نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹٤
صفحات ۳۰-۱۷

آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی از ماسه‌های روان بستر خشک تالاب بین‌المللی هامون در شهرستان هیرمند

صادق اصغری لفمجانی[۱]، استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زابل.
مهدی نادریان فر، دانشجوی کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه زابل.

دریافت مقاله: ۹۳/۷/۱۸ پذیرش نهایی: ۹۴/۱/۲۰

چکیده:
هجوم ماسه‌های روان و آثار تخریبی آن بلای طبیعی است و خطر عمده‌ای در زندگی بشر محسوب می‌شود. متأسفانه، با شروع خشک‌سالی و با خشک‌شدن تالاب بین‌المللی هامون در منطقه‌ی سیستان، شکل‌گیری ماسه‌های روان و هجوم آن‌ها به سکونتگاه‌های روستایی همراه با بادهای ۱۲۰ روزه حاکم بر منطقه آغاز می‌شود که بروز این پدیده مسائل متعددی را در زندگی روستاییان شهرستان هیرمند به وجود می‌آورد. براین‌اساس، شناسایی و تحلیل آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات ناشی از هجوم ماسه‌های روان در سطح روستاهای این شهرستان برای مقابله با آن اهمیت فراوانی دارد. روش تحقیق حاضر توصیفی ـ تحلیلی و مبتنی بر بررسی منابع اسنادی، بررسی‌های میدانی و تکمیل پرسشنامه‌های روستا و خانوار است. در اجرای تحقیق، ابتدا ضمن مصاحبه با کارشناسان بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، دهیاران، اعضای شوراها و خبرگان محلی، از بین ۳۰۳ روستای واقع در شهرستان هیرمند (جامعه‌ی آماری تحقیق)، ۵۶ روستای دارای مشکل ماسه‌های روان شناسایی گردید. در جمع‌آوری داده‌ها، متناسب با گستره‌ی جغرافیایی محدوده‌ی مطالعه و شرایط حاکم بر روستاهای این شهرستان به طیف گسترده‌ای از شاخص‌ها برای بررسی شدت آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی از ماسه‌های روان حاصل از فرسایش بادی توجه شد. همچنین، در تجزیه‌وتحلیل اطلاعات، مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، تحلیل‌های آماری و تحلیل‌های فضایی (برای مقایسه‌ی توأمان اطلاعات مکانی و داده های توصیفی روستاها) و نرم‌افزارهای Expert Choice، SPSS و ArcGIS استفاده گردید. براساس یافته‌های پژوهش، سطح آسیب‌پذیری روستاهای مورد مطالعه در ۳۰/۳۸ درصد از روستاها شدید یا بسیار شدید است که بخش عمده آن‌ها در قسمت‌های شمالی محدوده‌ی مطالعه و در دهستان‌های مجاور تالاب خشک هامون واقع شده‌اند. از طرف دیگر، نتایج تحقیق مؤید آن است که آثار تخریبی ماسه‌های روان در اراضی کشاورزی و شبکه‌های آبرسانی بیشتر از سایر بخش‌هاست.

واژگان کلیدی: تالاب هامون، ماسه‌های‌روان، سکونتگاه‌های روستایی، شهرستان هیرمند.

[۱]. نویسنده مسئول Email: Asghari۲۷۵۰@yahoo.com

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

مقدمه

هر سال، در سراسر جهان، مخاطرات طبیعی با شدت فراوانی رخ می‌دهند و در مواردی آسیب‌های جبران‌ناپذیری را برجای می‌گذارند (Dyke et al., ۲۰۱۱). ایران نیز جز دَه کشور اول دنیا به‌لحاظ وقوع مخاطرات طبیعی است که از کل ۳۵ مخاطره‌ی طبیعی تاکنون ۳۰ مخاطره در آن اتفاق افتاده است (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۸). دراین‌زمینه، ماسه‌های روان (یکی از انواع مخاطرات طبیعی) تغییراتی را در اوضاع زیست‌محیطی به‌وجود می‌آورد که سبب گسسته‌شدن روند زندگی مردم می‌شود. این مخاطرات تأثیرات مخربی را در سکونتگاه‌های انسانی باقی می‌گذارند و خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی گسترده‌ای بر جوامع تحمیل می‌کنند (رکن‌الدین‌افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸). علاوه‌براین، توده ماسه سبب دفن زمین‌های زراعی و مناطق مسکونی، آلودگی هوا، تخریب خاک سطحی، آسیب به حیوانات و دیگر خسارت‌های فراوان می‌شود. این امر فرایندهای بیابان‌زایی را تسریع می‌کنند و سبب خرابی‌های عظیم می‌گردند (راشکی و همکاران، ۱۳۸۹). براین‌اساس، ماسه‌های روان جزو یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است و حرکت و هجوم ماسه‌ها از عوامل تهدیدکننده‌ی جوامع انسانی به‌شمار می‌آید. در برنامه‌ریزی‌های روستایی، توجه به عرصه‌هایی که در معرض ماسه‌های روان قرار گرفته‌اند دارای اهمیت فراوان است. گفتنی است که حدود ۱۲- ۱۵ میلیون هکتار از اراضی ایران (از ۲۴ میلیون هکتار اراضی تحت فرسایش بادی) در سیطره‌ی ماسه‌ها قرار دارد (شرکت مهندسین مشاور و احیای کشاورزی تاک سبز، ۱۳۸۱) که شش میلیون هکتار آن دارای تپه‌های ماسه‌ای فعال است (رفاهی، ۱۳۸۳). دراین‌باره، مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که ۱۴ استان ایران تحت تأثیر فرسایش بادی است که، در این میان، استان سیستان و بلوچستان (با ۲۲۹۱۷۴ هکتار) بالاترین رتبه را دارد (ایرانمنش و همکاران، ۱۳۸۴). هم‌اکنون بالغ بر پنج میلیون هکتار بیابان و نزدیک به یک میلیون هکتار تپه‌ی ماسه‌ای در این استان وجود دارد که شرایط زندگی را در برخی از شهرستان‌ها به حالت بحرانی درآورده و زیست ساکنان این مناطق را با تهدیدی جدی مواجه کرده است (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۴).

