Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم، شماره ششم، بهمن- اسفند ۱۳۸۴
www.magiran.com/jasnr

# برآورد رواناب ذوب برف به وسیله مدل اس.آر.ام و مقایسه نتایج آن با اطلاعات آبنمود رودخانه در آبخیز زیارت

**نادر بیرودیان و نادر جندقی**
اعضای هیات علمی دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۱/۱۱/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۳/۲٤

## چکیده

به‌منظور تخمین رواناب حاصل از ذوب برف و بررسی دقت مدل‌های شبیه‌سازی در حوزه آبخیز برف‌گیر زیارت، مدل اس.آر.ام (شبیه‌سازی ذوب و رواناب) استفاده شد. اطلاعات ایستگاه هواشناسی، هیدرومتری و پوشش برف آبخیز در چهار رویداد مختلف در ماه‌های اسفند و فروردین به‌طور مستقیم تهیه و سپس با به‌کارگیری مدل، میزان دبی در روزهای موردنظر به دست آمد. همچنین میزان رواناب خالص ناشی از ذوب برف برآورد گردید. مقایسه رواناب مشاهده‌ای از اندازه‌گیری مستقیم و آبنمود موجود با رواناب برآورد شده از مدل اس.آر.ام از طریق آزمون (t) نشان می‌دهد که بین ارقام دو روش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج بررسی مبین آن است که برای برآورد دبی و سیلاب‌های ناشی از ذوب برف می‌توان با اطمینان بیشتر از مدل یاد شده استفاده نمود. همچنین نتیجه‌گیری شد که عواملی چون شرایط فیزیکی حوزه، وجود اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژی و دقت اطلاعات اولیه مدل، بسیار حائز اهمیت می‌باشند.

***واژه‌های کلیدی:*** رواناب، ذوب برف، مدل‌سازی، آبنمود رودخانه، مدل اس.آر.ام

## مقدمه

بارش برف و انباشته شدن آن در حوزه‌های آبخیز به عنوان یک ذخیره آبی با ارزش محسوب شده لذا بررسی کمیت، کیفیت و ذوب آن از اهمیت زیادی برخوردار است. اطلاع داشتن از خصوصیات برف مانند تجمع، جابه‌جایی، ذوب، تبخیر، تصعید و رواناب ناشی از آن جهت برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب و به موقع، همواره مورد توجه خاص هیدرولوژیست‌ها و کارشناسان منابع طبیعی می‌باشد. برخلاف باران، ذخائر برف به دلیل سیکل کند هیدرولوژیکی از منابعی محسوب می‌شود که در فصول کم آبی می‌توان با اطمینان بیشتری جهت استفاده بهینه از آن برنامه‌ریزی کرده و محل مصرف ضروری آن را مشخص نمود. ریزش‌های جوی به صورت برف در سطح حوزه‌های آبخیز جهت تغذیه منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی به عنوان یک منبع پایدار و ثابت محسوب شده که ذوب تدریجی آن باعث تداوم جریان آب در رودخانه‌ها، چشمه‌ها و قنوات گشته و همچنین در فصول خشک سال نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ذوب برف همواره تحت تاثیر عوامل متعددی است که از آن جمله می‌توان ارتفاع منطقه، شیب زمین، جهت شیب، تابش خورشید، عمق برف، بازتاب سطح برف، دما، سرعت باد، فشار بخار آب و بارندگی را نام برد. رسته مهندسی ارتش آمریکا (۱۹۷۸) در مطالعات مختلف اظهار داشته که رواناب ناشی از ذوب برف به عوامل مختلفی بستگی دارد که از جمله مهمترین آنها می‌توان به نوع برف (ساختمان، دما، ظرفیت گرمایی، آب معادل و عمق برف)، دمای هوا، بارش باران بر روی پوشش برف و شرایط زمین اشاره نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

داوار (۱۹۷۳) اظهـار مـی‌دارد کـه "ذوب بـرف یـک فرآیند ترمودینامیک است که می‌توان آن را به وسیله بیلان انرژی بررسی کـرد. پدیـده ذوب بـرف عبـارت اسـت از تبدیل کریستال‌های یخ موجود در برف به آب مایع که در آن عوامل متعددی دخالت دارند که هریک بـه نحـوی در تبادل انرژی نقش ایفا می‌کنند".

