

تأثیر وقایع اقلیمی حدی بر فرایندهای ژئومورفولوژیکی بادی از منظر نظریه کاتاستروفی (مطالعه موردی: جلگه غربی مکران)

چکیده

نظریه کاتاستروف، روش مناسبی را برای مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی که با تغییرات ناگهانی همراه هستند، ارائه می‌کند. از وقایع اقلیمی که تأثیرات زیادی بر پوشش گیاهی بیابان‌های ساحلی جنوب شرقی کشور بر جا گذاشت، طوفان گونو است؛ چنین بارش‌هایی با شدت کمتر در فروردین ۱۳۹۳ نیز در شهرستان جاسک به وقوع پیوست. این مقاله سعی دارد ارتباط بین وقایع اقلیمی حدی و تغییرات ناشی از آن‌ها در وضعیت خاک و پوشش گیاهی منطقه سدییچ - جگین به عنوان بخشی از جلگه غربی مکران را با فرایندهای ژئومورفولوژیکی بادی منطقه مطالعه کند. داده‌های تحقیق شامل توزیع فضائی لندفرم‌های ژئومورفولوژی، آمار بارندگی منطقه و امتیاز عوامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی، باد، خاک، پوشش گیاهی، اشکال فرسایش بادی، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی و مدیریت اراضی در هر یک از لندفرم‌ها است. از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای، مدل اریفر و معادلات رابطه پوشش گیاهی با بارندگی نیز به عنوان ابزار استفاده شد. با استفاده از معادلات پوشش - بارندگی، تغییرات پوشش گیاهی منطقه در نتیجه وقایع اقلیمی طوفان گونو و بارندگی‌های فروردین ۱۳۹۳، برآورد گردید. فرسایش بادی در بازه زمانی قبل و بعد از وقایع گونو و بارش‌های فروردین ۹۳ نیز با استفاده از مدل اریفر و معادلات پوشش - بارندگی مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا تأثیر تغییرات ایجادشده در وضعیت پوشش گیاهی بر عملکرد فرسایش بادی منطقه محاسبه‌شده و سپس وضعیت جدید فرسایش بادی پس از وقایع حدی اقلیمی به کمک معادلات پوشش - بارندگی و مدل اریفر برآورد گردید. بر طبق یافته‌ها، وقایع بارشی استثنائی هرچند باعث کاهش فاحش رسوبدهی بادی لندفرم‌ها در جلگه غربی مکران شده است، لیکن این تغییر چنان بزرگ نیست که باعث تغییر در عملکرد فرسایشی باد بر سطح جلگه شود؛ لذا از منظر فرایندهای بادی نمی‌توان این وقایع را در شمار وقایع کاتاستروفی طبقه‌بندی کرد.

واژگان کلیدی: نظریه کاتاستروف، مدل اریفر، فرایندهای بادی، طوفان گونو، جلگه مکران

مقدمه

نظریه کاتاستروف را رنه تام^۱ ریاضی‌دان فرانسوی ارائه کرد؛ تام معتقد است که نظریه کاتاستروف، یک نظریه علمی نیست بلکه زبانی برای بیان مسائل علمی است؛ اما ریاضی‌دانان معتقدند که نظریه کاتاستروف، بر بدنه قوی بخشی از ریاضیات که به‌وسیله تام و دیگران توسعه یافت، استوار شده است. این نظریه به دنبال بررسی چگونگی تغییر جواب‌های سیستم معادلات در ازای تغییر پارامترهای سیستم است. وقتی پارامترها تغییر پیدا می‌کنند، ممکن است جواب‌ها از یک مقدار به مقدار دیگر جهش کند که این جهش، کاتاستروف نامیده می‌شود (عباسی‌نژاد و محمدی، ۱۳۸۱). بسیاری از پدیده‌های طبیعی از جمله قوانین جاذبه و حرکت نیوتن، نظریه الکترومغناطیسی و قانون نسبیت عمومی، با معادلات دیفرانسیل قابل بیان هستند؛ با وجود این، در بیان پدیده‌هایی که دستخوش تغییرات ناگهانی و ناپیوسته می‌شوند، معادلات دیفرانسیل محدودیت ذاتی دارند. نظریه کاتاستروف از توپولوژی مشتق شده است و مسئله پیش روی آن، بررسی انواع تعادل‌ها و نحوه انتقال از یک تعادل به تعادل دیگر سیستم است. به بیان دیگر تغییر ماهیت توپولوژیکی یک سیستم وقتی که اختلال^۲ اندکی در سیستم ایجاد می‌شود، موضوع بررسی در نظریه کاتاستروف است (عباسی‌نژاد و محمدی، ۱۳۸۱).

