

محدوده گردنه چرای واقع در استان چهار محال و بختیاری، وضعیت میزان انباشت و ذوب برف به مدت ۶ سال مورد بررسی قرار گرفت. طی این تحقیق نتایج و تجربیات ارزشمندی به دست آمد. در این مقاله روش‌های تله‌اندازی، ترسیب و تجمع برف و موارد استفاده از آب حاصل از ذوب برف که ماحصل تجربیات اجرای طرح فوق‌الذکر می‌باشد ارائه خواهد شد.

روش‌های تله‌اندازی و ذخیره‌سازی برف و استحصال آب حاصل از آن

روان بخش رئیسیان^۱ و جهانگیر پرهمت^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۴

واژه‌های کلیدی: ذوب برف، تله‌اندازی، چهارمحال و بختیاری، برف‌انباشت، ظرفیت نگهداشت.

چکیده

در طی سال‌های اخیر نه تنها میزان کل بارندگی کاهش یافته است بلکه سهم بارش برف از بارندگی سالانه نیز کاهش یافته است. در عوض تعداد بارش‌های با مقادیر کم نسبت به بارش‌های با مقادیر زیادتر افزایش یافته است. این شرایط، افزایش میزان تبخیر از سطح خاک و کاهش حجم آب‌های نفوذ یافته به درون خاک را به همراه دارد. برف به واسطه سفیدی رنگ و بازتابش نور خورشید، گرمای کمی از نور خورشید جذب می‌کند از این رو می‌تواند تا مدت زیادی بر روی زمین باقی مانده و سطح زمین را در برابر تبخیر محافظت کند. برف به دلیل ماندگاری بر روی سطح خاک، ذوب تدریجی و نفوذ آب حاصل از آن به خاک، از نظر میزان آب قابل استحصال اثر بخشی بیش‌تری نسبت به باران دارد. با توجه به امکان استحصال و بهره‌برداری از آب حاصل از برف، لازم است که برای مصارف گوناگون روش‌های متناسب، مفید و مؤثر مورد بررسی، شناسایی و معرفی گردند. برف در زمان بارش به صورت تقریباً یکنواخت در هر منطقه بر روی زمین قرار می‌گیرد. اما اگر توده برف از چسبندگی کافی برخوردار نباشد، ذرات آن توسط جریان وزش باد از جای خود کنده شده و توسط باد حمل و در نهایت در نقاط دیگری ترسیب و انباشته می‌شود. برف تازه معمولاً فاقد چسبندگی کافی است، از این رو به راحتی توسط وزش باد حمل و جابجا می‌گردد. محل ترسیب و تجمع برف‌های جابجا شده، در امکان و چگونگی استحصال آب آن تأثیرگذار است. اگر محل ترسیب برف هدفمند انتخاب شود و یا آن‌که به طبیعت دیکته گردد می‌توان از آب حاصل از آن بهره‌برداری بیش‌تری به عمل آورد. با اجرای پژوهشی در

مقدمه

منبع اصلی رطوبت خاک، بارندگی است. رطوبت ناشی از بارندگی در ابتدا خاک سطحی را مرطوب نموده و در صورت وجود رطوبت مازاد بر ظرفیت نگهداشت خاک، به اعماق پایین حرکت و نفوذ می‌نماید. عمق نفوذ یافته به مقدار بارش و جنس خاک بستگی دارد. رطوبت خاک سطحی بلافاصله پس از بارش شروع به تبخیر نموده و یا توسط گیاه جذب و به صورت تعریق از خاک خارج می‌گردد. بخشی از رطوبت خاک نیز بر اثر صعود مویستگی به سمت سطح خاک حرکت نموده و این نیز در معرض تبخیر سطحی واقع شده و باعث از دست رفتن آب در خاک می‌گردد. هر چه آب‌های حاصل از بارندگی در عمق بیش‌تری از خاک نفوذ یابند به مراتب کم‌تر در معرض صعود مویستگی و یا جذب ریشه و سپس تبخیر و تعرق سطحی و خروج از خاک قرار می‌گیرند. آب‌های نفوذ یافته به اعماق پایین معمولاً در عمق و منافذ خاک ذخیره و یا به سفره‌های زیرزمینی می‌پیوندند. این نوع آب تنها از طریق جذب رطوبت توسط ریشه گیاهان از خاک خارج شده و صرف تعرق یا ذخیره در نسوج گیاهی می‌گردد. متأسفانه در سال‌های اخیر که مصادف با یک دوره خشکسالی بوده است بارندگی نیز غالباً به شکل باران نازل شده و نسبت مقدار بارش برف به کل بارش کاهش یافته است. علاوه بر این تعداد بارش‌های با عمق بارش کم نیز از فراوانی زیادتر برخوردار گردید. این نوع بارش‌ها معمولاً قادر به مرطوب نمودن عمق محدودی از خاک هستند به نحوی که ممکن است حتی عمق ریشه گیاه نیز به طور کامل مرطوب نگردد. این موضوع در مواقعی که با افزایش دمای هوای محیط همراه بوده و هم‌زمان با آن خاک در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار گیرد خاک رطوبت خود را سریع‌تر از دست می‌دهد و عملاً بارش صورت گرفته فاقد عمل کرد

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

۲- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
* نویسنده مسئول: raesiyani@yahoo.com

مؤثری در افزایش رطوبت خاک می‌باشد.