بررسی انجام گرفته توسط کارشناسـان وزارت کشـور آمریکا (۱۹۷۵) جهـت مقایسـه درصـد روانـاب ناشـی از ذوب برف در دو ناحیه کـوه‌سـری مرتفـع فاقـد درخـت (آلپاین) و جنگل نشان می‌دهد که اولاً، بـا افـزایش عمـق برف درصد رواناب نیز زیادتر می‌گردد، ولـی رابطـه آنهـا خطی نیست. ثانیا، درصـد روانـاب در منـاطق کـوه‌سـری مرتفع بیشتر از ناحیه جنگلی می‌باشد. این امر را مـی‌تـوان به دلایل زیر توجیه کرد:

– مناطق مرتفع به واسطه برودت هوا دارای تبخیـر کمتـر می‌باشند.

– خاک مناطق مرتفع دارای نفوذپذیری کمتری می‌باشد.

– در جنگل انبوه رطوبت و اتلاف آب زیادتر است.

لینزلی و همکاران (۱۹۸۳) تغییرات هیدرولوژیک هـر منطقه، خصوصاً تغییرات حالت برف مانند ذوب، تبخیر و بروز رواناب را، تابع مقدار انرژی گرمایی می‌دانند کـه در هوا وجود دارد. آنها از عامل دما به عنـوان یـک شـاخص استفاده کرده و شاخص "درجه ـ روز" را مهمترین عامـل آب و هوایی موثر می‌دانند. درجه ـ روز عبـارت اسـت از تعداد درجات دمایی که در یک روز بالاتر از مبنا یا نقطـه ذوب برف باشد.

هـال و مارتینـک (۱۹۸۵) در یـک حـوزه آبخیـز کوهستانی در اروپا بـا اسـتفاده از شـاخص درجـه – روز میزان رواناب حاصـل از ذوب بـرف را بـرآورد نمـوده و رابطه ریاضی آن را با میزان برف انباشـته شـده بـه دسـت آوردند.

بر اساس پژوهش‌های وید و کرکبرایـد (۱۹۹۸)، ذوب برف در ژانویه ۱۹۹۳ در شـرق اسـکاتلند باعـث روانـاب شدید گردیده و طی آن فرسایش قابل ملاحظه‌ای در خاک به وجود آمد به‌طوری کـه بـر روی دامنـه‌هـای شـیب‌دار، خندق‌هـای (گـالی) بزرگـی پدیـد آمـد. مهمتـرین عامـل افزایش رواناب با شدت زیـاد، ریـزش بـاران روی بـرف پشته‌ها بوده که اثر آن به مراتب بیشتر از تـابش خورشـید بوده است.

تاکنون مدل‌های مختلفی جهت تعیین و بـرآورد ذوب برف ارائه شده است. به‌طـورکلی مـدل‌هـا، روابـط سـاده شده‌ای از کل سیستم می‌باشـند کـه بیـانگر واقعیـت‌هـای موجود در آن سیستم هستند. استفاده از مدل‌های مختلف، زمینه را برای تعمیم اطلاعات و پـیش‌بینـی آینـده فـراهم می‌کند و به‌طور کلـی هـدف نهـایی اسـتفاده از مـدل‌هـا، تصـمیم‌گیـری صـحیح و دقیـق راجـع بـه مسـایل هیدرولوژیکی است (بون، ۲۰۰۱).

کولی و پالمر (۱۹۹۷) برای برآورد میزان ذوب برف از مدل‌های ریاضی مختلفی استفاده نموده‌اند که در بین ایـن مدل‌ها، فرمول‌های ساده متشکل از دما و فرمول‌های جامع متشکل از روش‌هـای تـوازن انـرژی مشـاهده مـی‌گـردد. همچنین برای به دست آوردن اطلاعات واقعی ذوب برف، از وسایل سنجش از دور (دورسنجی) در ۶۰۰ نقطه واقـع در یک آبخیز استفاده کرده‌اند. آنان معتقدند که مـدل‌هـای توازن انرژی در برآورد میزان ذوب برف نسبت بـه سـایر روش‌ها از اعتبار بیشتری برخوردار اسـت. آنهـا همچنـین نتیجه گرفته‌اند از آنجا که به دست آوردن اطلاعات واقعی ذوب برف به‌طور تجربی از نظـر زمـان و سـرعت بسـیار محدود می‌باشد، بنـابراین نمـی‌تـوان اطلاعـات خروجـی مدل‌ها را با مقدار واقعی مقایسه نمود.