کاتاستروفیسم منشأ تشکیل لندفرم‌های سطح زمین را به یک یا چند عمل آنی از جمله طوفان نوح، زلزله و فعالیت آتش‌فشانی نسبت می‌دهد (دیویس^۳، ۱۹۶۹). در قرن هجده، بوفون زمین‌شناس بزرگ فرانسوی در کتاب مشهور خود به نام "ادوار طبیعت" ثابت کرد که در پایان هر یک از این ادوار، سانحه عظیمی رخ می‌داده است مانند فوران آتش‌فشان‌ها، زمین‌لرزه‌ها، طغیان‌های آب و ... که سطح زمین را کاملاً تغییر می‌داده و همه موجودات زنده را نابود می‌ساخته است (نادرصفت، ۱۳۶۶). تاریخچه زمین آشکارا ترکیبی است از وقایع کاتاستروف و تدریجی؛ پذیرش وقایع کاتاستروف به معنی ردّ وقایع تدریجی نیست. تشخیص این موضوع نیز مهم است که بدانیم کاتاستروفیست‌ها به‌هیچ‌وجه قوانین اصل یکنواختی را انکار نمی‌کنند (گودی^۴، ۲۰۰۶: ۱۲۲).

معتقدین پارادایم یکنواختی طی ۲۰۰ سال اخیر مکرراً در توضیح لندفرم‌ها ناموفق بوده‌اند لذا بحث استفاده از گزینه‌ای دیگر که همان پارادایم کاتاستروف است، مطرح می‌گردد. به گفته وان‌دین^۵ (۱۹۸۵) فرایندهای ژئومورفولوژیکی کاتاستروفیک، عمدتاً ناشی از اقلیم‌اند. تغییرات اساسی در لندفرم‌های موجود، نیازمند نیروهای عظیمی است که توسط تغییرات حدی اقلیمی تأمین می‌شود. تقریباً همه سازوکارهای خاص، مبتنی بر تجاوز انرژی از آستانه‌ای معین است که در این صورت تغییرات وسیعی به وقوع می‌پیوندد. گذر از این آستانه‌های معین ممکن است نتیجه تغییرات وسیع در حجم بارش، سرعت باد و ... باشد (ولمن و میلر^۶، ۱۹۵۹: ۵۴).

1 Rene Thom

2 Perturbation

3 Davies, 1969

4 Goudie, 2006

5 Van Dine, 1985

6 Wolman and Miller, 1959:54

مطالعات فراوانی در زمینه فرایندهای بادی حمل ذرات خاک انجام شده است (بگنولد، ۱۹۴۱؛ شپیل و وودراف، ۱۹۶۳؛ گرلی و ایورسون، ۱۹۸۵). فرسایش بادی با ویژگی‌های خاک، اقلیم و پوشش گیاهی همبستگی دارد (وودراف و سیدووی^۲، ۱۹۶۵). فرسایش‌پذیری خاک، به استحکام خاک وابسته است که آن‌ها متأثر از درصد رس موجود در خاک و پوشش گیاهی است (هارپر و همکاران^۳، ۲۰۱۰). یکی از شرایط تحقق فرایندهای بادی، پراکندگی پوشش گیاهی است؛ در بسیاری از نواحی مرطوب دنیا بادهای نیرومندی وجود دارد اما اثری از فرسایش بادی در قلمرو وزش آن مشاهده نمی‌شود زیرا هنگامی باد مؤثر است که مستقیماً به سطح زمین حمله کند اما اگر سطح زمین دارای پوشش گیاهی باشد نه تنها ریشه گیاهان، تپه‌های ماسه‌ای را نگه می‌دارند بلکه بخشی از گیاه با ایجاد ناهمواری در سطح زمین سرعت باد را کاهش می‌دهد (معمد، ۱۳۷۹). حضور لندفرم‌هایی نظیر دق، پوسته‌های شلجی و کلوتک در حفاصل پس کرانه‌های ماسه‌ای با توده‌های ماسه‌ای بالادست جلگه غربی مکران، نشان‌دهنده این مطلب است که حداقل بخشی از منابع رسوب آن‌ها از کاوش سطح جلگه توسط باد تأمین شده و آورد رسوب ساحلی از محدوده جزر و مدی در تأمین منابع رسوب این توده‌ها نقش تام ندارد (شایان و همکاران، ۱۳۹۲).

عمق باد بردگی در پاره‌ای از اراضی دشت سدیج - هیمن (بخشی از منطقه تحقیق) به بیش از ۱۵ میلی‌متر در سال بالغ می‌شود. این مقدار فرسایش معادل ۱۵۰ تن در هکتار در سال است که رقم قابل توجهی است (اختصاصی، ۱۳۸۵). جهش‌های افزایشی و ناگهانی میزان بارندگی مناطق خشک منجر به جهشی افزایشی در درصد و تراکم پوشش گیاهی این مناطق می‌شود که به نوبه خود کاهش عملکردی فرایندهای بادی را به همراه خواهد داشت. از وقایع اقلیمی که تأثیرات زیادی بر پوشش گیاهی بیابان‌های ساحلی شرق کشور بر جا گذاشت، طوفان گونو است؛ چنین واقعه‌ای با شدت کمتر در فروردین ۱۳۹۳ نیز در شهرستان جاسک به وقوع پیوست که احتمالاً اثرات مشابهی بر جای خواهد گذاشت. این مقاله سعی دارد ارتباط بین وقایع اقلیمی کاتاستروفیک و تغییرات شگرف ناشی از آن‌ها در وضعیت خاک و پوشش گیاهی منطقه سدیج - جگین به عنوان بخشی از جلگه غربی مکران را با فرایندهای ژئومورفولوژیک بادی منطقه مطالعه کند.

