بنام خداوند جان آفرین حکیم سخن در زبان آفرین

دانشگاه لرستان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آبخیزداری

عنوان:

مقایسه کارآیی مدل‌های فیزیکی SRM و WetSpa در شبیه‌سازی رواناب حاصل از ذوب برف و ارزیابی نتایج روابط تجربی ذوب برف با مدل WetSpa در حوزه آبخیز هرو – دهنو در استان لرستان

نگارش:
حمید کریمی حاجی‌پمق

اساتید راهنما:
دکتر حسین زینی‌وند
دکتر ناصر طهماسبی‌پور

اساتید مشاور:
دکتر علی حقی زاده
دکتر میرحسن میر یعقوب‌زاده

زمستان ۱۳۹۳

تعهدنامه

همه امتیازات این پایان‌نامه به دانشگاه لرستان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب در مجلات، سمینارها یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه لرستان (استاد یا اساتید راهنمای پایان‌نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم به

خانواده‌ام و تمام کسانی که دوستی‌هایشان، اعمالشان و زندگی‌شان برای رضایت خداوند بخشنده و مهربان است.

تشکر و قدردانی

تشکر و قدردانی از آقای دکتر **حسین زینی وند** که از آغاز تا پایان این رساله با من همراه بود، بی شک اگر راهنمایی ها، اخلاق و منش انسانی ایشان نبود این کار به انجام نمی رسید.

تشکر از آقای دکتر **ناصر طهماسبی پور** که با دلسوزی و صبر من را راهنمایی کردند و آقای دکتر **علی حقی زاده** بابت همکاری و مشاوره علمی شان در این رساله

سپاس بی پایان از آقای دکتر **میر حسن میر یعقوب زاده** به واسطه راهنمایی های پر رنگشان در این رساله

تشکر از آقایان دکتر **محسن توکلی** و دکتر **حامد نقوی** که زحمت داوری این رساله را بر عهده گرفتند.

تشکر و قدردانی از تمامی همکلاسی های گرامی ام آقایان **احسان الهیاری**، **علی امیری**، **وحیدیات**، **مجتبی جعفری**، **منصور حسینی خواه**، **صحبت ا.. سهرابی**، **عرفان شهبازی**، **محمد محمد لو** و **فاضل نوری** که با دلگرمی همیشگی شان من را در انجام این کار تشویق کردند. سپاس از همکلاسی خوبم در دوره کارشناسی خانم **سمیه میرزایی** که در این مسیر از راهنمایی هایش بهره بردم. سپاس ویژه از دوست خوبم آقای **امید رحمتی** که از پشتوانه علمی اش در این پایان نامه استفاده کردم. تشکر از استاد دوره کارشناسی ام در دانشگاه یزد، آقای دکتر **علی فتح زاده** که تجربه و دانشش را در زمینه ی این رساله با اخلاص در اختیار من قرار داد.