با تغییر شکل بارش از برف به باران، مدت ماندگاری برف نیز کاهش یافته است. به طوری که نتایج پژوهش‌های انجام شده در منطقه صمصامی و کوه‌رنگ استان چهارمحال و بختیاری نشان داده است که مدت ماندگاری برف در طول هفت سال اندازه‌گیری متوالی (۸۴-۹۰) در برخی از سال‌ها کم‌تر از ۹۰ روز در سال بوده است. این در حالی است که به طور معمول، مدت ماندگاری برف در منطقه تا ۱۸۰ روز نیز مشاهده گردید. کاهش میزان و مدت ماندگاری برف موجب کاهش تغذیه منابع آب‌های زیرزمینی شده و منجر به کاهش آب‌دهی منابع آب و تغییر رژیم آبدهی آنها گردید. در طی سالهای اخیر چشمه‌ها و قنات بسیاری خشکیده و آبدهی بسیاری از رودخانه‌ها به حد بسیار ناچیز و نزدیک به صفر رسیده است. در مناطقی مشابه با شرایط جغرافیایی و اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری که بخش اعظم بارندگی‌ها در فصل زمستان و به صورت برف نازل می‌شود، در صورتی که مدیریت مناسب و صحیح بر انباشت برف در ارتفاعات و فرآیند ذوب آن صورت پذیرد و فرایند ذوب تدریجی جایگزین ذوب سریع برف‌های انباشته بر روی زمین و سپس موجبات نفوذ تدریجی آن به خاک فراهم گردد، مطمئناً رژیم پایدارتری بر منابع آب حاکم خواهد شد. ماندگاری برف بر روی زمین ارتباط معکوس با شدت ذوب برف داشته و شدت ذوب برف نیز به دمای محیط (دمای هوا و دمای سطح زمین) و تداوم گرما (طول مدت روز و یا تعداد ساعات آفتابی) بستگی دارد.

بر خلاف باران که به شکل مایع می‌بارد برف به شکل جامد نازل می‌شود. برف به صورت ذرات ریز و درشت مجزا بوده و توسط وزش باد قابلیت حمل و جابجایی دارد. برف‌دانه‌ها حمل و جابجا شده و در نقاط مستعد ترسیب و به تله می‌افتند و بر روی هم انباشته می‌گردند. جابجایی و ترسیب برف را می‌توان شکلی از جمع‌آوری نزولات به حساب آورد. از این پدیده می‌توان الهام گرفت و ترتیبی اتخاذ نمود تا آن‌که تجمع برف در نقاطی که مورد نظر بوده و می‌تواند

مؤثر باشد، صورت گیرد. با توجه به این‌که در شرایط طبیعی، برف عمدتاً بر اثر وزش باد جابجا می‌گردد (شکل ۱)، بنابراین محل کنده شدن (شکل ۲) و در نهایت تجمع برف‌های جابجا شده تابع قوانین سیالات می‌باشد.

کنده شدن، جابجایی و ترسیب دانه‌های برف، همانند کنده شدن، جابجایی و رسوبگذاری ذرات خاک در جریان آب در رودخانه می‌باشد. در رودخانه ذرات جامد در نقاطی که جریان آب از سرعت کمی برخوردار بوده و سرعت آب قادر به حمل ذرات نباشد ته‌نشین می‌شوند. در مورد برف نیز همین حالت برقرار است. بنابراین، معمولاً بستر دره‌ها، چاله‌ها و گودی‌های روی زمین (شکل ۳) و به طور کلی هر نقطه‌ای از سطح زمین که در مسیر جریان وزش باد و یا متأثر از جریان هوا نباشد جزو مکان‌هایی هستند که ترسیب و تجمع دانه‌های برف در آن‌ها قابل تصور است. در حالت طبیعی سطح زمین دارای پستی و بلندی، درز و شکاف و چاله‌ها و یا گودی‌هایی بوده و معمولاً محل انباشت برف هستند. ممکن است در همه جا این چنین محل‌هایی وجود نداشته باشد، در این حالت می‌توان به صورت مصنوعی مکان‌هایی را برای ترسیب و تجمع برف ایجاد نمود. هدف این مقاله آن است که روش‌های تجمع، ترسیب و ذخیره‌سازی برف را به شکل مصنوعی معرفی نماید.

سابقه تحقیق

یکی از اشکال بارش، برف می‌باشد. برف از چگالش توده‌های هوای مرطوب در طی صعود و در شرایطی که درجه حرارت کم‌تر از نقطه انجماد باشد صورت می‌گیرد [۴]. وقوع بارش برف در مناطق سردسیر و کوهستانی بیش از سایر مناطق است. به طور متوسط ۶۰٪ نیمکره شمالی در اواسط زمستان پوشیده از برف است. بیش از ۳۰٪ سطح زمین بارش فصلی برف دارد و حدود ۱۰٪ از سطح زمین به طور دائم از برف و یخ پوشیده شده است [۱۰]. در حوضه‌های کوهستانی بخش عمده‌ای از بارندگی به صورت



شکل ۲- اثر کنده شدن ذرات برف توسط جریان باد



شکل ۱- جابجا شدن ذرات برف توسط جریان باد



شکل ۳- ترسیب و انباشت برف در گودی‌های سطح زمین

میانگین دانسیته برف تازه برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب پذیرفته شده است. بنابراین آب معادل یک سانتی‌متر برف تازه یک میلی‌متر است [۱۱].

