

## سقوط بهمن

### و عمل ژئومورفولوژیکی آن

#### دکتر مقصود خیام

در مناطق کوهستانی، اغلب اوقات خشن‌ترین و جالب‌ترین پدیده برف بصورت بهمن ظاهر میشود. یعنی توده‌ای از برف درموارد خاص در نتیجه عمل مستقیم نیروهای حاصل از سنگینی و یا جوئی حالت تعادل ناپایدار بخود گرفته و پس از گسیخته شدن از جایگاه خود در طول شیب‌های تند کوهستان میغلطد. درختها را از بیخ کنده و قطعات بزرگ از سنگها و مواد منفصل را با خود کشیده و در پایان سرعت آنها را بصورت تلی از مواد گوناگون درهم و برهم بر جای میگذارد.

این پدیده کوهستانی در مناطقی که شیب و پوشش برفی بسیار باشد فراوان ظاهر میشود.

#### گونه‌های مختلف بهمن :

از مطالعه مستقیم سقوط و ریزش چنین توده‌های برفی میتوان دو نوع اصلی و یک نوع فرعی از آنها را تشخیص داد :

نوع دوم یا به اصطلاح نوع فرعی بهمن‌هائی هستند که بصورت یک پوشش ورقه‌ای از برف بر اثر وزش باد از ناحیه‌ای جدا شده و حرکت مینمایند که اغلب برای اسکی‌بازان فوق‌العاده خطرناکند.

دو نوع اصلی همان بهمن‌های خشک یا گردی و بهمن‌های مرطوبند، محل

زایش بهمن‌های خشک یا گردی روی شیب‌های تند و ستیغ کوهپاست که بدنبال بارش فراوان برف در همچو مناطقی چون ذرات آن بهم پیوستگی ندارند، در نتیجه ابعاد زیادی بخود گرفته و با وزش باد یا صدای ناشی از شلیک تفنگ از جای خود حرکت میکنند، این‌گونه بهمن‌ها از مشخصات نواحی قطبی نیز بشمار می‌آیند. بدین ترتیب میتوان نوع کلاسیک زمستانهای مناطق کوهستانی سرد و نواحی قطبی مانند اسپیتزبرگ بشمار آورد.

بهمن‌های خشک خشم‌وار با سرعت زیاد براه می‌افتند، سرعت آنرا ۷۰۰۰ متر در ۷۲ ثانیه در مواردی نشان داده‌اند، یا ۱۰۰ متر در ثانیه و یا ۳۶۰ کیلو متر در ساعت.

سرعت‌های بیش از ۲۰۰ کیلو متر در ساعت فوق‌العاده فراوانند و باید دانست که سرعت باد و طوفان ۳۰۰ کیلومتر در ساعت است که میتواند چنین سرعتی را برای توده‌ای از برف ایجاد نماید. در بعضی موارد تأثیر شدید سرعت باد موجب میشود که این نوع بهمن قسمتی از خاک کوهستان را نیز با خود حمل نماید. این امر اثر فرسایشی شدید در دامنه کوهستان خواهد داشت که در صفحات بعد در عمل ژئومورفولوژیکی بهمن از آن سخن بمیان خواهد آمد.

توده‌های جدا شده برف ضمن پائین غلطیدن حجمشان افزایش مییابد و علت اصلی تراکم بیش از حد آن در پای دامنه‌ها میگردد.

در یخچال غرب کانادا وقتی وزش باد بعضی از چالگاههای یخچالی را پُر میسازد غلطش بهمن بلافاصله آنها را از جای میکند.

در گریزن<sup>۱</sup> ۱۱۴ ساعت سقوط برف ۲۵۰ سانتیمتر ارتفاع ایجاد کرده بود،

يك باد شمال غربی کلیه آن بارگرا را از روی دامنه‌های جنوبی و غربی از بین برده بود. اینگونه بهمن‌ها که در اثر يك لرزش باد فراهم میشوند سوانح فراوانی ایجاد میکنند. بهمن‌های مرطوب، بدنبال ریزش فراوان برف و آب شدن قسمتی از آن و همچنین در فصل بهار که درجه حرارت از صفر درجه سانتی‌گراد بالاتر است بوجود می‌آیند، اینگونه بهمن‌ها که به برف‌های خیس شده نیز موسومند بعلت آغشته‌شدن به آب، وزن مخصوصشان زیاد بوده و در نتیجه بسیار سنگین‌اند، سرعت‌شان بین ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر در ساعت متغیر است و بعلت وضع توپوگرافی منطقه عرض راهروهای حاصله از آن در دامنه‌های کوهستان تا ۴۵ متر میرسد. سقوط چنین بهمن‌ها در پائین دامنه‌ها مخروط بزرگی از برف سخت باقی میگذارد که ممکن است در نواحی مرتفع در طول تمام فصل تابستان نیز پایدار بماند.