شهرستان هیرمند در شمال این استان نیز از جمله مناطق تحت هجوم ماسه‌های روان است. مهم‌ترین عوامل ایجاد چنین پدیده‌ای در سطح منطقه تغییرات اقلیمی، وابستگی منطقه به آب رودخانه‌ی هیرمند، دارابودن خاک آبرفتی با لایه‌های متناوب ماسه و رس، وزش بادهای ۱۲۰ روزه، پایین‌بودن ریزش‌های جوی، دما و تبخیر بالا، فقر پوشش گیاهی، بروز خشک‌سالی‌های اخیر و فعالیت‌های نامناسب انسانی (چرادادن بیش از حد مراتع، کندن‌شدن بوته‌ها، قطع درختان گز و تاغ و رفت‌وآمد وسایل نقلیه در بستر تالاب هامون) است که منطقه را به‌صورت عرصه‌ای مناسب برای حرکت ماسه‌های روان درآورده است (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۴؛ نگارش و لطیفی، ۱۳۸۸). با توجه به آثار ماسه‌های روان در سکونتگاه‌های روستایی شهرستان هیرمند، کنترل، مدیریت و کاهش آسیب‌ها، شناسایی روستاهای آسیب‌پذیر و تحلیل آسیب‌های ناشی از هجوم ماسه‌های روان ضرورتی اجتناب ناپذیر است. به‌هرحال، در دهه‌های اخیر بحث آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی در برابر بلایای طبیعی در نتیجه‌ی تمرکز جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در نواحی وسیع و متراکم و وضعیت نابسامان و بی‌قاعده‌ی سکونتگاه‌های ساکنان کم‌درآمد در نواحی شهری و روستایی مداوم افزایش یافته است (زنگی‌آبادی و اسماعیلیان، ۱۳۹۱).

الحارثی (Al-Harthi, ۲۰۰۲) در تحقیقی با عنوان ارزیابی خطرهای تپه‌های ماسه‌ای بین جده و الیته در غرب عربستان سعودی، پس از بررسی جهت حرکت تپه‌های ماسه‌ای و بررسی مورفولوژی آن‌ها در منطقه، مخاطرات ناشی از این تپه‌های ماسه‌ای را بر روستاهای منطقه مطالعه کرد. ژائو و همکاران (Zhao et al., ۲۰۰۶) به بررسی آثار

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

ماسه‌های روان بر خاک‌های اراضی کشاورزی هورگین مغولستان پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که فرسایش بادی و ماسه‌های روان در طولانی‌مدت سبب ناباروری خاک می‌شود. هیوجن هولتز و همکاران (Hugenholtz et al., ۲۰۱۰) به بررسی پیامدهای زیست‌محیطی تثبیت تپه‌های ماسه‌های روان در دشت‌های جنوب کانادا پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که روند فعلی تثبیت ماسه‌های روان سبب کاهش فرسایش بادی می‌شود. همچنین، اقدام‌های صورت‌گرفته به‌صورت غیرمستقیم منجر به ادامه‌ی حیات و تنوع زیستی جانوران و گیاهان شده است. قدیری و همکاران (Ghadiry et al., ۲۰۱۲) نیز میزان حرکت ماسه‌های روان را در بیابان‌های غربی مصر ارزیابی کردند. نتیجه‌ی پژوهش صورت‌گرفته نشان‌دهنده‌ی آن است که ماسه‌های روان در فاصله‌ی زمانی بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۷ بین ۳ تا ۹ متر جابه‌جا شده‌اند و این جابه‌جایی در آینده متوجه سکونتگاه‌های روستایی خواهد بود. رافت و همکاران (Raafat et al., ۲۰۱۳)، به تدوین برنامه‌هایی برای کاهش آسیب‌های ناشی از هجوم ماسه‌های روان در کویت پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که، برای مدیریت اراضی خشک و کاهش آسیب‌های‌وارده براثر حرکت ماسه‌های روان، اجرای برنامه‌هایی نظیر مدیریت خطرهای خشک‌سالی و کاهش خشک‌سالی هیدرولوژیکی، مدیریت جابه‌جایی و کاهش خطرهای ماسه‌های روان الزامی است. امیراحمدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز تغییرات و جابه‌جایی‌های تپه‌های ماسه‌ای جنوب غرب سبزوار را مطالعه کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تپه‌های ماسه‌ای در طول هفت سال بین ۱۲ تا ۶۲ متر به سمت غرب و جنوب غرب در حال جابه‌جایی است. ازطرف‌دیگر، نتایج پژوهش غریب و معتمد (۱۳۸۲)، درباره‌ی تپه‌های ماسه‌ای استان سیستان و بلوچستان نشان‌دهنده‌ی آن است که فرسایش و حرکت تپه‌های ماسه‌ای مشکلات فراوانی را برای ساکنان این منطقه ایجاد کرده است. همچنین، فاضل‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی انطباق الگوی بومی توسعه کالبدی ـ فیزیکی روستای تمبکای شهرستان زابل با جهت حرکت طوفان‌های شن و ماسه پرداختند. نتایج این پژوهش بیانگر این است که وضعیت کالبدی روستای تمبکا هم‌سازی و تطبیق مناسبی برای کاهش آسیب شن و ماسه‌های روان دارد. نتیجه‌ی پژوهش صبوری و صیدایی (۱۳۹۱) درباره‌ی آسیب‌پذیری روستاهای ساحلی دریای عمان در برابر حرکت ماسه‌های روان نیز نشان می‌دهد که ۱۷ روستا در محدوده‌ی مطالعه در طبقه‌ی سکونتگاه‌های با آسیب‌پذیری زیاد و ۱۶ روستا در طبقه‌ی سکونتگاه‌های با آسیب‌پذیری متوسط و ۲۲ روستا در طبقه‌ی سکونتگاه‌های با آسیب‌پذیری کم قرار دارند. همچنین، مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) به تحلیل مخاطرات ناشی از ماسه‌های روان بر سکونتگاه‌های غرب دشت لوت (مطالعه‌ی موردی: روستای حجت آباد در شرق شهداد) پرداختند.