ضریب تراکم برف برای برف‌های خیلی تازه ۰/۰۰۴ و برای برف‌های کهنه در ارتفاعات، تا ۰/۹۱ اندازه‌گیری شده است. مقدار متوسط ضریب تراکم برای برف‌های تازه در حدود ۰/۱ و برای برف‌هایی که در حوالی بهار، مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند حدود ۰/۳ تا ۰/۶ می‌باشد [۹]. مقدار آب حاصله از ذوب برف به وزن مخصوص برف بستگی دارد که در مورد برف تازه، رقمی در حدود ۵۰ تا ۲۰۰ گرم در هر لیتر و به‌طور متوسط هر ۳۰ سانتی‌متر برف معادل ۲۵ میلی‌متر بارندگی است. در صورتی که برف به مدت چند روز روی زمین باقی مانده باشد، وزن مخصوص آن افزایش و تا ۳۰۰ گرم در لیتر می‌رسد [۴].

مواد و روش‌ها

این مقاله براساس مشاهدات میدانی و بررسی منابع علمی و هم‌چنین با توجه به اصول خواص سیالات و رسوب‌گذاری ذرات معلق تهیه شده است. مطالب ارائه شده در این مقاله ماحصل یکسری مشاهدات صورت گرفته و تجربیات به‌دست آمده در حین بازدیدهای میدانی و نتایج داده‌ها و اطلاعاتی است که در طول هفت سال اجرای یک مورد طرح تحقیقاتی با موضوع بررسی و ارزیابی فرمول‌های ذوب برف در حوضه کوه‌رنگ در استان چهارمحال و بختیاری به‌دست آمده می‌باشد [۳].

مشاهدات و نتایج بازدیدهای میدانی نشان داده است که شروع ریزش‌های جوی در منطقه اجرای طرح پژوهشی مذکور همراه با ریزش برف بوده و ریزش برف در منطقه از اواخر مهر ماه آغاز و گاهی اوقات تا اواخر فروردین ماه ادامه می‌یابد. به واسطه تغییرات و نوسانات پارامترهای اقلیمی در طول فصل بارندگی، به‌ویژه از نظر

برف نازل می‌شود و جریان حاصل از ذوب برف قسمت اعظم رواناب در فصول بهار و تابستان را تشکیل می‌دهد. رواناب حاصل از ذوب برف در تأمین منابع آب آشامیدنی و کشاورزی و تغذیه سفره‌های زیرزمینی مؤثر بوده و در برخی موارد منشأ بروز سیلاب‌های مخرب می‌باشد [۷].

برف یکی از مؤلفه‌های اصلی سیکل هیدرولوژی در بسیاری از حوزه‌های آبریز کوهستانی دنیا است. در این قبیل حوضه‌ها، رواناب حاصل از ذوب برف بخش اصلی جریان رودخانه‌ها به‌شمار می‌رود. پیش‌بینی رواناب حاصل از ذوب برف به برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثرتر و کارآتر منابع آب از جمله مدیریت مخازن و هشدار سیل کمک می‌کند [۸].

بخش عظیمی از بارش‌ها در حوضه‌های جنوب غربی ایران به‌صورت برف است و آب حاصل از ذوب برف نقش مهمی در ایجاد رواناب سطحی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و ایجاد سیل را دارا می‌باشد [۵].

در حوضه‌های کوهستانی و برف‌گیر، ذوب برف و رواناب ناشی از آن عامل مهم تغییرات رژیم جریان به‌شمار می‌آید و سهمی مهم در تولید جریان و منابع دارد. پیش‌بینی توزیع زمانی جریان رواناب ناشی از ذوب برف با توجه به وضعیت اقلیم در عرصه‌های گوناگونی از جمله در تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت، مدیریت مخازن، تولید برقابی، پیش‌بینی خشکسالی، کیفیت آب و غیره کاربرد دارد [۱ و ۶].

یکی از ویژگی‌های برف که معمولاً در مطالعات برف‌سنجی به آن توجه و پرداخته می‌شود، عمق آب معادل برف است. عمق آب معادل برف به تراکم یا جرم مخصوص برف بستگی دارد. یکی از روش‌های تعیین عمق آب معادل برف تازه بدین صورت است که ارتفاع برف را با خط‌کش اندازه‌گیری نموده و سپس با استفاده از رابطه تقریبی، عمق و آب معادل برف برآورد می‌گردد. عموماً

