل اقلیمی و فیزیکی ضرایب خاص منطقه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند. از آنجایی که درصد تأثیرگذاری این عوامل در مناطق مختلف متفاوت می‌باشند در نتیجه ضرایب مربوطه نیز از تغییرپذیری متناسبی برخوردار می‌گردند. اگر به این موضوع اهمیت داده نشود و از فرمولها و مدلهای تجربی که متناسب با منطقه‌ای خاص تهیه شده به همان حالت در منطقه‌ای دیگر استفاده گردد نتیجه را با اریبی و خطای فاحشی روبرو می‌کند. حتی اگر این موضوع مد نظر قرار بگیرد، تعیین این ضرایب مشکل بوده و تجربه و قضاوت مهندسی در تعیین ضرایب نقش پیدا می‌کنند که این خود خالی از

اشکال نیست، و آن تعدد ضرایب برای منطقه‌ای خاص به دلیل تفاوت نظرات است. وابسته بودن مختصات آبنمود جریان خروجی هر حوزه آبخیز به خصوصیات اقلیمی (شدت، مدت، فراوانی، تغییرات زمانی و مکانی بارندگی) و فیزیکی (شکل حوزه، مساحت، محیط، شیب،...) و همچنین وجود حوزه‌های فاقد آمار، گروه تحقیق را در مطالعات هیدرولوژی به سمت استفاده از مدلی کارا در سنتز آبنمود جریان هدایت می‌کند. مدل آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک که توسط رودریگوئز- ایتورب و همکاران آنها طراحی گردیده است نیز یک مدل مصنوعی است که در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد تا میزان کارایی آنها در برآورد مؤلفه‌های آبنمود جریان خروجی برای منطقه مورد مطالعه و نقاط مشابه مشخص شود.

با فرض اینکه ساختار نسبتاً ثابت ژئومورفولوژیکی یک حوزه آبخیز همچنین شدت و مدت بارش مازاد به عنوان مهمترین شاخص‌های مؤثر در تعیین مشخصات آبنمود جریان مطرح می‌باشند می‌توان با مدل آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک که بر پایه شاخص‌های فوق‌الذکر تعریف شده‌اند مشخصات آبنمود جریان خروجی را برای حوزه مورد مطالعه و حوزه‌های مشابه به دست آورد.

## ۱-۳- اهداف تحقیق

این تحقیق دارای اهدافی است که می‌توان به شرح زیر به آنها اشاره کرد:

۱- تعیین میزان دقت، صحت و درجه اطمینان تئوری‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک در تعیین شکل و ابعاد آبنمود رواناب خروجی از یک رگبار با شدت و مدت معین به منظور استفاده از نتایج حاصله به عنوان ارائه یک راه‌کار اساسی، در تعیین آبنمود واحد لحظه‌ای حوزه آبخیز با شرایط مشابه و فاقد ایستگاه هیدرومتری جهت برنامه‌ریزی لازم برای پروژه‌های حفاظت خاک و آبخیزداری.

۲- مقایسه تئوریهای آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و ژئومورفوکلیماتیک با مدل ناش، روسو و SCS در برآورد ابعاد آبنمود رواناب خروجی.

## ۱-۴- سابقه علمی تحقیق

تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک توسط رودرویگوئز- ایتورب و والدس[۱] (۱۹۷۹) به عنوان عکس‌العمل هیدرولوژیک حوزه نسبت به ورود یک واحد بارش مازاد لحظه‌ای شکل گرفته است. نامبردگان در یک حوزه آبخیز فرضی با رتبه ۳ تئوری مذکور را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی‌های آنها نشان داده است که عکس‌العمل هیدرولوژیک حوزه آبخیز تابعی از پارامترهای ثابت ژئومورفولوژیک و پارامتر دینامیکی سرعت جریان می‌باشد.

والدس (۱۹۷۹) در حوزه آبخیز و نزوئلاو پورتریکو با استفاده از مدل باران- رواناب و آبنمودهای مشاهده‌ای، آبنمود واحد لحظه‌ای هر حوزه آبخیز را استخراج و با آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک مورد مقایسه قرار داده است. نتایج این بررسی نشان داده که تحت شرایط سرعت ثابت جریان، آبنمودهای واحد لحظه‌ای به دست آمده از دو روش مذکور در حوزه‌های مورد مطالعه مطابقت خوبی با یکدیگر دارند.

گوپتا[۲] و همکاران (۱۹۸۰) در سه حوزه آبخیز منطقه ایلنویز[۳] پارامترهای نسبت انشعاب، نسبت مساحت و نسبت طول را با توجه به سیستم رتبه بندی استرالر به دلیل تطابق بیشتر آن با قوانین هورتونی و همچنین پارامتر دینامیکی زمان انتظار به عنوان تابعی از طول آبراهه‌ها و سرعت جریان محاسبه و آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و به تبع آن آبنمود جریان خروجی حوزه‌های تحت مطالعه را استخراج و با آبنمودهای مشاهده‌ای آنها مقایسه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده است که در دو حوزه آبخیز ورمیلون[۴] و کازکازکیا[۵] بین آبنمود مشاهده‌ای و محاسبه‌ای تطابقی خوب و در حوزه آبخیز ساگامون[۶] تطابق ضعیفی برقرار است.