چکیده

پدیده ذوب برف در مناطق کوهستانی که برف بخشی از بارش این مناطق را شامل می‌شود، از جمله موارد محدودکننده فعالیت‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی است که باید نقش آن در ایجاد رواناب به‌صورت مستقل بررسی گردد. در این مطالعه حوزه آبخیز هرو - دهنو در استان لرستان در مقطع زمانی ۲ ساله (اول مهر ۱۳۸۵ تا آخر شهریور ۱۳۸۷) جهت مقایسه و بررسی کارایی مدل‌های فیزیکی SRM و WetSpa در شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف انتخاب شد. مدل مفهومی فیزیکی SRM برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی جریان روزانه در حوزه‌های کوهستانی با عمده رواناب ناشی از ذوب برف، طراحی‌شده است. مدل SRM با استفاده از داده‌های اقلیمی (دما، بارش و دبی) و تصاویر ماهواره‌ای پوشش برف (در این مطالعه تصاویر سنجنده MODIS)، شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف را انجام می‌دهد. مدل توزیعی مکانی فیزیکی WetSpa فرآیندهای مختلف هیدرولوژیکی ازجمله شبیه‌سازی ذوب برف را به‌صورت سلولی و در گام زمانی ساعتی و روزانه با استفاده از روش درجه - روز و روش بیلان انرژی انجام می‌دهد. مدل WetSpa با استفاده از داده‌های اقلیمی (دما، بارش، تبخیر و دبی) و نقشه‌های مکانی (کاربری اراضی، بافت خاک و مدل ارتفاعی رقومی) فرآیندهای مختلف را شبیه‌سازی می‌نماید. نتایج شبیه‌سازی مدل‌های SRM و WetSpa در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب بر اساس معیار ارزیابی ناش – ساتکلیف ۰/۵۴، ۰/۵۳، ۰/۶۸ و ۰/۶۲ به‌دست آمد. بر اساس نتایج حاصل از آزمون آماری T-test و مقایسه گرافیکی، مشخص شد که مدل WetSpa نسبت به مدل SRM در شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف از عملکرد بهتری برخوردار است. مدل WetSpa به‌عنوان یک روش منطقی و اصلاح‌شده جهت شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف و به‌دست آوردن سطح پوشیده از برف بر پایه‌ی روش درجه - روز در حوزه آبخیز هرو - دهنو در یک دوره آماری ۴ ساله (۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹) به‌کاربرده شد. سپس نتایج سطح پوشیده از برف با تصاویر ماهواره‌ای (MODIS) و مقادیر جریان شبیه‌سازی‌شده با مقادیر اندازه‌گیری شده در خروجی حوزه مقایسه گردید. با توجه به نتایج، معیار ارزیابی ناش - ساتکلیف برای شبیه‌سازی جریان رودخانه در دوره واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۶۵ به‌دست آمد؛ بنابراین مدل WetSpa دارای قابلیت مناسبی در شبیه‌سازی جریان رودخانه و رواناب ناشی از ذوب برف در گام زمانی روزانه است. هم‌چنین با مقایسه پوشش برف مستخرج از مدل با پوشش برف مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای MODIS در دوره‌های زمانی یکسان مشخص شد که پوشش برف شبیه‌سازی‌شده با پوشش برف مشاهده‌ای تطابق خوبی دارد. در بخش روابط تجربی برآورد آب معادل برف با انجام آزمون آماری T-test مشخص شد که برآورد این روابط در مقایسه با نتایج محاسباتی مدل WetSpa اختلاف معناداری دارد.

کلمات کلیدی: حوزه آبخیز هرو - دهنو، رواناب ناشی از ذوب برف، MODIS, SRM, WetSpa

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ اهمیت پژوهش ۳

۱-۳ ضرورت پژوهش ۴

۱-۴ اهداف تحقیق ۵

۱-۵ فرضیات تحقیق ۵

فصل دوم: مبانی نظری و مرور منابع

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ تعاریف و اصطلاحات ۷

۲-۲-۱ برف ۷

۲-۲-۲ خواص فیزیکی برف ۷

۲-۲-۳ کیفیت برف ۸

۲-۲-۴ عمق برف ۸

۲-۲-۵ آب معادل برف ۸

۲-۲-۶ چگالی برف ۸

۲-۲-۷ ضریب برف ۸

۲-۲-۸ سطح پوشیده از برف ۹

۲-۲-۹ مکانیسم ذوب برف ۹

۲-۲-۱۰ اهمیت کاربرد مدل‌ها در شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف ۹