یکی از مدل‌های روانـاب ناشـی از ذوب کـه بـه‌طـور تجربی نیز آزمایش شده است، اولین بار توسـط مارتینـک (۱۹۷۵) ارائه گردیده و سـپس توسـط مارتینـک و رنگـو (۱۹۸۶) با موفقـیت آزمایـش شـد، مدل اس.آر.ام[1] یا مدل رواناب ذوب برف می‌باشـد. ایـن مـدل بـرای پـیش‌بینـی جریان آب روزانه در یک حوزه آبخیز کوهستانی برف‌گیر شبیه‌سازی شده و مخصوص مناطقی است که آب حاصل از ذوب برف بخـش اصـلی جریـان رودخانـه را تشـکیل می‌دهد. در مدل اس.آر.ام از شاخص درجه‌ـ روز اسـتفاده می‌شـود و ورودی اصـلی آن طبقـات ارتفـاعی و درصـد پوشش سطحی برف می‌باشد. این مدل بـرای آبخیـزهـای

1- SRM (Snowmelt Runoff Model)

www.SID.ir

Archive of SID

کوچک اروپا طراحی شده ولی با کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و فنون سنجش از دور، برای پوشش برف در حوزه‌های آبخیز بزرگ نیز قابل استفاده است.

کاربرد مدل اس.آر.ام برای شبیه‌سازی رواناب حوزه آبخیز زمانی مقدور است که اطلاعات دبی رودخانه، دما و بارندگی یک یا دو ایستگاه در دسترس باشد. حداقل داده‌های مورد نیاز این مدل عبارتند از: سطح پوشش برف به‌طور دوره‌ای در زمان‌های مختلف، دبی رودخانه، دمای روزانه و بارندگی روزانه. جهت برآورد جریان روزانه آب حاصل از ذوب برف در طی فصل ذوب با توجه به جریان پایه از رابطه (۱) استفاده می‌شود (بیرودیان،۱۳۸۲) :

(۱)

$$Q_{n+1} = C_n[a_n(T_n + \Delta T_n)S_n + P_n].A(\frac{0.01}{86400})(1-k_{n+1}) + Q_n k_{n-1}$$

در این رابطه $Q_n$ و $Q_{n+1}$ متوسط دبی روزانه بر حسب متر مکعب در ثانیه به ترتیب در روز مورد نظر و یک روز بعد از آن می‌باشد، $C_n$ ضریب رواناب سطحی که نشان‌دهنده نسبت رواناب به بارندگی می‌باشد، $a_n$ شاخص درجه ـ روز بر حسب سانتی‌متر به درجه ـ روز که نشان‌دهنده عمق ذوب برف به ازای یک درجه سانتی‌گراد در روز است، $T_n$ تعداد درجه ـ روز بر حسب سانتی‌گراد در روز، $\Delta T$ فاکتور کاهشی تصحیح دما نسبت به ارتفاع (گرادیان دما) است، این فاکتور با توجه به این که ارتفاع متوسط آبخیز و یا طبقات ارتفاعی مورد نظر با ارتفاع ایستگاه هواشناسی تفاوت دارد، استفاده می‌شود، $S_n$ نسبت سطح پوشش برف به سطح کل حوزه آبخیز، $P_n$ ارتفاع بارندگی بر روی سطح پوشش برف به سانتی‌متر، A سطح حوزه آبخیز یا طبقه ارتفاعی مورد نظر بر حسب مترمربع، $k$ ضریب فروکش دبی در دوره بدون ذوب و بی‌باران است که از رابطه (۲) به دست می آید:

$$K = \frac{Q_{m+1}}{Q_m} \qquad (۲)$$

در این رابطه $Q_m$ مقدار دبی در روز موردنظر و $Q_{m+1}$ مقدار دبی یک روز بعد از روز موردنظر به متر مکعب بر ثانیه است.