تغییرات درجه حرارت و یا قطع بارش و طولانی شدن زمان بین دو بارش متوالی، معمولاً و به تبع آن میزان انباشت برف موجود بر روی سطح زمین دارای نوسان و تغییر است. به‌طور کلی از زمان شروع ریزش برف تا اواسط اسفند ماه روند انباشت برف به‌صورت صعودی و سپس با گرم شدن هوا و فزونی یافتن میزان ذوب برف نسبت به مقدار ریزش برف، میزان انباشت برف سیر نزولی به‌خود گرفته و به‌تدریج از ضخامت برف کاسته می‌گردد. نکته و نتیجه مهم در این مشاهدات آن بوده است که برف‌های انباشته شده در تمام نقاط به یکباره ذوب نشده بلکه فرایند آن به‌صورت تدریجی بوده و تمام سطوح منطقه به یکباره خالی از برف نشده است بلکه اختلاف فاز ذوب برف در نقاط مختلف گاه‌ها تا چند ماه نیز می‌باشد. ذوب برف ارتباط مستقیم با دمای محیط داشته و هر چه دمای هوا افزایش یابد سرعت ذوب برف نیز افزایش خواهد یافت. بر اساس اصل گرادیان حرارتی، شیب دمای محیط نسبت به شیب ارتفاع محیط نسب عکس داشته و با افزایش ارتفاع دما کاهش می‌یابد. نتایج پژوهش مزبور حاکی از شیب حرارتی $0/72$ درجه سانتی‌گراد کاهش دما به ازای 100 متر افزایش ارتفاع برای منطقه انجام پژوهش بوده است. بر این اساس میزان ذوب روزانه برف در مناطق مرتفع کم‌تر از مناطق پست است لذا سرعت ذوب برف در مناطق کم‌ارتفاع بیش‌تر از نواحی مرتفع خواهد بود. از این‌رو در صورتی که برف باریده در نواحی مرتفع، ذخیره و از جابجایی آن به نواحی پست‌تر جلوگیری شود به شکلی ذوب برف انباشته به تأخیر افتاده و مدت زمان زیادتری بر سطح زمین خواهند ماند و در نتیجه با ایجاد تأخیر در ذوب برف و نفوذ آب حاصل از آن به خاک، خاک‌های سطحی در مدت زمان بیش‌تری مرطوب خواهند بود. از طرف دیگر شدت وزش باد در مناطق کوهستانی بسیار شدید بوده و بر اثر وزش باد مقادیر زیادی از برف موجود در ارتفاعات بالا به سمت ارتفاعات پایین‌تر منتقل گشته و موجب تسریع در ذوب برف می‌گردد. تسریع ذوب برف، سرعت پسروی خط برف در ارتفاعات پایین‌تر نسبت به ارتفاعات بالاتر را بیش‌تر می‌کند. هر چه ارتفاع افزایش یابد از سرعت پسروی خط برف کاسته شده و در نتیجه ماندگاری برف در ارتفاعات بالاتر بیش‌تر می‌گردد. نتایج مشاهدات نشان داده بود که با افزایش ارتفاع به میزان 250 متر (2450 تا 2700)، زمان پسروی در دو شیب جنوبی و شمالی به‌ترتیب 24 و 20 روز تأخیر داشته است یعنی با افزایش ارتفاع به‌میزان 250 متر مدت ماندگاری برف در شیب شمالی 24 روز و در شیب جنوبی 20 روز بیش‌تر شده است و این به معنای ذوب تدریجی‌تر برف در مناطق مرتفع و نواحی کوهستانی و نفوذ آب حاصله به خاک و افزایش تغذیه منابع آب‌های زیرزمینی و یکنواخت‌تر شدن رژیم آبدهی منابع آب است. با این اوصاف هر چه بتوان برف‌های باریده را در مناطق مرتفع‌تر نگهداری نمود موجبات ماندگاری آن‌ها بیش‌تر فراهم شده و به ذوب تدریجی و نفوذ کامل آن در خاک کمک خواهد شد. علاوه بر این، سرعت پسروی در شیب‌های جنوبی بیش از شیب‌های شمالی

است چرا که شیب‌های شمالی سردتر از شیب‌های جنوبی هستند. علیرغم اهمیت مناطق مرتفع در حفظ منابع آب سطحی به شکل برف و ذوب تدریجی آن‌ها، متأسفانه در نواحی کوهستانی به‌دلیل وزش شدید باد، بخش قابل توجهی از برف انباشته در ارتفاعات، به سمت نواحی پست‌تر جابجا و منتقل می‌گردند که از نظر حفظ منابع آب چندان مطلوب نمی‌باشد. چرا که هر چه مقادیر بیش‌تری از برف نازل شده در نواحی مرتفع حفظ شوند ماندگاری آن‌ها بیش‌تر شده و تأثیر بیش‌تری بر پایداری رژیم آبدهی منابع آب خواهند داشت. این پدیده در مورد برف تازه بیش‌تر اتفاق می‌افتد. با این اوصاف در صورتی که بتوان با اعمال روش‌های مناسب از جابجا شدن برف از مناطق مرتفع به مناطق پست‌تر جلوگیری و برف‌های انباشته شده را در محل نزول خود تثبیت کرد می‌توان سرعت ذوب برف را کند نمود. براساس مشاهدات و محاسبات انجام شده در مواقعی از سال تا حدود 3 میلیارد متر مکعب آب به‌صورت منجمد (برف) در سطح حوضه شمالی رودخانه کارون ذخیره می‌شود [۲] و این گویای نقش بسیار مهم نواحی کوهستانی این استان در منابع آب کشور می‌باشد. موارد ذکر شده این ایده را در ذهن ایجاد نموده که همانند روش‌های استحصال آب باران در سیستم سطوح آبیگر باران، می‌توان آب‌های ناشی از ذوب برف را از روی سطوح جمع‌آوری و به داخل مخازن یا در سطوح مورد نظر که معمولاً سطوح تغذیه آب‌های زیرزمینی و یا سطوح توسعه ریشه گیاه همانند پای درختان هستند، منتقل، ذخیره و نفوذ داد. این کار مستلزم نفوذناپذیر نمودن سطوح برفگیر و یا سطوح تله اندازی برف است. از این مکانیزم می‌توان بهره‌گیری و در مناطق سرد، کوهستانی و مرتفع که بخش اعظم بارندگی‌ها به شکل برف نازل می‌شوند نیز استفاده نمود و آب‌های ناشی از ذوب برف را در زمان و مکان مناسب مورد استفاده قرار داد.