داده‌ها و روش پژوهش

محدوده تحقیق با مساحت ۱۸۸۰/۵۳ کیلومتر مربع، بین دماغه‌های بَخل و گوهرت^۴ به ترتیب در ۱۰ و ۱۰۰ کیلومتری شرق شهرستان جاسک واقع شده است. به نحوی که توسط این زبانه‌های کوهستانی از جلگه‌های اطراف جدا شده است. مختصات جغرافیائی آن ۵۲° ۵۷' تا ۲° ۵۹' طول شرقی و ۳۱° ۲۵' تا ۵۰° ۲۵' عرض شمالی است (شکل ۱).

1 Babnold, 1941;Chepil and Woodruff, 1963;Greeley and Iversen, 1985

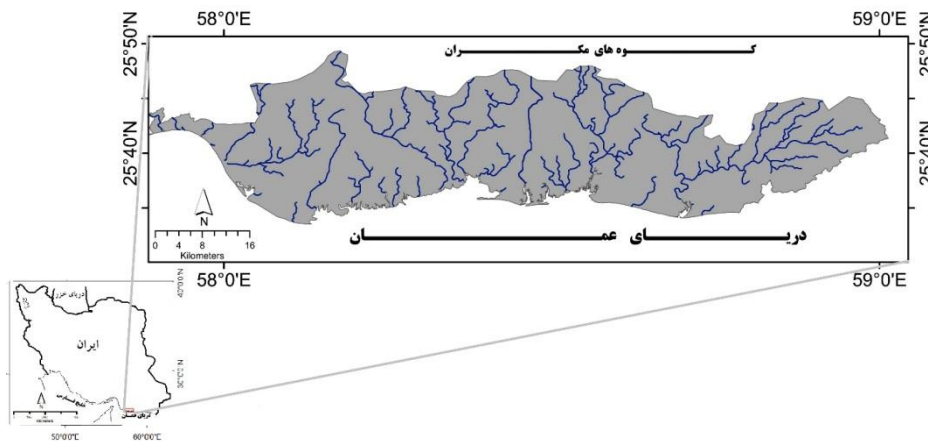
2 Woodruff and Siddoway, 1965

3 Harper et al., 2010

4 Gohert

تأثیر وقایع اقلیمی حدی بر فرآیندهای ژئومورفولوژیکی بادی ... / ۵۷

از نظر ارتفاعی محدوده مورد مطالعه منطقه پست ساحلی است که اختلاف ارتفاع چندانی در نقاط مختلف آن مشاهده نمی‌شود. حداکثر پستی و بلندی به کمتر از ۲۰ متر می‌رسد؛ که بخشی از آن مربوط به ناهمواری‌های نئوژن بخش شمالی محدوده مطالعاتی و یا پادگانه‌های رودخانه‌ای است. ارتفاع متوسط محدوده مطالعاتی در حدود ۸ متر از سطح دریا برآورد شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیائی منطقه تحقیق

متوسط بارندگی منطقه به استناد آمار بارندگی ایستگاه سینوپتیک جاسک در طول دوره آماری ۱۳۸۲-۱۳۶۴ در حدود ۱۳۲/۶ میلی‌متر در سال برآورد شده است که بیشینه آن در حدود ۲۶۴/۱ میلی‌متر و کمینه آن در حدود ۱۷/۱ بوده است (اختصاصی و همکاران، ۱۳۸۵). حداقل دمای که طی ۲۰ سال گذشته در ایستگاه جاسک به ثبت رسیده ۸ درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن ۴۴/۸ است. میانگین دمای سالیانه در این ایستگاه ۲۷/۰۱ است که این رقم در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور به‌عنوان گرم‌ترین ماه‌های سال به ۳۲ درجه و در دی‌ماه به‌عنوان سردترین ماه سال به ۲۰/۵۹ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

داده‌های تحقیق شامل توزیع فضائی لندفرم‌های ژئومورفولوژی و توده‌های ماسه‌ای، آمار بارندگی منطقه و امتیاز عوامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی و ناهمواری، سرعت و وضعیت باد، عامل خاک و پوشش غیرزنده، تراکم و نوع پوشش گیاهی، اشکال فرسایش بادی، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی، مدیریت و استفاده از اراضی در هر یک از واحدهای کاری است. این داده‌ها به کمک مدل اریفر^۱ و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان ابزار و طی بازدیدهای میدانی در واحدهای

کاری برآورد شد. سایر ابزارهای استفاده‌شده در این تحقیق عبارت‌اند از: GPS و Arc GIS.

پس از مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌آوری کتاب‌ها، اسناد، مدارک و نقشه‌های مورد نیاز، مطالعه در گام‌های زیر پیگیری شد.