با توجه به پیشینه‌ی تحقیق، بیشتر تحقیق‌های انجام‌شده درباره‌ی ماسه‌های روان مربوط به حوزه‌های مطالعاتی دیگر (مثل آبخیزداری، بیابان‌زدایی و خاک‌شناسی) است و کمتر به آسیب‌های ناشی از ماسه‌های روان بر سکونتگاه‌های روستایی پرداخته‌اند. ازاین‌رو، پژوهش حاضر در چارچوب نگرش سیستمی، ضمن تحلیل آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان هیرمند در برابر هجوم ماسه‌های روان، درپی پاسخ به سؤال‌های اساسی زیر است:

الف) روستاهای شهرستان هیرمند از نظر شدت آسیب‌پذیری در برابر هجوم ماسه‌های روان چه اختلافی با یک‌دیگر دارند؟

ب) تأثیرگذاری ماسه‌های روان در روستاهای محدوده‌ی مطالعه در چه ابعادی شدیدتر است؟

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

داده‌ها و روش کار

شهرستان هیرمند در شمال شرق استان سیستان و بلوچستان و از شهرستان‌های واقع در منطقه‌ی سیستان است. محدوده‌ی مطالعه از شرق و شمال با کشور افغانستان و از جنوب و غرب به‌ترتیب با شهرستان‌های زهک و زابل هم‌جوار است. این شهرستان دارای ۲ بخش، ۵ دهستان و ۳۰۳ آبادی است که بر طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، حدود ۱۴۸۵۷ خانوار و ۶۵۴۷۱ نفر جمعیت (مرکزآمار ایران، ۱۳۹۰) و وسعتی معادل ۱۱۰۰ کیلومتر مربع (استانداری سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۰: ۴۸) را شامل می‌گردد.

روش تحقیق حاضر توصیفی ــ تحلیلی و مبتنی بر بررسی منابع اسنادی، بررسی‌های میدانی و تکمیل پرسش‌نامه‌های روستا و خانوار است. جامعه‌ی آماری تحقیق کل روستاهای شهرستان هیرمند است. در اجرای تحقیق، ابتدا ضمن مصاحبه با کارشناسان بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و مصاحبه با دهیاران، اعضای شوراها و خبرگان محلی، روستاهای دارای مشکل ماسه‌های روان شناسایی گردید. همچنین، براساس نتایج حاصل از بررسی منابع اسنادی و متناسب با گستره‌ی جغرافیایی محدوده‌ی مطالعه و شرایط حاکم بر روستاهای این شهرستان، مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها و شاخص‌ها در دو سطح تأثیرگذار و تأثیرپذیر برای بررسی شدت آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی از ماسه‌های روان (حاصل از فرسایش بادی) تعیین گردید (جداول ۱ و ۲).

در پژوهش حاضر، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به‌دلیل استفاده‌ی هم‌زمان از داده‌های کمی و کیفی و انعطاف‌پذیری و دقت آن استفاده شد. بنابراین، به کمک روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) با به‌کارگیری مجموعه‌ای از ۵۴ شاخص، وزن‌دهی به هرکدام در سطوح گوناگون و ترکیب آن‌ها به شناسایی سکونتگاه‌های آسیب‌پذیر و طبقه‌بندی آن‌ها اقدام گردید. دراین‌زمینه، برای تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های مؤثر در سطح تأثیرگذاری ماسه‌های روان، از مقایسه‌ی دوبه‌دوی عوامل استفاده شد. در این مطالعه، گروه‌های تصمیم‌ساز شامل ۱۲ نفر از نخبگان (اساتید دانشگاه)، کارشناسان یا مدیران توسعه‌ی روستایی و کشاورزی بودند. براین‌اساس، ضمن مقایسه‌ی دوبه‌دوی عوامل مؤثر در سطح تأثیرگذاری ماسه‌های روان (براساس آرایِ دریافتی از نخبگان، کارشناسان یا مدیران)، اهمیت نسبی عوامل مطرح در سطح تأثیرگذاری ماسه‌های روان تعیین گردید. برای تعیین شدت آسیب‌پذیری ناشی از هجوم ماسه‌های روان در سطح روستاها، براساس مدل استفاده‌شده، مراحل گوناگونی شامل تشکیل ماتریس ارزیابی، تعیین وزن شاخص‌های مرتبط (در محیط Expert Choice) و استانداردکردن داده‌ها (در محیط ArcGIS) صورت گرفت. برای تبدیل داده‌های خام به نمره‌های استانداردشده، از فرمول‌های زیر استفاده شده است:

$$Y_{ij} = (X_{ij} - X_j^{min}) / (X_j^{max} - X_j^{min})$$ رابطه‌ی ۱

$$Y_{ij} = (X_j^{max} - X_{ij}) / (X_j^{max} - X_j^{min})$$ رابطه‌ی ۲

برای جمع‌بندی داده‌ها نیز از روش ترکیب وزنی[۱] استفاده شد که رابطه‌ی استفاده‌شده در این روش به‌صورت زیر است:

$$Z_i = \sum_j W_j X_{ij}$$

Z_i = شدت آسیب‌پذیری ارزیابی‌شده برای روستای i (i= ۱ ، ۲ ، ۳ ، ... ،m)؛

۱. Additive Weighting Method

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

W_j= وزن شاخص j ؛

X_{ij} = نمره‌ی استانداردشده شاخص j در روستای i.