نتایج

چنانچه در روش تحقیق نیز اشاره گردید ماحصل تجربیات به‌دست آمده در طول هفت سال مطالعات میدانی و عملیات برف‌سنجی در قالب روش‌های پیشنهادی در جهت بهره‌برداری از نزولات برفی ارائه خواهد شد که به شرح ذیل می‌باشند.

روش‌های پیشنهادی

سؤال اساسی این مقاله این است که چگونه موجبات استحصال آب از برف را در ایام بی‌بارشی فراهم نماییم؟ برای پاسخ به این سؤال روش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱- تله‌اندازی برف در مخازن طبیعی و مصنوعی
- ۲- تراکم نمودن برف
- ۳- حفظ پوشش گیاهی سطح خاک
- ۴- تله‌اندازی برف

در صورتی که بتوان از انتقال برف‌های انباشته در ارتفاعات به اراضی پایین‌تر جلوگیری کرد یا به‌عبارتی برف را در مناطق سرد



شکل ۵- انباشته شدن برف در اثر توری نصب شده

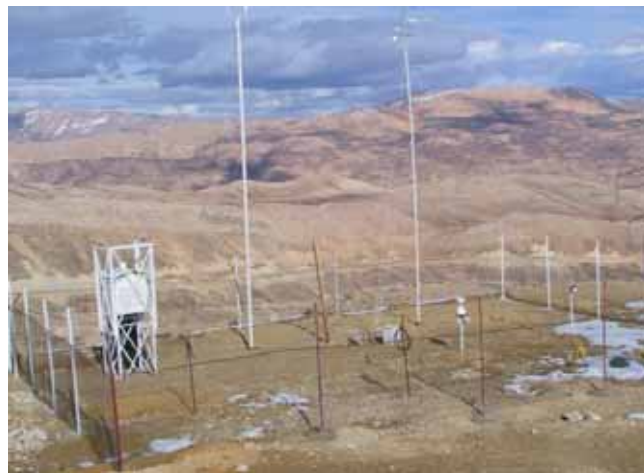
نوع مصالح مقرون به صرفه باشد. این موضوع به فراوانی و دسترسی مصالح در منطقه وابسته بوده و استفاده از مصالح موجود در محل با صرفه‌تر خواهد بود. سنگ یکی از مصالحی است که به‌وفور در هر منطقه موجود است.

ب- ایجاد چاله و حفره در زمین

چاله‌های موجود در روی زمین به واسطه در امان ماندن از معرض جریان وزش باد، مکان‌های مهم برای ترسیب برف می‌باشند. می‌توان به‌طور مصنوعی نیز این قبیل حفره و چاله را ایجاد و موجبات ترسیب برف در آن‌ها را فراهم نمود. حفر شیار، بانکت، کانال و برای این هدف بسیار مؤثر و مفید می‌باشد. هر چه عمق چاله بیش‌تر باشد مؤثرتر خواهد بود. عمق از دو جهت تأثیرگذار است، یکی از نظر افزایش حجم برف ترسیمی و دوم از لحاظ نفوذ آب حاصل از برف به اعماق پایین‌تر و فرار آن از واقع شدن در معرض صعود مویینگی و تبخیر سطحی می‌باشد. حجم چاله‌ها در دو بعد قابل افزایش است، یکی از بعد عمق و دیگری قطر یا عرض که برای انتخاب هر کدام بسته به ابزار در دسترس می‌توان ابعاد چاله‌ها را طراحی نمود. با ادوات مربوط به شخم می‌توان در مناطق مناسب و امکان‌پذیر، شیاری با عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر احداث نمود. با استفاده از نهرکن می‌توان عمق شیارها را بیش‌تر کرد و با استفاده از بیل مکانیکی یا بلدوزر هر نوع ابعاد قابل طراحی و اجرا است.

۱- متراکم نمودن برف

در صورتی که برف متراکم باشد وزش باد توان جدا کردن و جابجا نمودن برف را نخواهد داشت. بنابراین یکی دیگر از راه‌کارهای نگهداری برف در ارتفاعات، ایجاد تراکم در برف است. پخش مواد متراکم کننده و یا پخش آب به‌صورت باران مصنوعی به کمک هواپیما در شرایط هوای سرد موجب تشکیل یخ و ایجاد لایه سخت بر روی برف شده و در نتیجه مانع از جابجا شدن آن خواهد شد.



شکل ۴- حصار توری سیمی ایستگاه

و در نواحی و محدوده ریزش آن نگهداشت، خود به‌خود تأخیر لازم در ذوب برف ایجاد شده و در نتیجه امکان استحصال آب در مدت زمان بیش‌تری فراهم خواهد شد. این کار با تله‌اندازی برف در این قبیل مناطق میسر خواهد شد. تله‌اندازی برف به روش‌های زیر امکان‌پذیر است.