گام اول: در این گام، علاوه بر بررسی ویژگی‌های عمومی منطقه، نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژی نیز تهیه شد.

گام دوم: در این گام با استفاده از معادلات تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر نوسانات بارندگی، تغییرات پوشش گیاهی منطقه در نتیجه وقایع حدی اقلیمی طوفان گونو در خرداد سال ۱۳۸۶ و بارندگی‌های فروردین ۱۳۹۳، برآورد گردید. با مراجعه به تحقیقات سایر محققین و تشابهات اقلیمی، رابطه ارائه‌شده توسط عبدلهی و همکاران (۱۳۹۰)، به این منظور انتخاب شد (رابطه ۱).

$$Y = 0.043 X1 + 5.25 \quad (1)$$

در این معادله:

Y: درصد تاج پوشش و X1: میزان بارش سالانه (در این مورد بارش واقعه حدی) است.

به‌منظور پرهیز از خطا در برآورد پوشش گیاهی، لندفرم‌هایی نظیر بدلدن، تپه شاهد‌ها، جلگه رسی و ... که به دلایلی غیر از اقلیم فاقد پوشش گیاهی بوده و یا پوشش گیاهی آن‌ها ناچیز است، در مطالعه داخل نشده و سنجش بر اراضی ماسه‌ای متمرکز شد.

گام سوم: با استفاده از مدل اریفر و امتیازدهی به هر یک از عوامل فرسایشی در لندفرم‌های ژئومورفولوژی، فرسایش بادی در بازه زمانی قبل از وقایع حدی گونو و بارش‌های فروردین ۹۳ مورد ارزیابی قرار گرفت (اکبریان، ۱۳۸۲). لازم به ذکر است برای ارزیابی دقیق‌تر عوامل فرسایشی، با توجه به مساحت لندفرم‌ها، هر عامل در سه نقطه متفاوت بررسی شده و متوسط امتیازهای مکتسبه به‌عنوان امتیاز عامل در لندفرم لحاظ گردید. برای برآورد پتانسیل رسوب‌دهی فرسایش بادی با استفاده از مدل اریفر، از رابطه ارائه‌شده بین درجه رسوب‌دهی و میزان تولید رسوب (اختصاصی، ۱۳۸۵) که در زیر آمده است، استفاده شد (رابطه ۲).

$$Qs = 41 [EXP (0.05R)] \quad (2)$$

در این معادله:

Qs: میزان رسوب‌دهی سالانه برحسب تن در کیلومتر مربع در سال و R: درجه رسوب‌دهی (مجموع امتیازات عوامل نه‌گانه مؤثر در فرسایش) است.

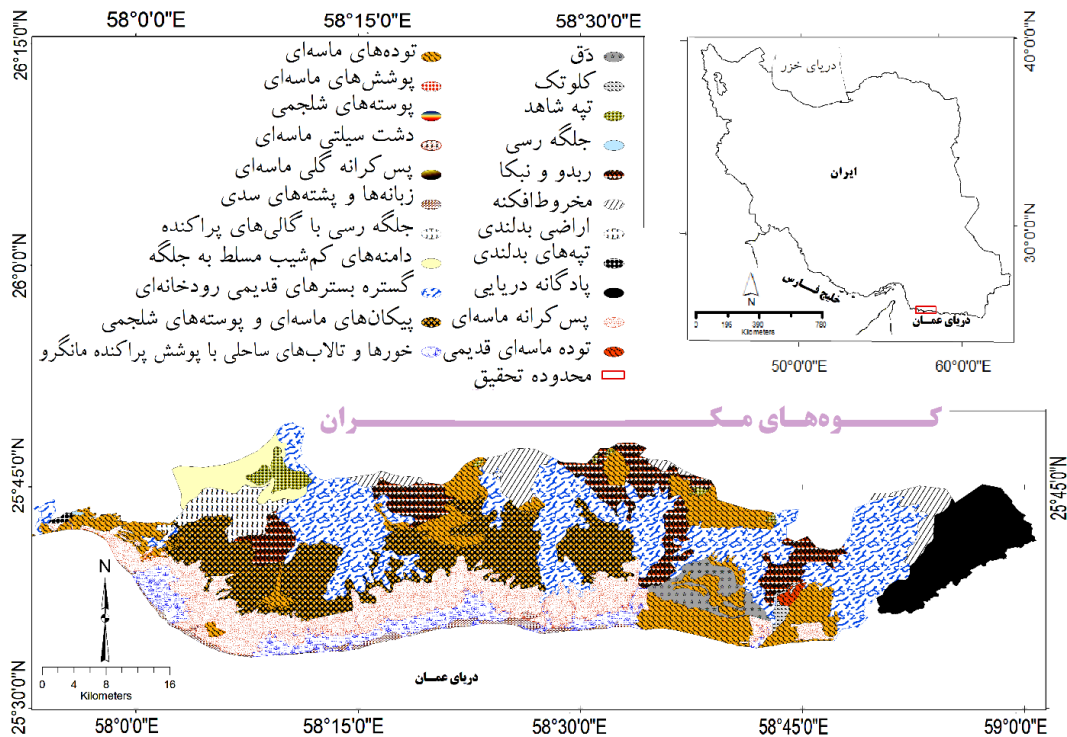
گام چهارم: در این گام با استفاده از جدول ۱، ارائه‌شده توسط اختصاصی و احمدی (احمدی، ۱۳۸۷) در مدل فرسایشی اریفر و یافته‌های گام ۲، ابتدا تأثیر تغییرات ایجادشده در وضعیت پوشش گیاهی بر عملکرد فرسایش بادی منطقه محاسبه‌شده و سپس با کسر امتیازات جدید پوشش از داده‌های گام سوم با استفاده از جدول ۱، وضعیت جدید فرسایش بادی پس از وقایع اقلیمی برآورد گردید.