پس از تعیین شدت آسیب‌پذیری ناشی از هجوم ماسه‌ها در محیط ArcGIS، روستاهای بررسی‌شده برحسب مقادیر محاسبه شده به گروه‌های گوناگونی تفکیک شدند و نقشه‌ی پراکنش روستاها بـه تفکیـک شـدت آسـیب‌پـذیری تهیـه گردیدند.

جدول ۱: مؤلفه‌ها و شاخص‌های محیطی توجه‌شده در بررسی سطح تأثیرگذاری ماسه‌های روان

مولفه‌ها	شاخص‌ها
ژئومورفولوژی	وجود ماسه‌های روان در سطح روستا، نوع تپه‌های ماسه‌ای موجود، ارتفاع تپه‌های ماسه‌ای، حجم تپه‌های ماسه‌ای، شـیب تپه‌های ماسه‌ای، جهت تپه‌های ماسه‌ای، تراکم تپه‌های ماسه‌ای
آب‌وهوا	میزان بارش، میزان خشکی هوا، سرعت باد، جهت باد، فراوانی روزهای توأم با گردوغبار ناشـی از ماسـه‌هـا، تـأثیر بـاد بـر فرسایش خاک و حرکت ماسه‌های روان.
منابع آب	وجود آب سطحی (رودخانه‌ها)، وجود آب زیرسطحی (چاهک‌ها)، کیفیت آب‌های زیرسطحی
پوشش گیاهی	میزان سبزینگی اراضی روستا، تراکم پوشش درختی در سطح روستا، میزان سبزینگی اراضی مرتبط به روستا

جدول ۲: مؤلفه‌ها و شاخص‌های کالبدی فضایی توجه‌شده در بررسی سطح تأثیرپذیری از ماسه‌های روان

مولفه‌ها	شاخص‌ها
کاربری فعلی اراضی	میزان اراضی زراعی خانوار، درصد اراضی زراعی زیر پوشش ماسه‌های روان، میـزان اراضـی بـاغی خـانوار، میزان اراضی باغی زیر پوشش ماسه‌های روان، میزان اراضی بایر، میزان اراضی رهاشـده بـراثـر ماسـه‌هـا، میزان گسترش اراضی استفاده‌نشده در دَه سال گذشته، میزان خسارات (به‌تفکیک نوع اراضی)
مساکن روستا	فراوانی مساکن آسیب‌دیده از ماسه‌ها، میزان خسارت به مساکن، میزان خسارت مالی بر کارکرد معیشـتی مسکن (جایگاه پخت نان، دام و...)، میزان خسارات بناهای مربوط بـه نگهـداری دام، میـزان خسـارت بـه بناهای مربوط به نگهداری محصولات کشاورزی، هزینه‌ی تخلیه‌ی ماسه‌ها، فراوانی مساکن رهاشده
تأسیسات زیربنایی و رفاهی	میزان خسارت به تأسیسات برق روستا، میزان خسارت به مخابرات روسـتا، میـزان آسـیب بـه واحـدهای تجاری روستا (مغازه‌ها و...)، تأثیر بر شبکه‌های زهکشی روستا، تأثیر بر واحدهای آموزشی، تأثیر بر خانـه بهداشت یا درمانگاه
شبکه معابر و راه‌های ارتباطی	سابقه‌ی مسدودشدن معابر، سابقه مسدودشدن جاده‌های مرتبط به روستا، ایجاد مشکل در تـردد وسـایل نقلیه، ایجاد مشکل در رفت‌وآمد مردم در سطح معابر، میزان هزینه برای نگهداری جاده‌ها و معابر، میـزان خسارت به تابلوها و علائم رانـدگی، میـزان هزینـه‌هـای پـاک‌سـازی معـابر روسـتا، میـزان هزینـه‌هـای پاک‌سازی جاده‌های مرتبط به روستا
منابع آب و شبکه‌های آب‌رسانی	تأثیر ماسه‌ها بر نهرها و کانال‌های آب‌رسانی، هزینه‌های لای‌روبی انهار و کانال‌ها، تأثیر ماسـه‌هـا در دفـن چاهک‌ها، تأثیر ماسه‌ها بر میزان دسترسی به منابع آب سطحی

شرح و تفسیر نتایج

الف) سطح آسیب‌پذیری روستاها و چگونگی توزیع فضایی آن‌ها

براساس یافته‌های پژوهش، از کل روستاهای دارای مشکل ماسه‌های روان، ۵۵/۳۵ درصد آن‌ها در سطح آسـیب‌پـذیری کم یا خیلی کم و ۳۰/۳۸ درصد آن‌ها نیز در سطح آسیب‌پذیری شدید یا بسیار شدید هستند (جدول ۳).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

جدول۳. فراوانی روستاها به تفکیک سطح آسیب‌پذیری آن‌ها از ماسه‌های روان.