**مشخصات حوزه آبخیز زیارت:** حوزه آبخیز زیارت یکی از زیرحوزه‌های کوهستانی آبخیز قره‌سو در استان گلستان می‌باشد که در محدوده جغرافیایی ″۵۵ ′۲۳ °۵۵ تا ″۱۰ ′۳۱ °۵۴ طول شرقی و ″۵۸ ′۳۶ °۳۶ تا ″۱۱ ′۴۶ °۳۶ عرض شمالی در جنوب گرگان واقع شده است (شکل ۱). مساحت حوزه آبخیز زیارت ۹۷۵۵ هکتار بوده، بیشترین ارتفاع ۳۰۸۶ متر و کمترین آن ۴۹۰ متر در خروجی است. طول آبراهه اصلی ۲۱/۵ کیلومتر و شیب بستر آن ۱۳/۵ درصد است. دمای متوسط سالانه حوزه ۷/۵ درجه سانتی‌گراد، بارندگی متوسط سالانه ۵۷۵ میلی‌متر و ارتفاع آب معادل برف سالانه ۱۱۹/۴ میلی‌متر است که در فصول سرد سال بارش بیشتر به‌صورت برف می‌باشد (جندقی و همکاران،۱۳۸۳). ایستگاه هیدرومتری نهارخوران در خروجی این حوزه واقع شده است.

**شکل۱- موقعیت حوزه آبخیز زیارت در ایران و استان گلستان.**

www.SID.ir

Archive of SID

## مواد و روش‌ها

در این بررسی، اطلاعات مربوط به سطح پوشش برف در آبخیز زیارت گرگان طی چهار مرحله بازدید میدانی در فصول زمستان و بهار سال ۱۳۸۱- ۱۳۸۰ که زمان تجمع و ذوب برف می‌باشد، جمع‌آوری گردید. اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژی مورد نیاز نیز از امور آب استان تهیه گردید. اطلاعات مربوط به برف شامل عمق و سطح پوشش به وسیله پیمایش چهار محور بر خط بزرگترین شیب در حوزه و با استفاده از ارتفاع‌سنج و دستگاه جی. پی. اس توسط اعضاء یک تیم کوهنوردی در گرگان برداشت و روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۵۰۰۰۰ :۱ منتقل گردید. اطلاعات جمع‌آوری شده برای رویدادهای بارش و ذوب برف به شرح زیر می‌باشد:

۱- تعیین سطح پوشش برف و درصد آن ( $S_n$ ) برای هریک از طبقات ارتفاعی ( $A$ )، طبقات ارتفاعی استفاده شده در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا

۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا

۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا

۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا

شکل (۲) طبقات ارتفاعی (۵۰۰ متری) حوزه آبخیز زیارت را نشان می‌دهد. همچنین شکل (۳) سطح پوشش برف را در چهار زمان در ماه‌های اسفند و فروردین سال آبی ۱۳۸۱- ۱۳۸۰ (اول مهر تا پایان شهریور) مشخص می‌سازد.

به‌منظور برآورد دبی متوسط جریان رودخانه در طی دو روز قبل و همچنین روز بعد از رویدادها در عرصه برف‌گیر، روزانه چهار نوبت اندازه‌گیری به وسیله دستگاه بیش از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا

۲- تعیین دمای متوسط روزانه *(t)* نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (ایستگاه هاشم‌آباد)

۳- برآورد گرادیان دما به ازای هر ۱۰۰۰ متر $(\Delta T)$

٤- تعیین میزان درجه ـ روز $T_n$ (در ایستگاه به سانتی‌گراد (مبناء ذوب برف صفر می‌باشد)

۵- تعیین شاخص درجه – روز *(a)* بر حسب سانتی‌متر بر درجه ـ روز، باید توجه داشت که در این بررسی از شاخص درجه – روز ثابت پیشنهاد شده توسط رسته مهندسی ارتش امریکا (۱۹۷۸) استفاده گردیده است. با انجام آزمایش دقیق می‌توان شاخص درجه ـ روز ذوب برف منطقه‌ای برای هر نقطه بدست آورد.