جدول ۱- نحوه امتیازدهی معیارهای مؤثر در فرسایش بادی به روش اریفر ۱ (احمدی ۱۳۸۷)

دامنه امتیاز	چگونگی امتیازدهی شاخص‌ها
۰-۵ (-۵)	انبوهی تاج پوشش گیاه مؤثر سطح خاک بیش از ۷۰ درصد با توزیع یکنواخت یا عمود بر جهت باد
۰-۵	انبوهی تاج پوشش گیاهی مؤثر سطح خاک ۲۵-۷۰ درصد با توزیع یکنواخت تا ردیفی عمود و یا مایل نسبت به جهت باد
۵-۱۰	انبوهی تاج پوشش گیاهی مؤثر ۱۰-۲۵ درصد با توزیع یکنواخت، یا نواری عمود و یا مایل در امتداد بادهای اصلی
۱۰-۱۵	انبوهی تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد با توزیع یکنواخت و یا نواری در راستای باد و یا عمود بر آن

بحث و یافته‌ها

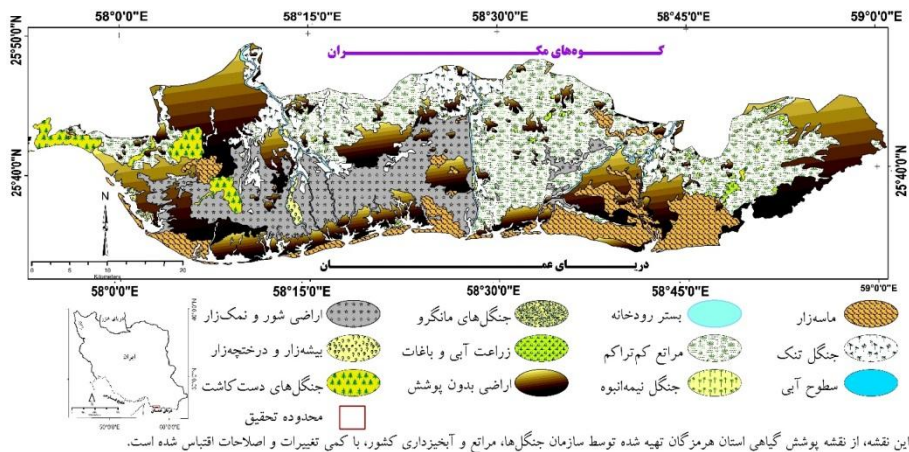
گستره بسترهای قدیمی رودخانه‌ای و نیز پیکان‌های ماسه‌ای و نیکاه‌ها، بیشترین سطح جلگه را شامل می‌شود. توده‌های ماسه‌ای نیز علاوه بر سطح جلگه، در بخش‌های خاصی از نوار ساحلی، به موازات ساحل و چسبیده به پیش کرانه جزر و مدی تشکیل شده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت و پراکنش جغرافیایی توده‌های ماسه‌ای در نوار ساحلی و سطح جلگه

بخش زیادی از سطح جلگه را مراتع کم تراکم تشکیل داده است. این پوشش گیاهی مرتعی که بر خاکی با بافت سبک مستقر شده (دباغ، ۱۳۸۱)، توان آن را دارد که با مساعدتر شدن وضعیت اقلیمی و بارندگی، پوشش متراکم‌تری را به وجود آورد (شکل ۳).

چرخند حاره‌ای گونو از نوع پیش موسمی است که در سال ۱۳۸۶ از منطقه همرفتی پایدار در خاور دریای مکران منشأ گرفت (فریتز و همکاران، ۲۰۰۷). سرعت طوفان گونو در سواحل ایرانی دریای عمان، حدود ۲۰ کیلومتر در ساعت بود که طی ۵۰ سال گذشته در این منطقه بی سابقه بوده است؛ باد ناشی از آن بیش از ۲۰۰ کیلومتر در ساعت سرعت داشت و در جنوب خاوری ایران با بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت با سواحل برخورد کرد (صالحی پورمیلانی و همکاران، ۱۳۹۱). بسیاری از روستاهای شهرستان چابهار و جاسک و روستاهای جنوب استان کرمان تحت تأثیر این طوفان و در معرض سیل و آب گرفتگی قرار گرفتند (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۹).