طبقات	سطح آسیب‌پذیری	تعداد روستاها	درصد
طبقه‌ی اول	خیلی‌کم	۱۴	۲۵
طبقه‌ی دوم	کم	۱۷	۳۰/۳۵
طبقه‌ی سوم	متوسط	۸	۱۴/۲۷
طبقه‌ی چهارم	شدید	۶	۱۰/۷۴
طبقه‌ی پنجم	بسیار شدید	۱۱	۱۹/۶۴

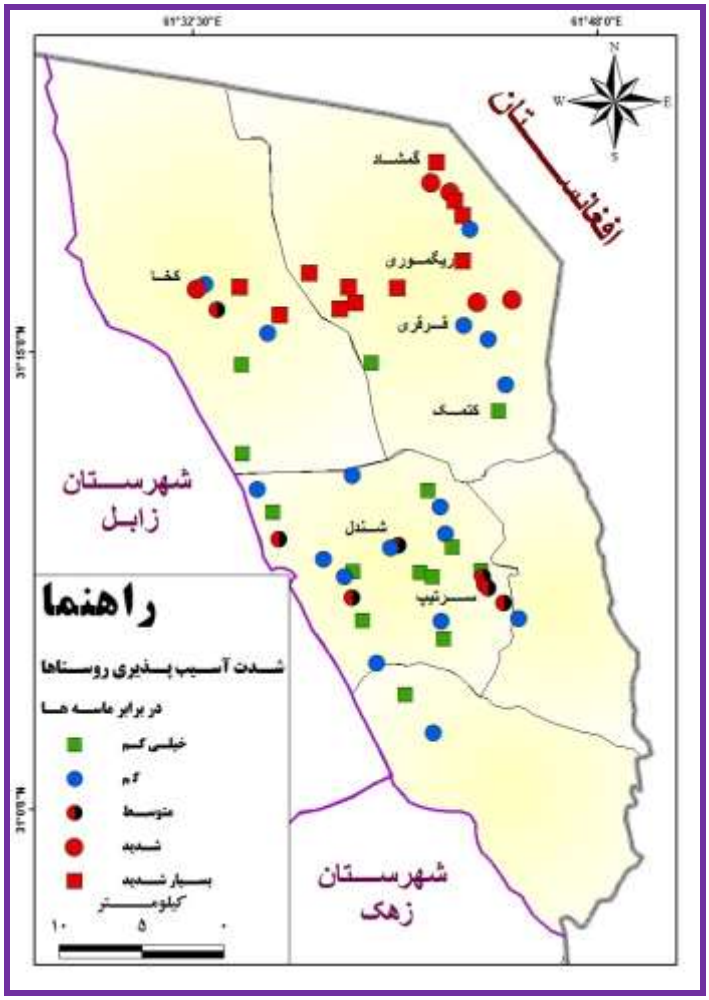
بررسی چگونگی پراکنش روستاهای مطالعه‌شده برحسب شدت آسیب‌پذیری ناشی از هجوم ماسه‌های روان نشان می‌دهد روستاهای دارای آسیب‌پذیری خیلی‌کم تا کم عمدتاً در قسمت‌های مرکزی و غرب محدوده‌ی مطالعه پراکنده‌اند. این گروه از روستاها عمدتاً به‌دلیل وجود منابع آب، وجود درختِ گز (که نهادهای دولتی در مسیرهای حرکت ماسه‌های روان کاشته‌اند) و دوری از بستر خشک تالاب هامون شدت آسیب‌پذیری کمی دارند. ازطرف‌دیگر، روستاهای دارای آسیب‌پذیری شدید و خیلی شدید نیز عمدتاً در قسمت‌های شمالی محدوده‌ی مطالعه و مجاور تالاب هامون واقع شده‌اند (شکل ۱).

در این گروه از روستاها، عوامل محیطی نظیر متوقف‌شدن جریان آب ورودی به تالاب هامون، وزش بادهای ۱۲۰ روزه، فعالیت ژئومورفولوژیکی گسترده ماسه‌های روان و کاهش شدید تراکم پوشش گیاهی و درختی در اطراف و سطح روستاها به‌علت خشک‌سالی نقش اساسی در سطح آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی دارند. علاوه‌بر موارد مذکور، منطبق‌نبودن بافت کالبدی فیزیکی روستاها با جهت حرکت ماسه‌های روان سبب انباشته‌شدن ماسه‌ها در سطح روستاها می‌گردد که این عامل نیز در شدت آسیب‌پذیری بسیاری از سکونتگاه‌های روستایی تأثیرگذار است. در این گروه از روستاها، تخریب مساکن و مسدودشدن راه‌های ارتباطی و مواصلاتی با ماسه‌ها جریان عادی زندگی را مختل می‌کند. دراین‌باره، می‌توان به آسیب‌های وارده به بیش از ۳۰ درصد واحدهای مسکونی در روستاهای آس حاجی، ریگموری و سیدخان اشاره کرد (شکل ۲). همچنین، در بخشی از روستاهای شمالی که به سرشاخه‌های رودخانه‌ی هیرمند نزدیک هستند، به‌دلیل فعالیت گسترده‌ی ماسه‌های روان، آسیب‌های جدی به انهار سنتی وارد گردیده است که استفاده‌ی مجدد آن‌ها مستلزم لای‌روبی با ماشین‌آلات مخصوص است. روستاهای قرقری و کتمک در این گروه از روستاها قرار دارد (شکل ۳).

علاوه‌براین، روستاهای با آسیب‌پذیری متوسط از ماسه‌های روان، عمدتاً به‌صورت پراکنده در قسمت‌های مرکزی محدوده‌ی مطالعه (جنوب شرق دهستان مارگان) واقع شده‌اند. در این گروه از روستاها، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان به‌راحتی با حرکت بر روی اراضی بایر در شمال روستاهای سرتیپ و غلامعلی جعفر سبب تشکیل تپه‌های ماسه‌ای (از نوع طولی) به‌صورت کریدورهایی از ماسه‌های روان شده است. این عامل زمینه را برای هجوم ماسه‌های روان به سکونتگاه‌های روستایی دیگر فراهم کرده است. گفتنی است که در شرایط کنونی بیش از ۷۰ درصد زمین‌های کشاورزی روستاهای غلامعلی جعفر و سرتیپ زیر پوشش ماسه‌های روان دفن شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]



شکل ۱: پراکنش روستاهای محدوده‌ی مطالعه به‌تفکیک شدت آسیب‌پذیری.