٦- تعیین دبی متوسط روزانه در دو روز متوالی( $Q_n$ ) در زمان رویدادها با اندازه‌گیری مستقیم

۷- تعیین ارتفاع بارندگی ( $P_n$ ) در صورت وقوع

۸- تعیین ضریب رواناب سطحی *(Cn)* در طبقه ارتفاعی مورد نظر، با استفاده از رابطه استدلالی این ضریب در طبقات ارتفاعی موردنظر تعیین گردید (مهدوی، ۱۳۸۲).

۹- تعیین ضریب فروکش دبی(K) رودخانه با استفاده از آبنمود میکرومولینه انجام و سپس با استفاده از مدل شبیه‌سازی اس.ار.ام میزان رواناب حاصله برآورد گردید. ضریب رواناب مورد استفاده در روابط فوق از روش استدلالی تعیین شد. جدول (۱) اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژی مورد نیاز مدل را در چهار رویداد نشان می‌دهد. شکل (٤) آبنمود ماه‌های اسفند و فروردین رودخانه زیارت را طی ۱۵ سال آمار نشان می‌دهد.

**جدول ۱- داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی حوزه آبخیز زیارت در چهار رویداد در دوره ذوب برف**

| تاریخ | دمای متوسط ایستگاه (سانتی‌گراد) | درصد پوشش برف ( ٪ ) | درجه ـ روز در حوزه (سانتی‌گراد) | شاخص درجه ـ روز $(\frac{cm}{^\circ c})$ | دبی متوسط در روز قبل $Q_n$ $(\frac{m^3}{s})$ | بارندگی $(mm)$ | ضریب رواناب $(c_n)$ | ضریب فروکش آبنمود ( ٪ ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۰/۱۲/۱ | ۱٤/۵ | ۲۷/۰۱ | ۹/۲۵ | ۰/۱۹۵ | ۰/٤۱۰ | ۱۵ | ۰/۳۱٦ | ۰/۹۸ |
| ۸۰/۱۲/۱۰ | ۱۵/٦ | ۲۲/۹۷ | ۱۰/۳۵ | ۰/۲۰۵ | ۰/٤٤۵ | ۰ | ۰/۳۱٦ | ۰/۹۷ |
| ۸۱/۱/۱۰ | ۱۸/۳ | ۱۷/۰۵ | ۱۳/۰۵ | ۰/۲۱۵ | ۰/۸۸۰ | ۹ | ۰/۳۱٦ | ۰/۹۷ |
| ۸۱/۱/۲۲ | ۱۹/۳ | ۱۲/۹۸ | ۱٤/۰۵ | ۰/۲۱۵ | ۰/۷۵۵ | ۰ | ۰/۳۱٦ | ۰/۹۸ |

www.SID.ir

Archive of SID

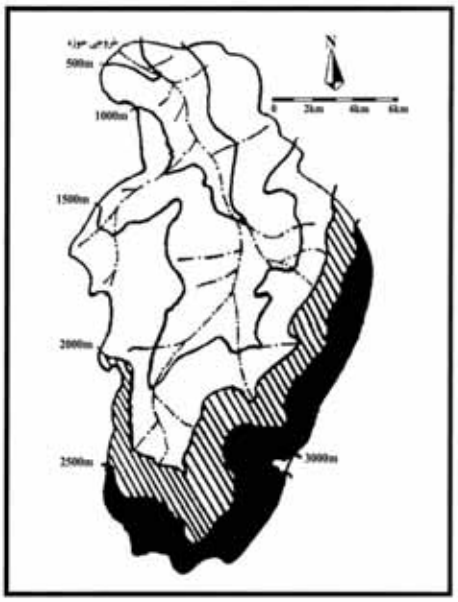
## نتایج

مدل اس.آر.ام علاوه بر برآورد رواناب رودخانه، رواناب خالص ذوب برف را در روزهای مورد نظر به‌دست آورد. آنچه از ارقام حاصله می‌توان استنباط نمود این است که رواناب خالص ذوب برف با افزایش دما (درجه ـ روز) و سطح پوشش برف زیادتر گردیده است. همچنین بین رواناب حاصل از ذوب برف و رواناب کل رودخانه همبستگی معنی‌داری وجود ندارد.