۲-۳ تعریف مدل ۱۰

۲-۴ تقسیم‌بندی مدل‌ها ۱۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۴-۱ مدل‌های فیزیکی ۱۰
۲-۴-۲ مدل‌های قیاسی ۱۰
۲-۴-۳ مدل‌های ریاضی و تقسیم‌بندی آن‌ها ۱۰
۲-۴-۴ تقسیم‌بندی مدل‌ها بر اساس تغییرات مکانی ۱۱
۲-۴-۴-۱ مدل‌های یکپارچه ۱۱
۲-۴-۴-۲ مدل‌های توزیعی (پخشی) ۱۱
۲-۴-۵ طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس فرآیندهای موجود در یک حوزه ۱۲
۲-۴-۵-۱ مدل‌های پیوسته ۱۲
۲-۴-۵-۲ مدل‌های ناپیوسته (رویدادی) ۱۲
۲-۵ مدل‌سازی ذوب برف ۱۲
۲-۵-۱ روش‌های مورداستفاده در شبیه‌سازی ذوب برف ۱۲
۲-۵-۱-۱ روش بیلان انرژی ۱۲
۲-۵-۱-۲ روش درجه روز ۱۳
۲-۵-۲ مدل‌های موجود در شبیه‌سازی ذوب برف ۱۳
۲-۵-۲-۱ مدل SWAT ۱۴
۲-۵-۲-۲ مدل SSARR ۱۵
۲-۵-۲-۳ مدل SNOW 17 ..... ۱۶
۲-۶ سنجش‌ازدور ۱۷
۲-۷ سنجنده MODIS ۱۷
۲-۸ شرح مختصر مدل رواناب ذوب برف SRM ۲۰
۲-۹ شرح مختصر مدل WetSpa ۲۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۱۰ مرور منابع ۲۰
۲-۱۰-۱ مطالعات خارج از کشور ۲۰
۲-۱۰-۲ مطالعات داخل کشور ۲۲
۲-۱۰-۳ جمع‌بندی مرور منابع ۲۵

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ مقدمه ۲۷
۳-۲ موقعیت جغرافیایی و مشخصات منطقه موردمطالعه ۲۷
۳-۲-۱ خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز هرو دهنو ۲۸
۳-۲-۲ ویژگی‌های اقلیمی ۲۸
۳-۲-۳ بافت خاک منطقه ۲۸
۳-۲-۳ کاربری اراضی منطقه موردمطالعه ۲۹
۳-۲-۵ بررسی شبکه ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرولوژی ۲۹
۳-۳ روش تحقیق ۳۰
۳-۳-۱ مدل SRM ۳۰
۳-۳-۱-۱ ساختار مدل ۳۰
۳-۳-۱-۲ داده‌های ورودی ۳۱
۳-۳-۱-۳ پارامترهای مدل SRM ۳۵
۳-۳-۱-۴ ارزیابی دقت مدل SRM ۴۰
۳-۳-۲ مدل WetSpa ۴۱
۳-۳-۲-۱ ورودی‌های مدل WetSpa ۴۲
۳-۳-۲-۲ تشریح روابط مدل در شبیه‌سازی جریان ۴۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳-۲-۳ محاسبه تبخیر و تعرق ۵۴

۳-۳-۲-۴ نفوذ عمقی و جریان زیرسطحی ۵۵

۳-۳-۲-۵ ذخیره آب زیرزمینی و جریان پایه ۵۷

۳-۳-۲-۶ روندیابی جریان آبراهه و جریان سطحی ۵۸

۳-۳-۲-۷ واکنش جریان در کل حوزه ۵۱

۳-۳-۲-۸ بیلان آب حوزه ۶۱

۳-۳-۲-۹ پارامترهای عمومی مدل WetSpa ۶۲

۳-۳-۲-۱۰ روش‌های ارزیابی مدل WetSpa ۶۶

۳-۳-۲-۱۱ واسنجی مدل و بهینه‌سازی نتایج ۶۸

۳-۳-۲-۱۲ خروجی مدل ۶۹

۳-۳-۲-۱۳ نتایج ارزیابی مدل در شبیه‌سازی دبی جریان ۷۰

۳-۳-۲-۱۴ نحوه ورود داده‌ها، اجرا و واسنجی مدل WetSpa ۷۰

۳-۳-۳ روابط تجربی برآورد آب معادل برف ۷۲

۳-۳-۳-۱ روابط تجربی رسته مهندسی ارتش ایالات‌متحده آمریکا ۷۲

۳-۳-۳-۲ رابطه تجربی آب معادل برف ۷۳

۳-۳-۳-۳ رابطه‌ی تجربه مدل SWAT ۷۳

۳-۳-۳-۴ رابطه تجربی رئیسی - پرهمت ۷۳

فصل چهارم: نتایج

۴-۱ مقدمه ۷۵

۴-۲ نتایج مدل SRM ۷۵

۴-۲-۱ نتایج تعیین پارامترهای فیزیوگرافیک ۷۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۲-۲ پوشش برف و تصاویر سنجنده MODIS ۷۵