شکل ۳- نقشه پراکنش فرم‌های گیاهی و تراکم آن‌ها در بخش غربی جلگه ساحلی مکران

میزان بارش ایستگاه‌های ساحلی در این دوره بسیار زیاد بود به گونه‌ای که مجموع بارش در زمان رخداد طوفان گونو، در ایستگاه جاسک ۱۶۰/۸ میلی‌متر است. با در نظر گرفتن این مسئله که میانگین بارش سالانه جاسک در دوره آماری ۱۳۸۲-۱۳۶۴ در حدود ۱۳۲/۶ میلی‌متر در سال برآورد شده است (م.م.ره‌پویان سبز ایستاتیس، ۱۳۸۵)، رخداد این میزان بارش در طی ۳ روز، بیش از کل بارش یک سال در این ایستگاه است. جدول ۲، برآورد درصد افزایش پوشش گیاهی در اثر وقایع حدی اقلیمی گونو و فروردین ۹۳ و شکل ۴، نمایی از پوشش گیاهی منطقه تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۲- برآورد درصد افزایش پوشش گیاهی در اثر وقایع حدی اقلیمی گونو و فروردین ۹۳ در منطقه تحقیق

واقع اقلیمی	بارندگی (میلی‌متر)	برآورد افزایش پوشش گیاهی (درصد)
طوفان گونو (خرداد ۸۶)	۱۶۰/۸	۱۲/۲
* بارندگی‌های فروردین ۹۳	۶۳/۵	۸

* بر اساس آمار سازمان هواشناسی، مجموع بارندگی سال آبی جاری جاسک با احتساب بارش فروردین‌ماه، به ۱۷۴/۴ میلی‌متر رسید که بیش از ۴۰ میلی‌متر از متوسط سالانه بیشتر است.



شکل ۴- نمایی از پوشش گیاهی منطقه، راست: قبل از طوفان گونو، چپ: شش ماه پس از وقوع طوفان

تأثیر وقایع اقلیمی حدی بر فرآیندهای ژئومورفولوژیکی بادی ... / ۶۱

جدول ۳ امتیازات عوامل نه گانه مؤثر در فرسایش خاک در روش اریفر را به همراه طبقه فرسایش بادی در لندفرم‌های ژئومورفولوژی و کل عرصه مورد بررسی، به صورت متوسط و در شرایط عادی اقلیمی نشان می‌دهد.

جدول ۳- امتیازات عوامل مدل اریفر به همراه طبقه فرسایش و رسوب ویژه بادی در لندفرم‌ها

رسوب دهی سالانه Ton/km ² /year	کیفیت فرسایش	امتیاز عوامل مؤثر در فرسایش بادی در مدل اریفر										لندفرم
		مديريت و استفاده از جمع	اراضي (۵-۱۵) رفع و پراکنش نهشته‌های	بادی (۰-۱۰)	رطوبت خاک (۰-۱۰)	تأثیر فرسایشی سطح خاک (۰-۲۰)	پوشش گیاهی (۱۵)	ساختار و پوشش سطح آن (۰-۵)	سرعت و وضعیت باد (۱۵ تا ۵)	شکل اراضی و (۰-۲۰)	پستی و بلندی (۰-۱۰)	
۱۶۵۴۱	خیلی زیاد	۱۲۰	۱۵	۱۰	۱۰	۲۰	۱۳	۱۴	۱۸	۱۰	۱۰	توده‌های ماسه‌ای
۲۶۰۱	زیاد	۸۳	۱۳	۸	۴	۱۰	۷	۶	۱۸	۱۰	۷	پس کرانه ماسه‌ای
۸۲۱۴	خیلی زیاد	۱۰۶	۱۵	۹	۸	۱۸	۶	۱۴	۱۸	۱۰	۸	بسترهای قدیمی رودخانه‌ای
۹۰۷۸	خیلی زیاد	۱۰۸	۱۵	۹	۸	۱۸	۱۳	۱۴	۱۸	۱۰	۸	ربدو و نیکا
۹۰۷۸	خیلی زیاد	۱۰۸	۱۴	۹	۸	۱۷	۱۱	۱۳	۱۸	۱۰	۸	پیکان‌های ماسه‌ای و پوسته‌های شلجی

تأثیر تغییرات ایجاد شده در وضعیت پوشش گیاهی بر عملکرد فرسایش بادی منطقه و وضعیت جدید فرسایش بادی پس از وقایع اقلیمی در جدول ۴، آورده شده است.