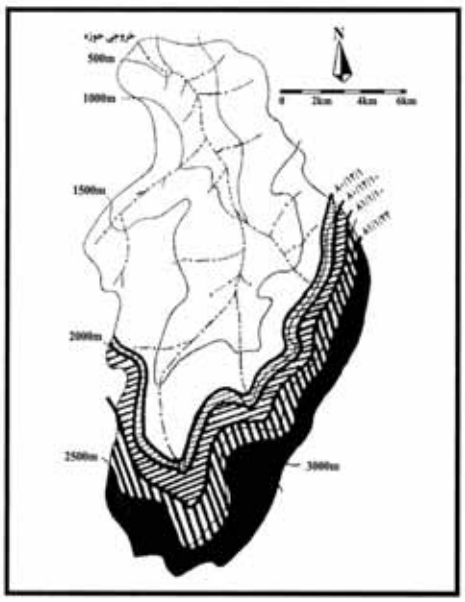
با توجه به اطلاعات رواناب که از دو روش متفاوت شامل اندازه‌گیری مستقیم (استفاده از میکرومولینه و آبنمود موجود) و برآورد از طریق مدل اس.آر.ام به دست آمده است، اقدام به مقایسه نتایج مدل گردید. جدول (۲) رواناب رودخانه زیارت را در چهار رویداد مختلف از طریق برآورد و مشاهده نشان می‌دهد. همچنین میزان رواناب خالص ناشی از ذوب برف نیز در این جدول محاسبه و درج گردیده است. ضمنا در شکل (۵) رواناب مشاهده‌ای با رواناب برآورد شده مقایسه گردیده است.

**جدول ۲- برآورد رواناب ناشی از ذوب برف با استفاده از مدل اس.آر.ام.**

| تاریخ | رواناب مشاهده شده در ایستگاه ($m^3/s$) $Q_{n+1}$ | رواناب برآورد شده ($m^3/s$) $Q_{n+1}$ | رواناب ناشی از ذوب برف ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|
| ۸۰/۱۲/۱ | ۰/٤۱۵۸ | ۰/٤۳٦۷۰ | ۰/۰۳٤۹ |
| ۸۰/۱۲/۱۰ | ۰/٤٦۵۳ | ۰/٤۸۳۹۵ | ۰/۰۵۲۳ |
| ۸۱/ ۱/۱۰ | ۰/۸۸۵۵ | ۰/۹۰۵۹٤ | ۰/۰۵۲۳ |
| ۸۱/ ۱/۲۲ | ۰/۷۵۹۵ | ۰/۷٦۸۵۰ | ۰/۰۲۸۷ |



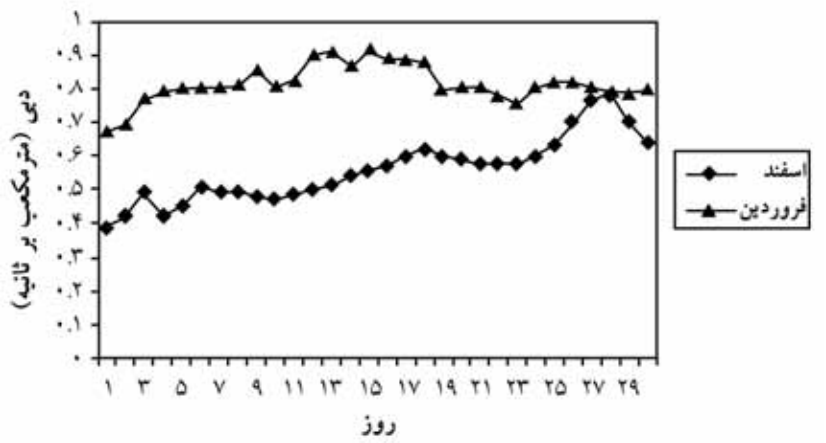
**شکل۲- نقشه طبقات ارتفاعی ۵۰۰ متری حوزه زیارت**