۴-۲-۳ پارامترهای مدل SRM ۷۶

۴-۲-۴ نتایج شبیه‌سازی جریان در مدل SRM ۷۶

۴-۳ نتایج مدل WetSpa ۷۸

۴-۳-۱ نقشه‌های پارامترهای توزیعی - مکانی حوزه آبخیز هرو - دهنو ۷۸

۴-۳-۱-۱ نقشه‌های پارامترهای توزیعی - مکانی مستخرج از نقشه مدل ارتفاع رقومی ۷۸

۴-۳-۱-۲ نقشه‌های پارامترهای توزیعی - مکانی مستخرج از نقشه پوشش اراضی ۷۹

۴-۳-۱-۳ نقشه‌های پارامترهای توزیعی - مکانی مستخرج از نقشه بافت خاک ۸۰

۴-۳-۱-۴ نقشه‌های توزیعی مکانی ضریب رواناب پتانسیل و ظرفیت ذخیره چالابی ۸۱

۴-۳-۱-۵ نقشه‌های توزیعی مکانی پارامترهای روندیابی جریان ۸۲

۴-۳-۲ نقشه‌های چندضلعی تیسن بارندگی، دما و تبخیر ۸۳

۴-۳-۳ پارامترهای بهینه‌شده مدل WetSpa ۸۴

۴-۳-۴ نتایج شبیه‌سازی جریان در مرحله واسنجی ۸۵

۴-۳-۵ نتایج شبیه‌سازی جریان در مرحله اعتبارسنجی ۸۷

۴-۳-۶ شبیه‌سازی سطح پوشش برف ۸۸

۴-۴ نتایج حاصل از شبیه‌سازی در مدل‌های SRM و WetSpa ۹۰

۴-۴-۱ نتایج حاصل از آنالیز آماری جهت بررسی نتایج مقایسه مدل‌های SRM و WetSpa ۹۳

۴-۵ نتایج روابط تجربی ۹۴

۴-۵-۱ نتایج حاصل از آنالیز آماری آب معادل برف روابط تجربی در مقایسه با آب معادل برف مدل WetSpa ۹۵

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱ بحث ۹۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۵-۲ آزمون فرضیات ۹۹

۵-۲-۱ فرضیه اول ۹۹

۵-۲-۲ فرضیه دوم ۱۰۰

۵-۲-۳ فرضیه سوم ۱۰۰

۵-۳ نتیجه‌گیری ۱۰۰

۵-۳-۱ تحلیل نتایج حاصل از مقایسه شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف در مدل SRM و WetSpa ۱۰۱

۵-۳-۲ نتایج شبیه‌سازی سطح پوشش برف توسط مدل WetSpa در مقایسه با تصاویر سنجنده MODIS ۱۰۲

۵-۳-۳ نتایج شبیه‌سازی سطح پوشش برف توسط مدل WetSpa در مقایسه با تصاویر سنجنده MODIS ۱۰۲

۵-۳-۴ نتایج کلی از مطالعات صورت گرفته در این تحقیق در شبیه‌سازی رواناب ناشی از ذوب برف ۱۰۳

۵-۴ پیشنهادها ۱۰۴

۶ فهرست منابع ۱۰۶

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه ۲۷

شکل ۳-۲ نمونه‌ای از تصاویر سنجنده MODIS مربوط به روز ۱۳۸۵/۱۰/۰۴، همراه به موقعیت جغرافیایی منطقه ... ۳۵