رودریگوئز- ایتورب و همکاران (۱۹۸۲) تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک را

---

1- Rodriguez - Iturbe & Valdes.
2- Gupta.
3- Illonois.
4- Vermolon.
5- Kaskaskia.
6- Sagamon.

با قبول پایه‌های اصلی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک ارائه کردند. در تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک علاوه بر عوامل فیزیکی حوزه، عوامل اقلیمی نیز ابعاد آبنمود خروجی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. رودریگوئز و ایتورب آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک و آبنمود واحد لحظه‌ای استخراجی از مدل‌های بارندگی- رواناب مدل ناش را در حوزه آبخیز مامون[۱] برای سه اقلیم مختلف مورد مقایسه قرار دارند. نتایج مقایسه نشان داده است که توزیع خطای نسبی دبی و زمان اوج آنها کم و تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک از کارایی بالایی برخوردار است.

رودریگوئز- ایتورب و همکاران (۱۹۸۲) تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک را برای دبی‌های حداکثر سیلاب با دوره بازگشت مختلف در یک حوزه آبخیز در ونزوئلا مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. در این تحقیق براساس تئوری مذکور داده‌های بارندگی و پارامترهای ژئومورفولوژیک را با یکدیگر مرتبط کرده و دبی‌های اوج ناشی از رگبارهای مختلف با شدت، مدت و فراوانی معین را برآورد کرده‌اند. مقایسه مقادیر حاصل از این روش با نتایج به دست آمده از توزیع‌های آماری نشان داده است که بین آنها مطابقت خوبی وجود داشته است.

دیاز-گراندس و همکاران[۲] (۱۹۸۶) تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک را مبتنی بر هیدرولیک جریان توسعه و بسط داده‌اند و آلام (۱۹۹۰) آن را در سه حوزه آبخیز واقع در عربستان مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج مقایسه آبنمودهای مشاهده‌ای و محاسبه‌ای این مدل در حوزه خات[۳] نشان‌دهنده مطابقت بالای آنها است و در حوزه‌های آبخیز جاف[۴] و میدهناب[۵] به علت فرض خطی بودن نفوذ در جریان آبراهه‌ای و همچنین فرضیات مدل و شرایط توزیع مکانی بارش عدم برازش آنها را نشان داده است.

سورمن[۶] (۱۹۹۵) از مدل آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک برای برآورد حجم، دبی و زمان اوج آبنمود خروجی در حوزه‌های واقع در شمال شرق عربستان برای سیلاب‌هایی با دوره

---

1- Mamon.
2- Diaz - Grandes.
3- Khat.
4- Jawf.
5- Midhnab.
6- Sorman.

سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۵ تا ۱۰ ساله استفاده کرده است. نتایج این بررسی نشان داده که همبستگی بالایی بین اجزاء مدل وجود داشته است.

عباسی (۱۳۷۱) آبنمود واحد مصنوعی اشنایدر، مثلثی، scs را در دو حوزه آبخیز کسیلیان و امامه مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. پس از تهیه آبنمود واحد از آبنمودهای مشاهده‌ای در روش ماتریسی (حداقل مربعات)، ضرایب وسنجی روشهای اشنایدر، SCSومثلثی را تعیین کرده است. نتایج این بررسی نشان داده که روش اشنایدر در حوزه معرف کسیلیان و روش اشنایدر و مثلثی در حوزه امامه برای تهیه آبنمود خروجی جریان مناسبترند.

قهرمان (۱۳۷۴) با انتخاب وقایع متناظر باران- رواناب تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفوکلیماتیک را برای دو حوزه آبخیز امامه و کسیلیان مورد بررسی قرار داده است. نتایج این بررسی نشان داده که تئوری مذکور در برآورد دبی و زمان اوج جریان‌های سطحی حوزه‌های مورد مطالعه ازکارایی مناسبی برخوردار است.

غیاثی (۱۳۷۵) براساس تئوری آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک وداده‌های بارندگی- رواناب حوزه امامه ابعاد آبنمود واحد لحظه‌ای را برای هر واقعه متناظر باران- رواناب با تقریب مثلثی و ابعاد آبنمود واحد لحظه‌ای روسو را براساس پارامتر دینامیکی سرعت جریان و نسبت‌های هورتونی محاسبه کرده است. نتایج این بررسی نشان داده که روش روسو نسبت به روش scs دارای کارایی یکسان و نسبت به اشنایدر ازکارایی کمتری برخوردار است. همچنین مقایسه دبی محاسبه‌ای و مشاهده‌ای وقایع انتخابی نشان داده که روش‌های آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک و روسو در مقایسه با روش‌های آبنمود واحد مصنوعی اشنایدر و مثلثی کاراترند.

عرفانیان (۱۳۷۷) در حوزه آبخیز درجزین سمنان پس از تهیه آبنمود واحد لحظه‌ای و به تبع آن آبنمود جریان خروجی روش‌های ژئومورفولوژیک، ژئومورفوکلیماتیک، ناش، روسو و scs و مقایسه آبنمودهای خروجی با آبنمودهای مشاهده‌ای وقایع انتخابی متناظر باران - رواناب به این نتیجه رسیده است که درصد کارایی آبنمود واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیک نسبت به سایر روش‌های مورد بررسی و به ترتیب ژئومورفوکلیماتیک، روسو، ناش و scs ۲/۱۳۴، ۶/۱۶۰، ۸/۲۹۵، ۲/۲۱۰