شکل ۲: وجود ماسه‌های روان در مجاورت مساکن روستایی (روستای ریگموری).



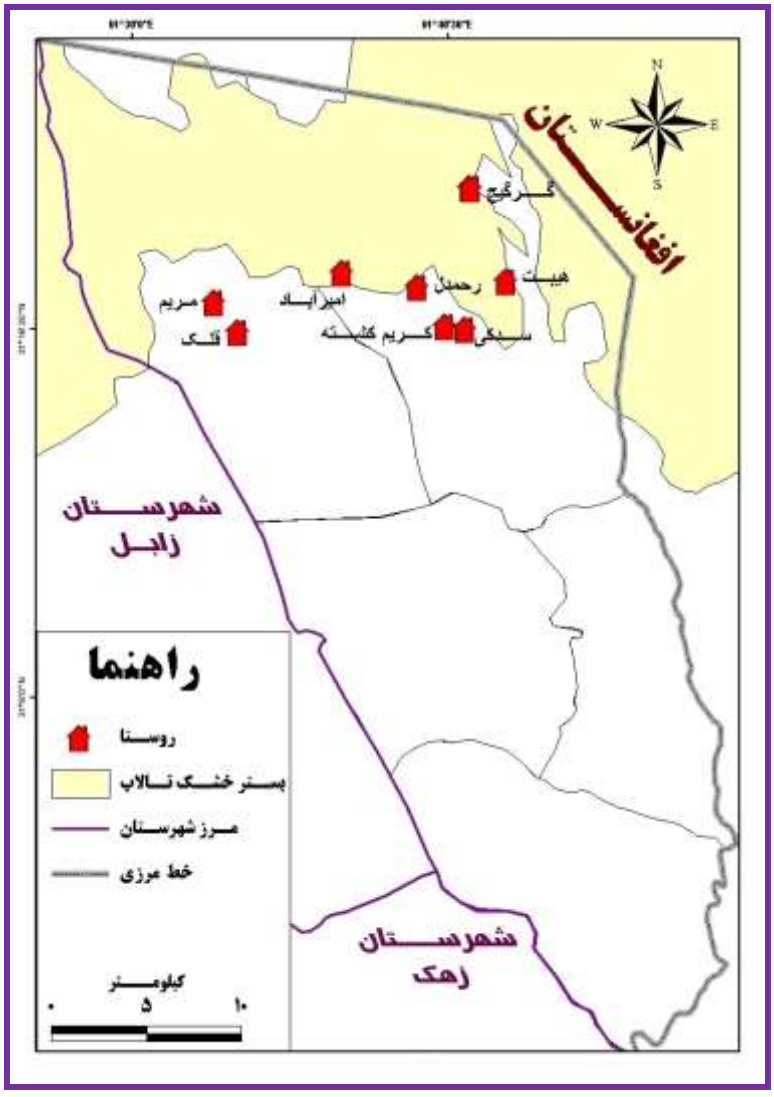
شکل ۳: آسیب ماسه‌های روان به انهار روستایی (روستای کتمک).

در کنار توجه به آسیب‌های ناشی از ماسه‌های روان در سطح روستاها، نقش بارز خدمات‌رسانی دولت در کاهش آسیب‌های واردشده در کل شهرستان هیرمند حائز اهمیت است. دراین‌زمینه، ساخت سیل‌بند، که به‌صورت کمربندی در اطراف تالاب بین‌المللی هامون قرار دارد، سبب شده که ماسه‌های روان در پشت آن‌ها انباشت شوند و این اقدام از

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

شدت آسیب‌های وارده و خطرهای احتمالی ناشی از هجوم ماسه‌های روان به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر کاسته است.

از یافته‌های دیگر پژوهش، شناسایی روستاهایی است که ماسه‌های روان در تخریب و متروک‌شدن آن‌ها نقش اساسی داشته‌اند. بررسی چگونگی پراکنش هشت روستای شناسایی شده نشان می‌دهد که همه‌ی آن‌ها در قسمت شمالی محدوده‌ی مطالعه و در مجاورت بستر خشک تالاب هامون واقع شده‌اند (شکل ۴). طبق مشاهده‌های میدانی و مصاحبه با ساکنین روستاهای مجاور، مشخص گردید که در این روستاها، حجم عظیم ماسه‌های روان مربوط به فرسایش سالیانه‌ی بستر خشک تالاب هامون سبب مدفون‌شدن اراضی کشاورزی، مسدودشدن کوچه‌ها و معابر روستاها، خسارت‌های به منازل و، نهایتاً، متروک‌شدن آن‌ها شده است.



شکل ۴: موقعیت روستاهای تخلیه‌شده براثر هجوم ماسه‌های روان.

ب) برآورد خسارت‌های ناشی از ماسه‌های روان در روستاهای محدوده‌ی مطالعه

برآورد تقریبی حجم ماسه‌های روان موجود در سطح معابر روستاها نشان می‌دهد که مجموع ماسه‌های قابل برداشت از سطح روستاهای محدوده‌ی مطالعه ۳۵۷۵ متر مکعب است که هزینه‌ی تقریبی برای تخلیه‌ی آن‌ها بالغ بر ۱۴۴ میلیون

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

تومان خواهد بود (جدول ۴). با توجه به شرایط حاکم بر منطقه، حتی در صورت پاک‌سازی معابر روستاهای محدوده‌ی مطالعه، ورود مجدد ماسه‌ها به معابر این روستاها امری بدیهی خواهد بود. به‌این‌ترتیب، برنامه‌ی تخلیه‌ی ماسه‌ها سالیانه و حتی در برخی از روستاها چند بار در سال باید اجرا گردد. این در حالی است که حجم ماسه‌های موجود در سطح اراضی کشاورزی، نهرها و کانال‌ها، ده‌ها برابر حجم فعلی برآوردشده برای شبکه‌های معابر روستاهای محدوده‌ی مطالعه است که عملاً تصور پاک‌سازی کامل آن‌ها با توجه به وجود بادهای ۱۲۰ روزه و امکان فرسایش و شکل‌گیری مجدد آن‌ها ناممکن خواهد بود.