اینگونه بهمن‌ها فوق‌العاده خطرناکند، خصوصاً وقتی که از ارتفاعات بلند جریان هوای سردی را نیز جذب نمایند.

بهمن‌های مرطوب اغلب در مناطقی که آب و هوای مرطوب دارند و خصوصاً در سالهای مرطوب فراوان ایجاد میشوند.

### بهمن‌زائی و عوامل گسیختگی توده‌های برفی :

حرکت توده‌ای از برف وقتی انجام میگیرد که کشش نیروی سنگینی آن از نیروی اصطکاک تجاوز نماید، این عمل مثلاً وقتی پدید می‌آید که توده‌ای از برف در يك بریدگی شیب قرار گیرد، از این مثال میتوان عواملی را که موجب این پدیده مکانیکی برفها میشوند بشرح زیر دخالت داد :

اولین عامل، عبارت از ضخامت برف میباشد که در حقیقت نقش عمده‌ای را

بعهدده دارد، باید دانست که ضریب اصطکاک بر اثر افزایش ضخامت برف بیشتر نمیگردد بلکه هر قدر ضخامت طبقات برف بیشتر شد همانقدر کشش نیروی سنگینی افزایش مییابد و موجب جدا شدن توده برف میگردد.



ریزش بهمن در آلپهای فرانسه  
بمنطقه حرکت و محل سقوط توجه نمائید.

عامل دوم، حالت پیوستگی داخلی طبقات برف رویهم قرار گرفته میباشد، بدین معنی که چون یک پوشش ضخیم برف اغلب از طبقات متوالی با حالات مختلف تشکیل میشود که بین آن طبقات یک نوع گسستگی وجود خواهد داشت و این گسستگی موجود بین چینهها نیز خود موجب سهولت لغزش طبقه‌ای از برف، و حرکت آن خواهد شد.

در رویهم قرار گرفتن طبقات، معمولاً طبقه زیرین نقش سطح لغزان را خواهد داشت، ریزش باران روی برف‌های سبک نیز که هنوز بر اثر یخ بستن متناوب سخت نگشته‌اند میتواند موجب ایجاد بهمن شود، اینگونه بارانها بوسیله برف که در حقیقت حالت يك اسفنج را دارد جذب میشود و در نتیجه وزن مخصوص آن افزایش مییابد و منجر به فزونی شدت کشش نیروی سنگینی میشود. در جدا شدن و حرکت اینگونه بهمن‌ها وجود يك طبقه برف قدیمی زیرین موجب سهولت این مکانیسم می‌گردد. حالت سطح سنگ عامل سوم برای جدا شدن توده‌های برفی است که موجب افزایش ضریب نیروی سنگینی می‌گردد، یعنی هر قدر شیب هموار و صاف باشد همانقدر احتمال جدا شدن بهمن‌ها زیاد است، حتی روی دامنه‌های بسیار ضعیف بعلت صاف بودن سطح سنگها حرکت بهمن اتفاق می‌افتد، ولی هر قدر سطح دامنه صاف و شیب تند باشد کلیه قسمتهای برفی از جای کنده میشوند و این عمل با شدت هر چه بیشتر صورت میگیرد حتی تغییری در خاک دامنه نیز میدهد که با اصطلاح موجب فرسایش مکانیکی خاک میگردد.

پس بدین ترتیب جدا شدن و حرکت بهمن‌ها نتیجه عوامل توپوگرافیکی (شیب‌ها و حالات سطح آن) و آب و هوایی (فراوانی چین‌های برف) است. بعضی محیط‌های آب و هوایی شرایط مساعدتری برای ایجاد بهمن فراهم میسازند، از جمله آنها آب و هوای استند که شرایط زمستانی‌شان زیاد ناپایدار است، در اینگونه مناطق بدنبال ریزش شدید برف يك دوره هوای ملایم موجب ذوب سطحی آن گشته و بالنتیجه منجر با افزایش وزن مخصوص آن می‌شود، یا بدنبال ریزش برف، ریزش باران پدید می‌آید که در هر دو حالت نیروی کشش توده‌های برفی افزایش مییابد.