**شکل ۳- نقشه پوشش برف در چهار تاریخ مختلف در ماه‌های اسفند و فروردین**

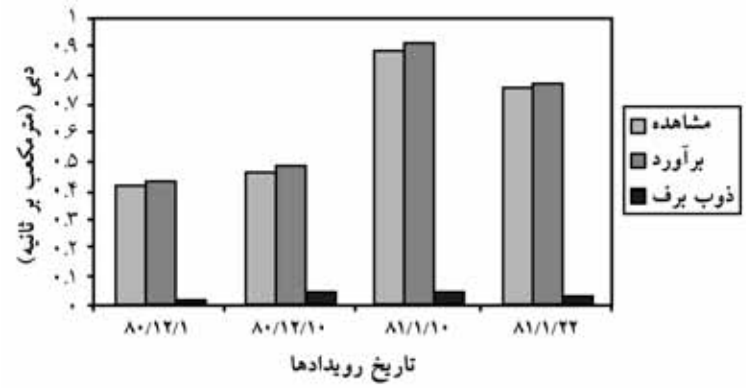
www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ٤- آبنمود ماهانه رودخانه زیارت در دو ماه اسفند و فروردین در دوره آماری ۱۵ ساله**

جهت مقایسه مقادیر رواناب حاصل از مدل اس.آر.ام و مقادیر مشاهده‌ای، از آزمون T-test در محیط نرم‌افزار Minitab استفاده و تجزیه واریانس داده‌ها انجام گردید. از آنجا که در این تحقیق تعداد نمونه‌ها کمتر از ۳۰ بوده، قبل از انجام آزمون T-test، تست نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون اندرسون ـ دارلینگ و تست یکسان بودن داده‌ها با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد. در هر دو آزمون فوق فرض $H_0$ یعنی نرمال بودن داده‌ها در آزمون اندرسون – دارلینگ و همچنین یکسان بودن واریانس‌ها در آزمون بارتلت در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ پذیرفته شد. سپس آزمون T-test انجام و مقدار $P_{Value}$ =۰/۹۱۸ محاسبه شد. از آنجا که مقدار $P_{Value}$ محاسبه شده بزرگتر از ۰/۰۵ است، فرض $H_0$ یعنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها پذیرفته می‌شود که نشان می‌دهد بین میانگین مقادیر حاصل از مدل اس.آر.ام و اطلاعات جمع‌آوری شده از ایستگاه هیدرومتری در روزهای برداشت داده‌ها در سطح $\alpha$=۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به عبارت دیگر نتایج حاصل از مدل اس.آر.ام به اطلاعات بدست آمده از ایستگاه هیدرومتری بسیار نزدیک است.




**شکل ۵- هیستوگرام مقایسه رواناب برآورد شده با رواناب مشاهده‌ای در رودخانه زیارت همراه رواناب خالص ذوب برف**

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت تخمین رواناب حاصل از ذوب برف و مشکلات فراوان در تهیه اطلاعات عرصه برف پشته‌ها، در مناطقی که امکانات استفاده از تصاویر متعدد هوایی و ماهواره‌ای کم است، مدل‌های ساده با اطلاعات اولیه کم و قابل دسترسی می‌توانند به کارشناسان و محققین کمک فراوان نماید. البته اگر تصاویر و اطلاعات سنجش از دور نیز به‌طور کافی در اختیار باشد دقت کار

www.SID.ir

Archive of SID

افـزایش یافتـه و بـرآورد روانـاب ذوب بـرف آسـان‌تـر می‌گردد.

بررسی‌های مارتینک و رانگو (۱۹۸٦) که مبین کارآیی قابل قبول اس.آر.ام می‌باشـد، مـی‌توانـد پشـتوانه مناسـبی برای نتایج به‌دست آمده در آبخیـز زیـارت نیـز باشـد. از طرفی چون در این مـدل از تبـادل انـرژی بـرای محاسـبه ذوب و رواناب بهره‌گیری شده است، لذا تجربیات کـولی و پالمر (۱۹۹۷) نیز می‌تواند تأییدکننده نتایج ایـن بررسـی باشد. این محققین با امکانـات زیـاد دورسـنجی بـرف در آبخیزها و برف‌پشته‌ها و همچنین استفاده مدل‌های تجربی وابسته به توازن انرژی، موفـق بـه بـرآورد میـزان ذوب و رواناب شدند ودر نهایت اعتقاد دارند که نمی‌تـوان نتـایج مـدل‌هـا را بـا ارقـام واقعـی مقایسـه نمـود ولـی بـرای برنامه‌ریزی مصـارف آب حاصـل از ذوب بـرف کـارآیی بسیار شایسته‌ای دارند.