شکل ۳-۳ اجزای سیستم هیدرولوژیک حوزه در مدل WetSpa ۴۱

شکل ۳-۴ مدل ارتفاعی رقومی حوزه آبخیز هرو - دهنو ۴۳

شکل ۳-۵ نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز هرو - دهنو ۴۴

شکل ۳-۶ نقشه بافت خاک حوزه آبخیز هرو-دهنو ۴۵

شکل ۳-۷ نمایش گرافیکی بیلان آبی ناحیه ریشه..... ۵۳

شکل ۳-۸ تابع پاسخ مسیر جریان برای زمان جریان و واریانس‌های متفاوت ۶۰

شکل ۴-۱ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل SRM در دوره واسنجی..... ۷۷

شکل ۴-۲ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل SRM در دوره اعتبارسنجی ۷۷

شکل ۴-۳ نقشه توزیعی-مکانی طول مسیر جریان حوزه هرو – دهنو ۷۸

شکل ۴-۴ نقشه شبکه آبراهه حوزه هرو - دهنو ۷۹

شکل ۴-۵ نقشه توزیعی- مکانی زیر حوزه‌های حوزه هرو - دهنو ۷۹

شکل ۴-۶ نقشه ضریب زبری مانینگ حوزه آبخیز هرو - دهنو ۸۰

شکل ۴-۷ نقشه هدایت هیدرولیکی حوزه آبخیز هرو - دهنو ۸۰

شکل ۴-۸ نقشه تخلخل خاک حوزه آبخیز هرو - دهنو..... ۸۱

شکل ۴-۹ نقشه رطوبت اولیه خاک حوزه آبخیز هرو - دهنو..... ۸۱

شکل ۴-۱۰ نقشه ضریب رواناب پتانسیل حوزه آبخیز هرو - دهنو ۸۲

شکل ۴-۱۱ نقشه ظرفیت ذخیره چالابی حوزه آبخیز هرو - دهنو..... ۸۲

شکل ۴-۱۲ نقشه سرعت جریان حوزه آبخیز هرو - دهنو ۸۳

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱۳ نقشه زمان تمرکز حوزه آبخیز هرو - دهنو ۸۳

شکل ۴-۱۴ نقشه چندضلعی‌های تیسن ایستگاه‌های بارندگی حوزه آبخیز هرو – دهنو ۸۴

شکل ۴-۱۵ نقشه چندضلعی‌های تیسن ایستگاه‌های تبخیرسنجی حوزه آبخیز هرو – دهنو ۸۴

شکل ۴-۱۶ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل WetSpa در دوره واسنجی ۸۶

شکل ۴-۱۷ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل WetSpa در دوره واسنجی ۸۶

شکل ۴-۱۸ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل WetSpa در دوره واسنجی ۸۷

شکل ۴-۱۹ هیدروگراف مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده جریان توسط مدل WetSpa در دوره اعتبارسنجی ۸۸

شکل ۴-۲۰ مقایسه پوشش برف شبیه‌سازی‌شده در مدلWetSpa با پوشش برف سنجنده MODIS ۸۹

شکل ۴-۲۱ مساحت پوشش برف در تصاویر MODIS در مقایسه با پوشش برف شبیه‌سازی‌شده در مدل WetSpa ... ۹۰

شکل ۴-۲۲ مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی‌شده مدل WetSpa در مقایسه با هیدروگراف مشاهده‌ای (واسنجی) ۹۱

شکل ۴-۲۳ مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی‌شده مدل WetSpa در مقایسه با هیدروگراف مشاهده‌ای (اعتبارسنجی) .۹۲

شکل ۴-۲۴ مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی‌شده مدل SRM و WetSpa در مقایسه با هیدروگراف مشاهده‌ای ۹۲

شکل ۴-۲۵ مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی‌شده مدل SRM و WetSpa در مقایسه با هیدروگراف مشاهده‌ای ۹۳

شکل ۴-۲۶ زیر حوزه شماره ۳۰ (بارنگ سبز) محل ایستگاه دماسنجی حوزه آبخیز هرو – دهنو.....۹۵

شکل ۴-۲۷ مقادیر آب معادل برف محاسبه‌شده توسط روابط تجربی در مقایسه با آب معادل برف مدل WetSpa ...۹۵

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ مقایسه مدل‌های مختلف ذوب برف ۱۴