### قلمرو ژئومورفولوژیکی بهمین‌ها :

شیب‌ها و آب و هوا مشترکاً پدیده کوهستانی بهمین را بوجود می‌آورند، جدا شدن برفها ایجاب شیب‌های تند را می‌کند، اما تمام برجستگی‌هایی که دارای شیب تند باشند و پوشش برفی زیاد نمی‌توانند تولید بهمین‌کنند زیرا عامل آب و هوا نیز در آن دخالت دارد.

قلمرو اصلی ژئومورفولوژیکی بهمین‌ها نواحی معتدل اقیانوسی است زیرا جریان آتمسفریک موجب ازدیاد تغییرات ناگهانی جوی و بالنتیجه بارندگی می‌شود. اینگونه بارشها در ارتفاعات بلند موجب انباشته شدن پوشش‌های برفی می‌گردد. توزیع فصلی بهمین‌ها نیز قابل توجه است: مثلاً این پدیده در ماههای اسفند و فروردین یعنی ماههایی که پوشش و ضخامت برف بعداً کثرت خود میرسد زیاد دیده میشود که خود نتیجه ورود جریان‌های اقیانوسی فراوان است.

بالاخره جدا شدن بهمین‌ها اغلب در فصل بهار یعنی زمانی که هنوز ضخامت برف مهم است ولی درجه گرما از صفر درجه بالاتر است بیشتر صورت می‌گیرد. وضع توپوگرافیک ناحیه نیز نقش بسیار عمده‌ای در تولید و سقوط بهمین‌بعنده دارد، با اینحال در مناطق کوهستانی، پیش‌بینی ریزش بهمین‌فوق‌العاده مشکل است، مگر آنکه راهروهای منظم آن که سالیان دراز از آنها بهمین‌ریخته است مشخص باشند، ولی دیده شده است در جاهایی بهمین‌ریزش کرده است که تا آن زمان مسیر سقوط بهمین‌از آن نبوده است. بدین دلیل است که بهمین‌ها خطر بزرگی در نواحی کوهستانی ایجاد میکنند.

## عمل زئومورفولوژیکی بهمن‌ها :

پروفسور امانوئل دومارتن<sup>۱</sup> در مقاله‌ای در مورد نقش فرسایشی این پدیده طبیعی بسادگی اشاره کرده و پروفسور آبه ژکس<sup>۲</sup> عمل مورفولوژیکی بهمن‌ها را روی دامنه‌های کوهها کمتر از عمل آبهای جاری در همان منطقه می‌شناسد . درحالیکه



پایان سرعت بهمن ، جائیکه برفها بشکل گلوله تقسیم میشوند (پدیده‌ایکه بان زنگوله گویند) به شاخه‌های درختانی که وسیله بهمن‌کنده و حمل شده است توجه نماید .

آندره آلیکس<sup>۳</sup> در مقاله‌ای که در سال ۱۹۲۵ در مجله جغرافیائی آلپها منتشر ساخته فرسایش بهمن را بسیار نیرومند دانسته و وجود بسیاری از شیارها و مسیله‌ها را در جداره کوهستانات مربوط به عمل مکانیکی حرکت توده‌های برفی یعنی بهمن‌ها میداند .

۱- Emm. de Martonne, ۲- L'abbé Gex. ۳- André Allix.

مطالعات مستقیم در مناطق کوهستانی، خصوصاً مناطقی که همه ساله مورد حمله بهمن‌های متوالی قرار می‌گیرد نشان می‌دهد که این توده‌های سنگین برفی پدید آورنده اعمال فرسایش مکانیکی فراوانند و اشکال زمین در اینگونه مناطق کاملاً مشخص بوده و نظم قرار گرفتن عبورگاه‌های آن و عوارض حاصله از نیروهای حرکتی بهمن‌ها روی بعضی از تندانه‌های کوهستانی شکفت‌انگیزند. بحدیکه مسیر و عوارض حاصله از آنها را میتوان روی نقشه‌های توپوگرافیک رسم کرد.

باید دانست که عمل ژئومورفولوژیکی بهمن‌ها نسبت به انواع مختلف که از آنها ذکر بمیان آمد متفاوت است، مثلاً بهمن‌های گردی که از برفهای تازه بارش یافته تشکیل می‌گردند و وزن مخصوصشان کم است و بلافاصله پس از ریزش برف از پیکر دامنه‌ها جدا می‌شوند گو اینکه اغلب سرعشان زیاد است ولی بعلت همان کم بودن وزن مخصوصشان عمل ژئومورفولوژیکی‌شان نیز ضعیف خواهد بود.