نتایج حاصل از برآورد خسارت‌های ناشی از ماسه‌های روان در سکونتگاه‌های روستایی نشان می‌دهد که دهستان‌های مجاور بستر تالاب هامون (قرقری و اکبرآباد) دارای بیشترین خسارت هستند و، دراین‌زمینه، انهار و کانال‌ها و زمین‌های کشاورزی در بخش قرقری با ۱۷۰ میلیون تومان بیشترین خسارت را در بین دهستان‌های دیگر این شهرستان متحمل شده‌اند (جدول ۵).

جدول ۴: حجم ماسه‌های برآوردشده در معابر روستاهای مورد مطالعه و هزینه‌های تقریبی تخلیه‌ی آن‌ها

بخش	دهستان‌ها	تعداد روستاهای مورد هجوم ماسه‌ها	حجم ماسه‌های برآوردشده در معابر روستاها (متر مکعب)	هزینه‌ی برآوردشده برای تخلیه‌ی ماسه‌ها (میلیون تومان)
قرقری	قرقری	۱۶	۲۲۵۰	۹۰
	اکبرآباد	۱۰	۵۹۰	۲۴
مرکزی	دوست‌محمد	۱	۰	۰
	مارگان	۲۷	۶۹۰	۲۸
	جهان‌آباد	۲	۴۵	۲
جمع کل		۵۶	۳۵۷۵	۱۴۴

جدول ۵: برآورد خسارت‌های واردشده براثر ماسه‌های روان در سطح دهستان‌های مورد مطالعه (مقادیر برحسب میلیون تومان)

دهستان‌ها	جاده	انهار و کانال‌ها	زمین کشاورزی	مسکن
قرقری	۶	۸۰	۹۰	۶۵
اکبرآباد	۳	۶۰	۱۳	۶
دوست‌محمد	۲	۵	۷	۰
مارگان	۱	۱۳۰	۳۵	۹
جهان‌آباد	۰	۱۰	۲	۰
میزان کل خسارت	۱۲	۲۸۵	۱۴۷	۸۰

ج) مقایسه سطح تأثیرگذاری عوامل محیطی مؤثر در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان

در این تحقیق برای مقایسه‌ی سطح آثار عوامل مطرح در بروز یا تشدید نابسامانی‌های ناشی از ماسه‌های روان از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد. نتایج آزمون گواه آن است که، با سطح اطمینان ۹۹ درصد، اختلاف معناداری بین سطح تأثیرگذاری عوامل گوناگون وجود دارد (جدول ۶).

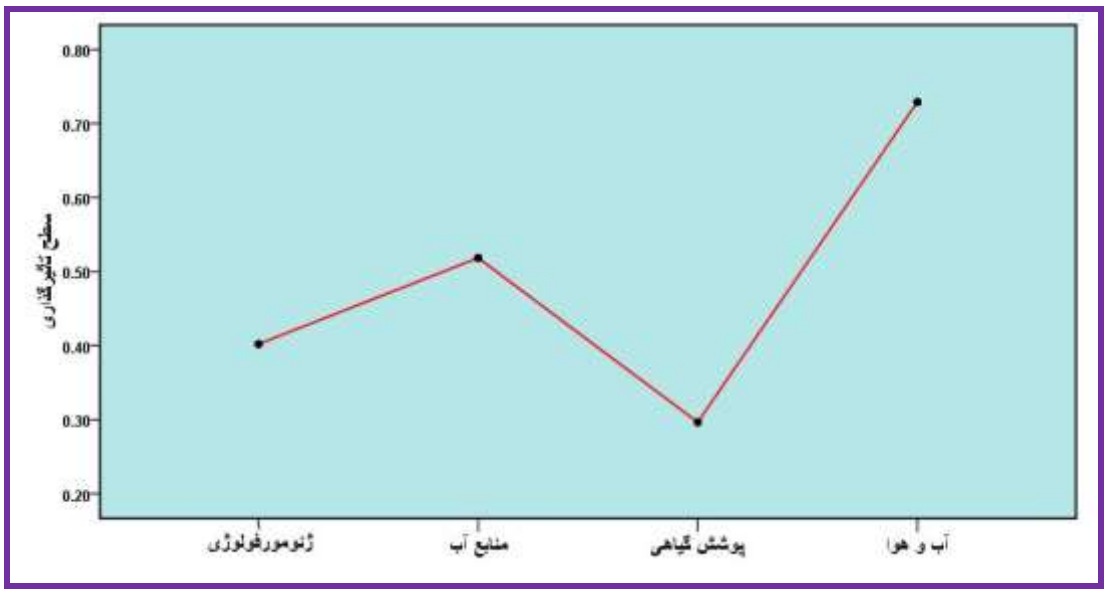
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

جدول ۶: نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه بر سطح تأثیرگذاری عوامل محیطی مطرح در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان در نقاط روستایی محدوده

شدت تأثیرگذاری	جمع مجذورات	درجه‌ی آزادی (df)	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری (Sig.)
بین گروه‌ها	٦٤/٤٩٢	۷	۸/٥٥٤	۱/۳٥۷	۰/۰۰۰
درون گروه‌ها	۱٦/٥۷۳	۲۳٦٦	۰/۰۰۷		
کل	۸۱/۰٦٥	۲۲۷٦			

دراین‌باره، نتایج حاصل از مقایسه‌ی سطح تأثیرگذاری عوامل محیطی مطرح در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان در روستاهای مورد مطالعه نشان‌دهنده‌ی آن است که آثار عوامل آب‌وهوایی و محدودیت‌های آب ناشی از بروز خشک‌سالی‌های هیدرولوژیکی (که در طی آن جریان آب ورودی رودخانه‌ی هیرمند به محدوده‌ی مطالعه قطع یا به‌شدت کاهش می‌یابد) در کنار وجود بادهای تابستانه (۱۲۰ روزه) و زمستانه (معروف به بادهای گاوکش) در بروز یا تشدید فرسایش خاک و تشکیل ماسه‌های روان و آثار آن بارزتر از سایر عوامل است (شکل ۵).