جدول ۴- برآورد وضعیت جدید فرسایش بادی پس از وقایع اقلیمی طوفان گونو و بارندگی‌های فروردین ۹۳ به تفکیک لندفرم‌ها

لندفرم	امتیاز پوشش گیاهی		وضعیت جدید فرسایش بعد از واقعه اقلیمی			
	زیر از واقعه اقلیمی	* بعد از واقعه اقلیمی	مجموع امتیازات عوامل اریفر	کیفیت فرسایش	رسوب دهی سالانه Ton/km ² /year	کاهش رسوب دهی سالانه Ton/km ² /year
توده‌های ماسه‌ای	۱۳	۸	۱۱۵	خیلی زیاد	۱۲۸۸۲	۳۶۵۴
پس کرانه ماسه‌ای	۷	۴/۵	۸۰	زیاد	۲۲۳۹	۳۶۲
بسترهای قدیمی رودخانه‌ای	۶	۴	۱۰۴	خیلی زیاد	۷۴۳۲	۷۸۲
ربدو و نیکا	۱۳	۸	۱۰۳	خیلی زیاد	۷۰۷۰	۲۰۰۸
پیکان‌های ماسه‌ای و پوسته‌های شلجی	۱۱	۶/۷	۱۰۳/۷	خیلی زیاد	۷۳۲۲	۱۷۵۶

* برای محاسبه امتیاز عامل پوشش گیاهی در مدل اریفر بعد از واقعه اقلیمی، ابتدا با توجه به جدول ۱، امتیاز عامل قبل از واقعه اقلیمی به درصد تاج پوشش تبدیل شد، با درصد افزایش پوشش بعد از واقعه اقلیمی (جدول ۲) جمع و امتیاز مربوطه از جدول ۱، استخراج گردید.

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌ها، میزان رسوب‌دهی سالانه لندفرم‌ها بین ۳۶۲ تا ۳۶۵۹ تن بر کیلومتر مربع در سال در مورد طوفان گونو کاهش داشته و پیش‌بینی می‌شود بین ۲۷۱ تا ۲۷۹۴ تن بر کیلومتر مربع در سال در مورد بارش‌های فروردین ۹۳ کاهش یابد. این بارش‌ها هرچند جزو وقایع حدی اقلیمی محسوب می‌شوند که تغییرات زیادی را در پوشش گیاهی و بالطبع آن بر فرسایش بادی منطقه داشته‌اند، تغییرات حاصله به اندازه‌ای نبوده است که طبقه‌های کیفیت فرسایشی لندفرم‌های منتخب را تغییر دهد. به بیان دیگر وقایع اقلیمی استثنائی هرچند باعث کاهش فاحش رسوب‌دهی بادی لندفرم‌ها در جلگه غربی مکران شده‌اند، لیکن این تغییر چنان بزرگ نیست که باعث تغییر در عملکرد فرسایشی باد بر سطح جلگه شود و نمی‌توان این وقایع را در شمار وقایع کاتاستروفی طبقه‌بندی کرد. این نتایج با یافته‌های تحقیقاتی که در زمینه نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی انجام شده است، همخوانی دارد: محمودی (۱۳۸۴) میزان حرکت تپه‌های ماسه‌ای منطقه را ۲۰۰ متر در سال تعیین کرده و کاهش میزان پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۴ میلادی را دلیل افزایش میزان رفت‌و‌روب بادی اعلام کرد. هیکر و همکاران^۱ (۲۰۰۷)، در مقایسه عملکرد تخریب اراضی جنگلی با آتش‌سوزی در منطقه شمال نیومکزیکو، نقش تخریب اراضی جنگلی را مشابه آتش‌سوزی در افزایش فرسایش بادی عنوان کردند. ریکسن و همکاران^۲ (۲۰۰۳)، در بررسی مکان‌های آزمایشی حفاظت خاک و کاهش فرسایش بادی در شمال‌غربی اروپا، با ذکر این مطلب که فرسایش بادی در قاره اروپا فراگیر نیست، ترغیب کشاورزان به جنگل‌کاری در اراضی زراعی را عامل مناسبی در کاهش میزان فرسایش بادی ذکر کردند. هارپر و همکاران^۳ (۲۰۱۰)، فرسایش‌پذیری خاک را به استحکام خاک که آن‌هم متأثر از درصد رس خاک و پوشش گیاهی است، وابسته دانستند. کوک و دورکمپ^۴ (۱۳۷۸)، فرایندهای بادی را در جاهایی که نسبتاً پوشش گیاهی ندارند نظیر اراضی خشک و نیمه‌خشک مؤثرتر می‌داند. طبق نتایج سعدالدین و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی جنوب دشت ورامین به کمک مدل اریفر، بهبود امتیاز عوامل مؤثر در خطر فرسایش بادی ناشی از سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی به اندازه‌ای نیست که به بهبود کلاس امتیازات منجر شود.

منابع و مآخذ

- ۱- احمدی، حسن، (۱۳۸۷)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۲، بیابان-فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- اختصاصی، محمدرضا، (۱۳۸۵)، طرح کنترل کانون بحرانی سد-بیچ-هیمن، جلد ۴ مطالعات فرسایش و رسوب، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.
- ۳- اکبری، محمد، (۱۳۸۲)، الحاقیه گزارش فرسایش و رسوب طرح تفضیلی اجرائی تثبیت شن و بیابان‌زدائی چنالی - سد بیچ و

1 Whicker et. al. 2007

2 Riksen et al., 2003

3 Harper et al., 2010

4 Cooke and Dornkamp

بیاهی، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.