جدول ۲-۲ مقایسه مدل‌های مختلف ذوب برف ۱۴

جدول ۲-۳ خصوصیات طیفی سنجنده MODIS ۲۷

جدول ۳-۱ مشخصات فیزیوگرافی حوزه هرو - دهنو ۲۸

جدول ۳-۲ کاربری اراضی حوزه آبخیز دهنو ۲۹

جدول ۳-۳ مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی هیدرولوژی در داخل و اطراف حوزه هرو- دهنو ۳۰

جدول ۳-۴ لیست سنجنده‌های موجود سنجش‌ازدور کاربردی در نقشه‌برداری پوشش برف ۳۴

جدول ۳-۵ کدهای عددی و نوع عارضه برابر با آن در تصاویر تولیدی سنجنده MODIS ۳۴

جدول ۳-۶ پارامترهای پیش‌فرض طبقات کاربری اراضی ۴۴

جدول ۳-۷ پارامترهای پیش‌فرض طبقات بافت خاک ۴۵

جدول ۳-۸ دسته‌بندی ارزیابی کارایی مدل با معیار تجمعی برای تعیین نکویی برازش مدل WetSpa ۶۸

جدول ۳-۹ پارامترهای عمومی واسنجی مدل WetSpa ۷۱

جدول ۴-۱ مشخصات مساحت و جهت‌های جغرافیای موردنیاز مدل SRM ۷۵

جدول ۴-۲ مقادیر بهینه پارامترهای واسنجی شده مدل SRM برای شبیه‌سازی جریان در حوزه آبخیز هرو دهنو ۷۶

جدول ۴-۳ شاخص‌های ارزیابی مدل SRM در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی برای شبیه‌سازی جریان ۷۷

جدول ۴-۴ مقادیر بهینه پارامترهای واسنجی شده مدل WetSpa برای شبیه‌سازی جریان در حوزه آبخیز هرو دهنو. ۸۵

جدول ۴-۵ شاخص‌های ارزیابی مدل WetSpa در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی برای شبیه‌سازی جریان ۸۷

جدول ۴-۶ مقادیر بهینه پارامترهای واسنجی شده مدل WetSpa ۹۱

جدول ۴-۷ معیارهای ارزیابی مدل SRM و WetSpa در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی برای شبیه‌سازی جریان ۹۳

جدول ۴-۸ نتایج آزمون T-test جهت آنالیز دبی مشاهداتی و دبی شبیه‌سازی در مدل SRM در حوزه هرو - دهنو... ۹۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۹ نتایج آزمون T-test جهت آنالیز دبی مشاهداتی و دبی شبیه‌سازی در مدل WetSpa در حوزه هرو - دهنو۹۴

جدول ۴-۱۰ روابط تجربی محاسبه آب معادل برف مرتبط با شکل ۴-۲۸ .....۹۴

جدول ۴-۱۱ نتایج آزمون T-test جهت آنالیز دبی مشاهداتی و دبی شبیه‌سازی در مدل SRM در حوزه هرو - دهنو.۹۶

فصل اول

کلیات

فصل اول

۱ کلیات

۱-۱ مقدمه

ریزش برف و انباشته شدن آن در حوزه‌های کوهستانی از منابع آبی بسیار مهم در این حوزه‌ها است. بر اساس بررسی‌های انجام‌گرفته حدود ۶۰ درصد آب‌های سطحی و ۵۷ درصد آب‌های زیرزمینی کشور در مناطق برف‌گیر[1] قرار داشته و از آب حاصل از برف تغذیه می‌کنند (نجفی و همکاران، ۱۳۸۳). طبیعی است در بررسی بارش حوزه‌ها نباید تنها به برآورد میزان ریزش اکتفا نمود چون در شرایط مساوی ازنظر مقدار، شکل بارش اعم از باران یا برف نیز، حائز اهمیت است؛ زیرا تفاوت‌هایی را در ساختار و شرایط کلیماتولوژیکی، هیدرولوژیکی، ژئومرفولوژیکی و اکولوژیکی حوزه‌ها ایجاد می‌نماید که مواردی از آن به شرح زیر است:

۱- ریزش برف در حوزه‌ها کم‌تر منجر به ایجاد سیلاب‌های ویرانگر می‌شود.