ولی اتفاق می‌افتد که بهمن‌های گردی در مواردی تمام پوشش برفی يك منطقه را با خود حمل کرده و ضمن لغزش و حرکت تبدیل به بهمن‌هایی از نوع مرطوب میشوند که در این صورت دارای نقش مؤثر مورفولوژیکی خواهند بود. اما در مناطقی که بعلت ذوب شدن سطحی برف‌ها که موجب سنگینی توده‌های برفی آن منطقه می‌شوند و تولید بهمن‌های مرطوب را می‌کنند گو اینکه سرعت اینگونه بهمن‌ها کم است، اما بعلت داشتن وزن مخصوص زیاد، وزنشان سنگین گشته و بعلاوه حجم چنین بهمن‌هایی نیز قابل توجه خواهند بود بدین لحاظ است که حرکت و لغزش اینگونه کوه‌های سنگین برفی عمل فرسایشی مکانیکی بسیار مهم خواهند داشت.

حال ببینیم عمل و همچنین عوارضی که در توپوگرافی زمین ایجاد مینمایند و

چهره آنرا میسازند کدامند:



از جمله اعمال بهمین‌ها در روی دامنه‌های مناطق کوهستانی جابجائی و انتقال خرده‌سنگها و ذرات موجود در سطح دامنه‌هاست ، بدین ترتیب که چون بهمین‌ها در روی دامنه‌ها راه شیارها را در پیش میگیرند که ممکن است این قبیل شیارها مسیلهای کوچکی باشند که بر اثر عمل آبهای هرز حاصل شده‌اند ، لذا ضمن لغزش ، این چنین توده سنگین برفی موجب پاك شدن مسیر آنها گشته و بعلاوه نقش تخریبی شدید در همچو مسیلهها میگردد بشکلی که اغلب این راهروها بصورت عریض و عمیقی درمیآیند. در مواردی بهمین‌ها قادرند کلیه مواد منفصل و خرده سنگهای موجود روی دامنه‌ها را با خود حمل نمایند و این گسیختگی مواد موجب برهنه شدن آن دامنه‌ها میشود که سنگهای برونزده آن دوباره تحت تأثیر عوامل مکانیکی جوئی گشته و موجب تخریب دامنه‌ها می‌گردد .

در مناطق تکتونیکی بهمین‌ها اغلب راه شکافهای گسله‌ها را در پیش میگیرند که خود موجب تخریب شدید اینگونه شکافها می‌گردد .

باید دانست که در بررسی عوارض حاصله بوسیله ریزش بهمین‌ها روی دامنه کوهستانات اغلب شیارهای حاصله از سقوط آنرا بامسیلهائی که بوسیله سیلابها و آبهای هرز بوجود میآیند اشتباه می‌شود و اتفاق میافتد که در مواردی این راهروها بتناوب تحت فرسایش سیلابهای اتفاقی بدنبال ذوب سریع برفها و یا بر اثر ریزش رگبارها قرار گیرند . ولی در هر حال تشخیص عبورگاههای بهمین و مسیلهای حاصله از عمل تخریبی آنها در روی يك دامنه تا اندازه ساده است ، بدین ترتیب با اینکه مسیر سقوط بهمین‌ها در مواردی بطرف بالای دامنه مانند مسیلهای سیلابها منشعب‌اند ولی هرگز این انشعابات به حوضچه سیلابی منتهی نمیشوند . ضمناً اینگونه شیارها در قسمت پایین دامنه در حد سنگریزه‌های واریخته گم می‌شوند و آبهای حاصل شده از ذوب برفها نیز

در چنین عبورگاهها در همان ناحیه واریخته‌ها نفوذ کرده و ناپدید میگردند .  
 کف اینگونه عبورگاهها عموماً عریض‌تر از کف مسیلهای سیلابی است .  
 نیمرخ عرضی آنها بسیار پهن بوده و در بسیاری از موارد برونزدی از سنگ  
 اصلی نمایان است .

اشکال این گونه عبورگاهها نسبت به جنس سنگها نیز متفاوت است، در سنگهای  
 آهکی این راهروها تنگ بوده و بعلاوه اندازه قطرشان ثابت است و در مواردی در  
 قسمت بالای دامنه عریض میباشند و در پائین دامنه بعلت سرعت انحلال مواد مخروطهای  
 واریخته دیده نشده و یا بسیار کوچک خواهند بود .