۴- دباغ، عبدالله، (۱۳۸۱)، طرح تفصیلی اجرائی تثبیت شن و بیابانزدائی چنالی - سدیح و بیاهی، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.

۵- سعدالدین، امیر، اخضری، داود، نورا، نادر، (۱۳۸۹)، پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی جنوب دشت ورامین، پژوهش‌های حفاظت آب‌و‌خاک، ۱۷:۱، صص ۸۰-۶۳.

۶- شایان، سیاوش، یمانی، مجتبی، شریفی کیا، محمد، مقصودی، مهران، اکبریان، محمد، (۱۳۹۲)، پایش جابجایی توده‌های ماسه‌ای در پس‌کرانه‌های ساحلی نمونه موردی: ساحل غربی جلگه مکران، مجموعه مقالات دومین همایش انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، صص ۱۷-۱۳.

۷- صالحی پورمیلانی، علیرضا، نژاد افضل، کرامت، بیاتانی، فاطمه، (۱۳۹۱)، بررسی طوفان گونو و تأثیرات آن بر ژئومورفولوژی خطوط ساحلی دریای مکران با استفاده از سنجش‌ازدور، علوم زمین، ۸۳، صص ۳۲-۲۳.

۸- عباسی‌نژاد، حسین، محمدی، شاپور، (۱۳۸۱)، نظریه کاتاستروف و کاربرد آن در اقتصاد، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۲، صص ۲۸-۱۱.

۹- عبدالهی، جلال، ارزانی، حسین، نادری، حسین، (۱۳۹۰)، بررسی تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر نوسانات بارندگی در مراتع استپی منطقه ابراهیم‌آباد استان یزد، پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، شماره ۹۰، صص ۷۲-۶۸
۱۰- کوک، آر. یو، دورکمپ، جی.سی.، (۱۳۷۸)، ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، جلد دوم، ترجمه شاپور گوردیزی‌نژاد، انتشارات سمت.

۱۱- مهندسین مشاور ره‌پویان سبز ایستاتیس، (۱۳۸۵)، گزارش‌های پایه طرح کانون بحرانی فرسایش بادی سدیح-هیمن، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان.

۱۲- لشکری، حسن، کیخسروی، قاسم، (۱۳۸۹)، تحلیل سینوپتیکی طوفان گونو و اثرات آن بر جنوب شرق ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳۹، صص ۲۰-۱.

۱۳- محمودی، شبنم، (۱۳۸۴)، بررسی تغییرات طبیعی تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۶۹، رامشت، محمدحسین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان

۱۴- معتمد، احمد، (۱۳۷۹)، ژئومورفولوژی، جلد سوم (فرآیندهای دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی)، انتشارات سمت.

۱۵- نادرصفت، محمدحسین، (۱۳۶۶)، نظریه‌های اساسی در ژئومورفولوژی، رشد آموزش جغرافیا، ۱۱، صص ۳۱-۲۵.

16-Bagnold, R.A., (1941), The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Methuen, London.

17-Chepil, W.S., Woodruff, N.P., (1963), The physics of wind erosion and its control. Advances in Agronomy 15, pp.211-302.

18-Davies, G.L. (1969), the Earth in Decay, a History of British Geomorphology, 1578-1878, American Elsevier, New York.

19-Evans, S.G., Clague, J.J. (1997), The impact of climate change on catastrophic geomorphic processes in the mountains of British Columbia, Yukon and Alberta.

20-Fritz, H.M., Blount, C., Sokoloski, R., Singleton, J., Fuggle, A., McAdoo, B. G., Moore, A., Grass, C., Tate, B., (2007), Hurricane Katrina Storm surge distribution and field observations on the Mississippi barrier islands. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences 74 (1-2), pp.12-20.

21-Goudie, A.S., 2006, Encyclopedia of geomorphology, v. 1 A-I, Routledge Taylor & Francis Group.

22-Greeley, R., Iversen, J.D., (1985), Wind as a Geological Process on Earth, Mars, Venus and Titan. Cambridge Planetary Science Series. Cambridge University Press, Cambridge.

23-Harper, R.J., Gilkes, R.J., Hill, M.J., Carter, D.J., (2010), Wind erosion and soil carbon dynamics in south-western Australia. Aeolian Research 1, pp. 129-141

24-Riksen, M., Brouwer, F., Graaff, J. D., (2003), Soil conservation policy measures to control wind erosion in northwestern Europe, Catena 52, pp.309-326

25-Van Dine, D.F. (1985), Debris flows and debris torrents in the southern Canadian Cordillera. Canadian Geotechnical Journal 22, pp. 44-68.

26-Whicker, J.J., Pinder, J.E., Breshears, D.D., (2007), Thinning semiarid forests amplifies wind erosion comparably to wildfire: Implications for restoration and soil stability, Journal of Arid Environments, 72 (2008) pp.494-508

27-Wolman, M.G., Miller, J.P., 1959. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes, The Journal of Geology, vol. 68, issue 1, pp. 54-74.