۲- ریزش برف با توجه به تداوم ماندگاری آن بر سطح حوزه‌ها می‌تواند میزان ذخیره جریان پایه رودخانه‌ها را در طی سال تضمین نماید.

۳- اکثر حوزه‌های ایران مقدار بارش خود را در فصول سرد و یا غیر فصل رشد دریافت می‌کنند که حاصل آن عدم تطابق فصل بارش و رویش است لذا لزوم ذخیره بارش برای فصل رشد در ایران همیشه وجود دارد. این ذخیره معمولاً از طریق ایجاد سدها و انجام عملیات آبخیزداری تأمین می‌شود که ریزش برف به‌نوعی به‌صورت طبیعی کمک به این امر است لذا اطلاع از کمیت برف در حوزه‌ها، می‌تواند برنامه‌ریزان آب کشاورزی را در جهت میزان تأمین جریان آب‌پایه رودخانه کمک کند. همین امر در مورد حوزه‌هایی که عمدتاً آب شرب ساکنین خود را تأمین می‌کنند نیز صادق است.

۴- ریزش برف نسبت به باران، بیش‌تر به پدیده نفوذ در حوزه‌ها کمک کرده و باعث تقویت و تغذیه آب‌های زیرزمینی مخصوصاً چشمه‌ها شده که این امر می‌تواند موجب رونق اقتصادی گردد (غیور و همکاران، ۱۳۸۳).

هم‌چنین برف شکلی از بارش است که به دلیل تأخیر زمانی بین زمان وقوع آن و زمان تولید رواناب و تغذیه سفره آب زیرزمینی، رفتار متفاوتی با دیگر شکل‌های بارش دارد (نجف زاده و همکاران، ۱۳۸۳). علاوه بر این با

1 - Snowbound Catchments

عنایت به درصد بالای میزان آلبدو برف نقش مهمی در بیلان تابشی زمین بر عهده دارد (فتح زاده، ۱۳۷۸). منطقه پوشیده از برف پارامتری اساسی در سیکل هیدرولوژی و اقلیم‌شناسی زیست‌کره است. باوجود ظرفیت گرمایی بالای برف، پوشش برف سطح خاک را از برخورد مستقیم با هوا و افت فرآیند گرم شدگی زمین در بهار حفظ می‌کند، بنابراین برف اثر مستقیم بر جریان اتمسفری با تأثیر بر جذب و گرم شدن دمای حوزه دارد (مایورر و همکاران، ۲۰۰۳)[1]. ذوب برف همواره تحت تأثیر 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 بخارآب 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 ازجمله 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 (بیرودیان و جندقی، ۱۳۸۴).

۱-۲ اهمیت پژوهش

پدیده ذوب برف عبارت است از تبدیل بلورهای موجود در برف به آب مایع که در آن عوامل متعددی دخالت دارند که هر یک به نحوی در تبادل انرژی نقش ایفا می‌کنند (بیرودیان و جندقی، ۱۳۸۴). آب معادل برف ازجمله مهم‌ترین پارامترهای مرتبط با برف است که به‌عنوان بارش مفید از آن یاد می‌گردد (فتح زاده، ۱۳۷۸). تمرکز دبی ناشی از ذوب برف طی فصل بهار و اوایل تابستان نه‌تنها باعث ایجاد سیلاب شده و مناطق وسیعی را زیر سیل می‌برد بلکه باعث هدررفت آب موردنیاز برای اهداف آبیاری، شرب و تولید نیرو خواهد شد (تکلی و همکاران، ۲۰۰۵)[2]. از سوی دیگر ذوب برف در تشکیل دبی رودخانه مشارکت دارد به همین دلیل برآورد رواناب ناشی از ذوب برف اهمیت زیادی دارد (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۵)[3]. علاوه بر این بارش باران بر روی برف می‌تواند مقدار مشخصی از انرژی را به برف انتقال دهد و به‌طور چشمگیری روند ذوب شدن برف را سرعت بخشد. در شرایط حادتر مانند بارش باران‌های سنگین بر روی توده برف، سیلی شدید ایجاد می‌کند (جوی و گرو، ۲۰۰۶)[4]؛ که می‌تواند خسارات جانی و مالی زیادی را سبب شود. به این جهت است که مدل‌سازی[5] تجمع و ذوب برف در مکان‌هایی که ذوب برف سهم قابل‌توجهی در تولید رواناب و توزیع آب دارند اهمیت دارد (زینی‌وند و دسمت، ۲۰۰۹)[6]. هم‌چنین مدل‌سازی ذوب برف برای مدیریت منابع آب و ارزیابی خطر سیل ناشی از ذوب برف در فصل بهار مهم است (زینی‌وند و دسمت، ۲۰۰۹). صعب‌العبور بودن ایستگاه‌های برف‌سنجی و شرایط بسیار دشوار