از نتایج به دست آمده استنباط می‌شود که با استفاده از مدل اس.آر.ام به آسانی و دقت نسبتا زیاد می‌توان رواناب حاصل از ذوب برف را برآورد نمود. آن چه دارای اهمیت فراوان می‌باشد وجود و دقت اطلاعات اولیه مدل است که باعث افزایش دقت کار می‌گردد. اسـتفاده از عکـس‌هـای هوایی و یا ماهواره‌ای جدیـد کمـک زیـادی در سـهولت انجام این تحقیق می‌نماید کـه مسـتلزم هزینـه و امکانـات زیاد است. البته باید توجه داشت که مشخصـات فیزیکـی حوزه آبخیز در کارآیی مدل مؤثر بوده و ممکن است حتی در برخی از حوزه‌ها، این مدل فاقد کارآیی لازم باشد، لـذا در آن صورت می‌توان از مدل‌های دیگر اسـتفاده نمـود و عواملی چـون ذوب، ربـایش و تبخیـر را بـه طـور مجـزا برآورد نمود.

## منابع


۱.بیرودیان، ن. ۱۳۸۲. برف و بهمن، مدیریت مناطق برف‌گیر. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۲۷۰ صفحه.

۲. جندقی، ن و همکاران. ۱۳۸۳. بررسی خصوصیات رسوب‌شناختی جریان مختلط در حوزه آبخیز زیارت گرگان. مجله علوم کشـاورزی و منابع طبیعی. بهار ۱۳۸۳. صفحه ۱٤۷-۱٥٦.

۳. مهدوی، م. ۱۳۸۲. هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ٤۳۷ صفحه.

4.Beven. K.J. 2001. Rainfall-runoff modelling: the primer, Wiley, Chichester, UK. 361 p.

5.Cooly. K.R., and Palmer, P. 1997. Characteristics of snowmelt from NRCS and SNOTEL (snow telemetry) sites. Proceedings of The 97-Western snow Conference. Internet source, 1999.

6.Davar. K.S. 1973. Peak flow-snowmelt events. In D.M. Gray (ED.) Handbook on the Principles of hydrology. WIC Publication, New York.

7.Hall. D.K., and Martinec, J. 1985. Remote sensing of ice and snow. Chapman and Hall, New York, USA.

8.Linsley, R.K., Kohler, M.A., and Paulhus, J.L.H. 1983. Hydrology for Engineers. MC Graw-Hill Book Co. Inc. NewYork.

9.Martinec, J. 1975. Snowmelt-runoff model for stream flow forecasts. Nord. Hydrology 6:145-154.

10.Martinec, J., and Rango, A. 1986. Parameter values for snowmelt runoff modeling. Jour. of hydrology. 84:197-219.

11.U.S. Army Corps of Engineers. 1978. Runoff from snowmelt. Engineering management Report, Pp.1110-1112.

12.U.S. Department of Interior. 1975. Augmentation potential through weather modification. Bur. of Reclamation, Div. Atmosphere and Water Resources Management, Working Document, P: 51.

13.Wade, R.J., and Kirkbride, M.P. 1998. Snowmelt generated runoff and soil erosion in Fife. Scotland. Earth Surface and Landforms, 23: 123-132.


www.SID.ir

Archive of SID

*J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(6), Feb - Mar 2006*
*www.magiran.com/jasnr*

# Estimation of snowmelt runoff by using SRM model and comparison with hydrographic data in Ziarat River Basin

**N. Birodian and N. Jandaghi**
Faculty members, College of Range and Watershed management, Gorgan Univ., Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

**Abstract**

For estimation of the snowmelt runoff and testing the precision of simulation model in Ziarat river watershed, the SRM model (Snow & Runoff Modeling) has been used. Climatic, hydrologic and snow cover data have been collected through four different events during February to April 2001. Then the SRM model has estimated the stream discharge and net snowmelt runoff. To compare the estimated runoff by SRM model and observed values by direct measurement and hydrograph, by T-test, has conducted that, there is not any significant difference between observed and estimated values. It is concluded that the SRM model can be used properly for estimation of snowmelt runoff and related flood flow in l watersheds. It is further concluded that the factors such as physical characteristics of catchments area and the precision of existed data can be very important in properly estimation of runoff.

***Keywords***: Runoff; Snowmelt; Simulation model; River hydrograph; SRM model

www.SID.ir