الف- احداث دیواره

هر مانعی که در برابر مسیر حرکت جریان حامل ذرات برف قرار گیرد موجب تله‌اندازی و ترسیب ذرات برف خواهد شد. موانع می‌توانند از هر جنسی از قبیل دیواره سنگی، فلزی، گیاهی و نیز به هر شکلی باشند. در صورت لزوم با احداث موانع مصنوعی می‌توان شرایط برای رسوب‌گذاری و انباشت و تجمع برف را فراهم نمود. میزان برف قابل انباشت بستگی به طول و ارتفاع دیواره دارد. با افزایش ارتفاع دیواره حجم برف قابل کنترل به‌صورت تصاعدی افزایش خواهد یافت، زیرا علاوه بر افزایش عمق برف، طول آن نیز افزایش می‌یابد. با مشاهده و فرض شکل هندسی فرضی و اندازه‌گیری ابعاد، حجم برف انباشته شده قابل محاسبه خواهد بود. در یک مورد اتفاقی، برای محصور نمودن محلی جهت راه‌اندازی ایستگاه هواشناسی از توری سیمی به ارتفاع ۲ متر استفاده شد (شکل ۴). همین حفاظ به‌کار رفته سبب تله‌اندازی برف و انباشت آن شد، به‌نحوی که ارتفاع برف انباشته در پشت آن به بیش از ۴ متر رسید (شکل ۵). با ایجاد موانع مصنوعی نظیر دیواره، بادشکن و غیره می‌توان بخش اعظم بادروبه برف را مهار و در پشت موانع ایجاد شده به تله انداخت.

گیاهان به‌ویژه گونه‌های درختی و درختچه‌ای نیز می‌توانند به مانند یک مانع عمل نموده و با تجمع برف در زیر اشکوب خود به ماندگاری برف کمک زیادی بنمایند.

احداث موانع با هر نوع مصالح امکان‌پذیر است، ولی در هر صورت صرفه اقتصادی جزو اصول اولیه بوده و بایستی کاربرد هر

۲- حفظ پوشش گیاهی سطح خاک

که مشکلی از نظر تأمین وجود ندارد. ولی اگر چنین حالتی وجود نداشت می‌توان به طریق مصنوعی اقدام به تله‌اندازی و ذخیره برف نمود. در این ارتباط انتخاب مکان مخازن تله‌اندازی و ذخیره برف بسیار مهم است. بهتر است که محل مخازن به گونه‌ای انتخاب شود که با کم‌ترین عملیات اجرایی بیش‌ترین میزان برف را ذخیره نماید.

- تأمین آب حیات وحش

با گرم شدن هوا و ذوب تدریجی برف‌ها به مرور زمان پوشش برف نواحی کوهستانی نیز از بین رفته و حیوانات وحشی و یا اهلی منطقه با کمبود آب مواجه خواهند شد. جانوران برای دسترسی به آب، خود را به کناره‌های رودخانه‌ها و یا نواحی مسکونی و کشاورزی می‌رسانند. در این شرایط علاوه بر آن‌که جانوران مجبورند فاصله زیادی را طی کنند غالباً توسط صیادان شکار می‌گردند. برای جلوگیری از این مورد، می‌توان در ارتفاعات و نقاط تمرکز جانوران وحشی و یا اهلی، مخازن با حجم مناسب و مورد نیاز برای تله‌اندازی برف احداث نمود و با طراحی مناسب و به‌کارگیری مکانیزم صحیح، آب حاصل از ذوب برف را برای شرب حیات وحش مورد استفاده قرار داد. مزیت نزولات برفی در ذوب تدریجی آن است. با توجه به این‌که روابط تجربی و غیرتجربی فراوانی برای محاسبه سرعت ذوب برف وجود دارد با اطلاع از میزان و تغییرات دمای منطقه و تعداد و نوع حیات وحش و آب مورد نیاز روزانه هر کدام، به راحتی می‌توان ابعاد مخازن تله‌اندازی برف را طراحی و اجرا نمود.

- استفاده به عنوان محیط سرد

در بعضی مناطق نظیر نواحی کوهستانی و فاقد برق که امکان کاربرد وسایل الکتریکی سرماساز وجود ندارد، می‌توان از مخازن ذخیره برف به‌عنوان یخچال و محیط سرد جهت نگهداری مواد غذایی و مواد فاسدشدنی نیز استفاده نمود. در این مورد خود برف به‌عنوان یخ قابل استفاده است. بدین‌منظور با ایجاد حفره در آن می‌توان فضای کوچکی ایجاد و مواد غذایی را برای مدت دلخواه نگهداری کرد.

- استفاده به عنوان پوشش حفاظتی

پوشش برف به‌صورت یک لایه حفاظتی بر روی زمین، نوسانات دما در سطح زیرین خود را تنظیم نموده و تقریباً با نوسانات کم‌تری نسبت به سطح زمین عاری از برف دارا می‌باشد. در نواحی برف‌گیر و سرد، تغییرات دما در طول شبانه‌روز زیاد است و گاهاً بسیار سرد بوده که منجر به از بین رفتن گیاهان می‌شود. در صورتی‌که دما در لایه زیرین برف در حدی سرد خواهد بود که گیاهان قادر به تحمل آن هستند.