در سنگهای متبلور و یا ماسه سنگهای سخت راهروها در قسمت پائین بسیار  
 عریض و در قسمت بالای دامنه منتهی به نیم چالگاههایی میشوند که شکافی شکل اند  
 و برعکس در پای دامنه مخروطهای واریخته بسیار توسعه مییابند .

مواد حمل شده بوسیله بهمنها بپایین دامنه و یا درهها و یا جادهها پس از ذوب  
 برفها بصورت تلی از خورده سنگهای زاویه دار همراه با مواد نرم و چه بسا همراه با  
 پیکر درختان بشکل بی نظمی باقی میمانند که *triage* و تجزیه گرانولومتری اینگونه  
 مواد بسیار مشخص است .

در دره‌های تنگ اتفاق میافتد که بهمنها پس از سقوط از دامنهها به علت  
 تنگ بودن کف دره توده‌های سنگین برفی بدامنه مقابل پرتاب شده و تراکم مواد  
 کاملاً کف دره را مسدود می‌سازد و بدنبال يك عمل نشست برف، سخت می‌گردد و بعد  
 بتائی ذوب شده ، پس از ذوب برفها باز مواد باقیمانده حالت بی نظم خواهد داشت .

### طرحهای امنیتی جهت فرار از خطرات بهمن ها :

سقوط بهمن در روزهای ۲۰ و ۲۱ ژانویه سال ۱۹۵۱ که بدنبال ریزش فراوان برف در آلپها بوقوع پیوست، ۲۳۱ قربانی داشت که از آن ۷۵ نفر از سویس ۱۲۶ نفر در آلپهای اتریش و ۳۰ نفر در آلپهای ایتالیا بود. البته این تعداد در مقابل کشتار سال ۱۹۱۶ در مرزهای بین اتریش و ایتالیا بسیار ناچیز است زیرا این کشتار دسته جمعی را به ۵۰۰۰ نفر تخمین میزنند.

جاده هراز و جاده چالوس و بروجن در ایران در این چندسال اخیر قربانیهای فراوان داده است بجاست که انسان همواره از این غول سفیدکه با اثرات ویران کننده گاه و بیگانه امنیت جادهها و استراحت گاهها و آسایش گاههای احداث شده در دامنه کوهها و مراکز توریستی و ورزشهای زمستانی را تهدید میکند بیمناک باشد. دفاع در مقابل تهاجم بهمن مطالعات دقیق و هزینه زیاد لازم دارد ولی ترس از وقوع کشتارهای ناگهانی آن موجب شده که در مناطق بهمن زا یک سیستم دفاعی فنی بشرح زیر برقرار سازند: در مناطق آغاز حرکت توده های برفی، بدقت جنگل کاری انجام میدهند که مانع سقوط و لغزش پوشش برفی گردند.

برای جلوگیری از لغزشهای برفی اقدام به ایجاد وسایل انحرافی از قبیل دیوارهای متناوب بتونی و استقرار پرچینها و همچنین برقرار ساختن شبکه هائی از طنابهای نایلونی میکنند.

در قسمت پایین دامنه کوه، روستاها و ساختمانها را بوسیله دیوارهای سنگین بتونی حمایت میکنند که این دیوارها نه تنها موجب انحراف مسیر بهمن ها می گردند بلکه موجب تجزیه اینگونه کوههای برفی میگردند.

جادهها را بوسیله گالریها و تونلهای بتونی بدقت میپوشانند تا بهمن ها از روی

اینگونه تأسیسات باسانی لغزش یافته ، بدره‌ها سقوط کنند .  
 بالاخره در مسیرهای ریزش بهمن ، لوله‌های قطوری کار میگذارند تا بهمن‌ها  
 بداخل آنها هدایت یابند و بدین ترتیب تجزیه گشته ، از قدرت تخریبی آنها کاسته  
 میشود . البته کلیه این اقدامات احتیاطی مؤثرند ولی نه بطور مطلق .

در تهیه این مطالب از منابع زیر استفاده شده است :

- |                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| ۱- Corbel. J. 1982        | Neiges et glaciers.                 |
| ۲- Tricart. J. 1963       | Géomorphologie des régions Froides. |
| ۳- Veyret. P. et G. 1967. | Au coeur de L' Europe. Les Alpes.   |