1 - Maurer
2 - Tekeli
3 - Gupta
4 - Jueyi and Gero
5 - Modeling
6 - Zeinivand and De Smedt

نمونه‌برداری از حوزه‌های برف‌گیر سبب شده است تا از مدت‌ها پیش محققین به فکر راهکارهای ساده‌تر باشند. از این‌رو توسعه و تجهیز ایستگاه‌های برف‌سنجی به ادوات پیشرفته‌ای نظیر بالشتک‌های برفی، سنجنده‌های رادیواکتیو و اشعه گاما و نیز ارائه و بهبود مدل[1]های تجربی و فیزیکی برآورد پارامترهای مربوطه، در همین راستا تلقی می‌شوند (فتح زاد، ۱۳۸۷).

با در نظر گرفتن مطالب فوق‌الذکر اهمیت این پژوهش به‌صورت زیر خلاصه شد:

۱- با توجه به این‌که ذوب برف در حوزه‌های برف‌گیر نقش عمده‌ای در تولید رواناب دارند؛ بنابراین مطالعه‌ی درصد رواناب ناشی از ذوب برف از کل رواناب تولیدی اهمیت دارد.
۲- ازآنجایی‌که منطقه موردمطالعه برف‌گیر بوده و در قسمتی از آن، برف تا بهار و حتی اوایل تابستان، وجود دارد شبیه‌سازی تجمع و ذوب برف اهمیت داشته و می‌تواند به مدیریت بهتر منابع آب حوزه آبخیز کمک نماید.

۱-۳ ضرورت پژوهش

تاکنون مدل‌های مختلفی جهت تعیین و برآورد ذوب برف ارائه‌شده است. به‌طورکلی مدل‌ها، روابط ساده شده‌ای از کل سیستم می‌باشند که بیانگر واقعیت‌های موجود در آن سیستم هستند. استفاده از مدل‌های مختلف زمینه را برای تعمیم اطلاعات و پیش‌بینی آینده فراهم می‌کند و به‌طورکلی هدف نهایی استفاده از مدل‌ها، تصمیم‌گیری صحیح و دقیق راجع به مسائل هیدرولوژی است (بون، ۲۰۰۱)[2]. مدل‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای هیدرولوژیکی در سال‌های اخیر برای پیش‌بینی سیل و میزان فرسایش، تأثیرات کاربری اراضی، برآورد رواناب ناشی از بارش باران و ذوب برف و بحث‌های مدیریتی حوزه آبخیز مورداستفاده قرارگرفته است. هم‌چنین توسعه مدل‌های توزیعی مکانی بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) و استفاده از برخی اطلاعات سنجش‌ازدور (Remote Sensing) و تأثیرات آن‌ها بر روی شبیه‌سازی، روزبه‌روز در حال گسترش است (خالقی، ۱۳۹۲).

با در نظر گرفتن مطالب فوق‌الذکر ضرورت این پژوهش به‌صورت زیر خلاصه شد:

۱- عدم وجود داده‌های برف‌سنجی کاربردی جهت این تحقیق در حوزه آبخیز موردمطالعه و نیاز به بررسی

1 - Model
2 - Beven