طراحی مخازن

برای طراحی مخازن تله‌اندازی برف چند اصل مهم است:

دما پوشش گیاهی از دمای خاک سطحی کمتر بوده از این رو در زمان ریزش برف، سفیدی برف بر سطوح با پوشش گیاهی زودتر نمایان می‌شود و این حالت حاکی از ذوب کمتر برف و ماندگاری بیش‌تر آن است. بنابر این با حفظ پوشش گیاهی در عرصه حوزه‌های آبخیز به‌ویژه در نواحی کوهستانی می‌توان دوام برف را افزایش داد. از طرفی در صورتی‌که پوشش گیاهی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای باشند به‌دلیل سایه‌اندازی ناشی از تاج گیاهی مقدار ماندگاری به مراتب بیش‌تر خواهد شد.

موارد استفاده از آب ناشی از برف

استفاده‌های گوناگونی از آب ناشی از برف صورت می‌گیرد، که مواردی به شرح زیر بیان می‌گردد:

- تأمین نیاز گیاهان

با ایجاد شیار، چاله و دیوار در محدوده کاشت گیاهان و هم‌چنین در حوالی آنها می‌توان عملیات تجمع برف و نفوذ آب ناشی از آن را به درون محیط ریشه فراهم نمود و نیاز به تأمین آب با انجام آبیاری مصنوعی را به تأخیر انداخت. برای گیاهان ردیفی روش احداث شیار مناسب‌تر است. ولی برای گیاهان درختی و درختچه‌ای احداث چاله، احداث خاکریز، احداث دیواره به شکل سنگ چین و ... مفیدتر خواهد بود.

- تغذیه مصنوعی

برخی از منابع آب نظیر چشمه‌ها، قنات و به‌ویژه چشمه، چاه و قنات فصلی از شعاع تأثیر محدودی برخوردار هستند. با شناسایی این قبیل منابع و بررسی و شناخت حوضه‌های سطحی و زیرسطحی تغذیه کننده آن‌ها می‌توان با به‌کارگیری روش‌های مناسب، برف موجود در حوضه آن را کنترل و از خروج آن توسط بادروبه جلوگیری کرد. در این گونه موارد، می‌توان حتی برف‌های نفوذ یافته از نواحی مجاور را نیز در آن به تله انداخت و موجبات نفوذ آب برف را فراهم نمود. حفظ پوشش گیاهی، احداث دیواره، احداث بانکت و خاکریزهای هلالی روش‌های مناسب در این قبیل موارد است.

- تأمین آب عشایر

عشایر غالباً در پی دسترسی به چراگاه و مراتع بهتر، به نواحی مرتفع‌تر کوچ می‌نمایند ولی در عوض آن از منابع آب نظیر چشمه‌ها و رودخانه‌ها دور می‌گردند. با دور شدن از منابع آب روزانه بخشی از غذای مصرف شده توسط دام‌ها صرف رفت و آمد بین چراگاه و منابع می‌گردد. در حالی‌که امکان بهره‌گیری از منابع برفی موجود در ارتفاعات به‌عنوان جایگزین منبع آب وجود دارد. در بعضی مناطق به‌صورت طبیعی انباشت و ذخیره برف به حدی زیاد است

۱- میزان آب مورد نیاز ۲- سرعت ذوب برف ۳- دمای روزانه.

به عنوان مثال؛ بر اساس نتایج طرح پژوهشی اجرا شده در یکی از مناطق استان چهارمحال و بختیاری، ضریب ذوب برف (فاکتور درجه حرارت-ذوب برف در روز یا درجه-روز) $0/42$ سانتی متر به ازاء یک درجه حرارت در روز می باشد. در صورتی که متوسط دمای روزانه در یک سال مشخص در منطقه ۱۲ درجه سانتی گراد فرض شود و مدت زمانی از سال که سطح زمین فاقد پوشش برفی است ۱۸۰ روز فرض شود. در هر روز آب حاصل از ذوب برف معادل $5/02$ سانتی متر خواهد بود و در مجموع در مدت ۱۸۰ روز پتانسیل ذوب برف معادل ۹۰۷ سانتی متر آب خواهد بود. با توجه به زیاد بودن جرم مخصوص برف انباشته و با فرض $0/8$ گرم در سانتی متر مکعب برای آن، در صورتی که در نقطه ای از منطقه عمق برف انباشته برابر $11/34$ متر باشد، پتانسیل ذوب شدن تمام توده برف انباشته وجود خواهد داشت. بنابراین در تمام مدت ۱۸۰ روز امکان استحصال آب از برف انباشته وجود خواهد داشت. برای نیل به این هدف لازم است عمق مخزن ۱۱ متر منظور شود. لازم به ذکر است این برای موقعی است که برف تحت تابش مستقیم خورشید قرار داشته باشد و اگر روی مخزن پوشیده شود، مطمئناً سرعت ذوب برف کم تر خواهد بود و به عمق کم تری نیاز خواهد بود.

در صورتی که حجم آب تولیدی در هر روز برای واحد سطح مخزن مد نظر باشد، این سطح به راحتی قابل محاسبه است. بر اساس ذوب برف روزانه، نیز مقدار آب حاصل در هر روز از واحد سطح مخزن برابر 48000 سانتی متر مکعب (معادل ۴۸ لیتر) است و اگر سطح مخزن ۱۰ متر مربع اختیار شود حجم آب استحصالی نیز ده برابر و ۴۸۰ لیتر در روز خواهد بود. به همین صورت بسته به نیاز می توان سطح مخزن را افزایش داد تا تمام آب مورد نیاز قابل استحصال باشد.

بسته به امکانات می توان مخازن را در دل خاک احداث نمود و یا آن که به صورت روزمینی و در سطح خاک احداث کرد.

تقدیر و تشکر

در پایان از کارکنان بخش تحقیقات آبخیزداری و هم چنین سایر کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری که در نصب تجهیزات و انجام عملیات صحرائی تهیه کنندگان مقاله را یاری نموده اند صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می شود.

منابع

۱. پرهت، ج. صدقی، ح. و ثقفیان، ب. ۱۳۸۴. بررسی مدل در شبیه سازی رواناب حاصل از ذوب برف با استفاده از داده های ماهواره ای در حوضه های بدون آمار (مطالعه موردی حوزه خرسان در کارون)، مجله تحقیقات منابع آب، ۱: ۱۱-۱.
۲. رئیسیان، ر. ۱۳۸۵. تغییرات زمانی انباشت و عمق آب معادل برف در سرشاخه های کارون شمالی (مطالعه موردی گردنه چری)، اولین همایش منطقه ای بهره برداری بهینه از منابع آب حوزه های کارون و زاینده رود.
۳. رئیسیان، ر. پرهت، ج. ۱۳۹۳. بررسی و ارزیابی فرمولهای ذوب برف در حوضه کوه رنگ، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۴. علیزاده، ا. ۱۳۸۵. اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ بیستم، دانشگاه امام رضا (ع). ص ۱۶۱.
۵. فتاحی فرادنبه، ا. نوحی، ک. و دلاور، م. ۱۳۸۹. بررسی سطح پوشش برف حوضه های جنوب غربی ایران در ارتباط با سیگنال های اقلیمی، مجموعه مقالات اولین همایش ملی برف، بهمن و یخ، شهرکرد، اسفند، ۱۳۸۹.
۶. قربانی زاده خرازی، ح. صدقی، ح. ثقفیان، ب. و پرهت، ج. ۱۳۸۹. پیش بینی توزیع زمانی جریان ذوب برف در نیم قرن آینده تحت شرایط تغییر اقلیم، فصلنامه مهندسی آب، شماره ۱.
۷. قنبرپور، م. محسنی ساروی، م. ثقفیان ب. احمدی، ح. و عباسپور، ک. ۱۳۸۴. تعیین مناطق مؤثر در انباشت و ماندگاری سطح پوشش برف و سهم ذوب برف در رواناب، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳.
۸. نجف زاده، ر. ابریشمچی، ا. تجریشی، م. و طاهری شهرآیینی، ح. ۱۳۸۳. شبیه سازی جریان رودخانه با مدل ذوب برف، مجله آب و فاضلاب، شماره ۵۲.
۹. نجمایی، م. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۴۳۰ ص.

10. Goodison, B.E. Ferguson, H.L. and McKay, G.A. 1981. Handbook of snow (principles, Processes, management & use), Measurement and data analysis, 191-273.

11. Dozier, j. 1989, Spectral signature of alpine snow cover from the land sat thematic mapper, Remot Sensing environment, 28: 9-22.

*Abstract*

Methods of trapping, storage and accumulation of snow and harvesting of snow melt water

R. Raeisyan¹ and J. Porhemmat^{2*}

Received: 2014.11.08 Accepted: 2015.04.24

In recent years not only the total amount of precipitation decreased but also the proportion of the annual precipitation toward to snowfall has decreased. Instead, the precipitation with low amounts has been increasing than the precipitation with more amounts. These conditions increase the rate of evaporation from the soil surface and reduce the amount of water penetration into the soil. Snow due to white color and reflection of sunlight adsorbed lot of sun heat and therefore it can be protected amongst surface evaporation. Snow also as cover layering on the ground surface and gradually melting and consequently infiltrating in to the soil, is more effective than rain. Due to the possibility of harvesting and utilization of water from snow, be fit for investigating, identifying and using a variety of useful and effective methods of harvesting the snow melt water. Precipitation of snow on the ground sits almost uniform in each region. But if snow mass do not have enough adhesions that particles detach and transport by wind flow and finally accumulate at rest places. Fresh snow usually lacks adequate adhesion is therefore easily to transported by windfows. Places of deposition and accumulation the snow particles have more affected on possibility and water harvesting methods. If the position of deposition snow particles select well, can harvest more water. Toward to implementation of the project aimed to investigate the rate of accumulation and snowmelt in the cervix, Chari located in Chahar-Mahal and Bakhtiari Province which studied for 6 years. Valuable results and experiences has been obtained from mentioned project. In this paper method of trapping, snow deposition and accumulation and structures of using the water obtained from snow melt is presented.

Keywords: *Chahar-Mahal and Bakhtiari Province, Snow Accumulation, Snow Melt, Storage Capacity, Trapping.*

1. Research Lecturer, Agricultural and Natural Resources Research Center, Chaharmahal and Bakhtiari province

2. Associate professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute * Corresponding author: raesiyani@yahoo.com