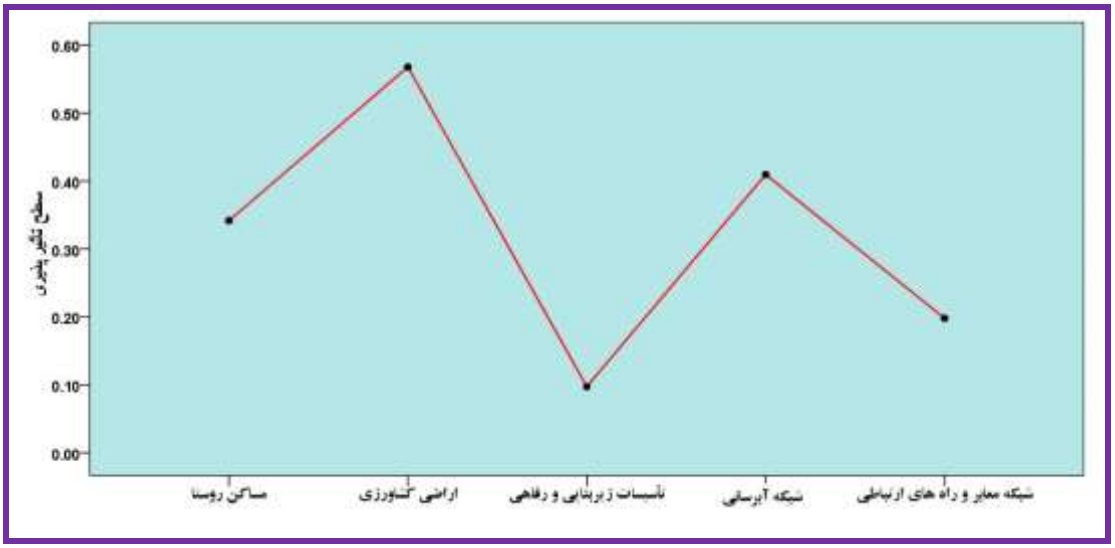


شکل ۵: مقایسه‌ی سطح تأثیرگذاری عوامل محیطی مطرح در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان در نقاط روستایی محدوده

مقایسه‌ی سطح تأثیرپذیری مؤلفه‌های گوناگون کالبدی ـ فضایی

از سوی دیگر، نتایج حاصل از مقایسه‌ی سطح تأثیرپذیری مؤلفه‌های گوناگون کالبدی ـ فضایی در روستاهای محدوده‌ی مطالعه حاکی از آن است که تأثیرپذیری اراضی کشاورزی و «شبکه‌های آبرسانی» از ماسه‌های روان بیشتر از سایر مؤلفه‌هاست (شکل ۶).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]



شکل ۶: مقایسه‌ی سطح تأثیرپذیری مؤلفه‌های گوناگون کالبدی ـ فضایی از ماسه‌های روان در نقاط روستایی محدوده

ه) مقایسه‌ی سطح آسیب‌پذیری روستاهای مجاور تالاب هامون با سایر روستاها

مقایسه‌ی روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون (روستاهای شمالی) با سایر روستاها این شهرستان نشان می‌دهد که، از ۸۰ روستای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون، ۱۷ روستا (معادل ۲۱/۲۵ درصد کل روستاهای واقع در این دهستان‌ها) دارای آسیب‌پذیری شدید تا خیلی شدید هستند. در حالی که از تعداد ۲۳۱ روستای واقع در سایر دهستان‌های محدوده‌ی مطالعه، هیچ‌کدام از روستاها در طیف آسیب‌پذیری شدید یا خیلی شدید نیستند. دراین‌باره، بالاترین شدت آسیب‌پذیری (با ضریب ۰/۹۱) مربوط به یکی از روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون (روستای ریگموری) و پایین‌ترین شدت آسیب‌پذیری مربوط به یکی از روستاهای واقع در دهستان‌های جنوبی (روستای ملکی) است.

ازطرف‌دیگر، مقایسه‌ی میانگین شدت آسیب‌پذیری روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون با شدت آسیب‌پذیری سایر روستاهای شهرستان هیرمند گواه آن است که میانگین شدت آسیب‌پذیری روستاهای مجاور بستر خشک تالاب هامون ۳/۹۳۹ و در سایر روستاهای شهرستان هیرمند ۲/۴۸۱ است (جدول ۷).

جدول ۷: خروجی آمار توصیفی آزمون t برای دو گروه از روستاهای محدوده‌ی مطالعه

گروه‌های مورد مطالعه	تعداد روستاها	میانگین	انحراف معیار	خطای متوسط استاندارد
روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون	۳۴	۳/۹۳۹	۰/۳۳۱	۰/۰۶۴
سایر روستاها	۳۰	۲/۴۸۱	۰/۴۳۵	۰/۱۱۲

با توجه به نتیجه آزمون لون[۱]، سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است (جدول ۸). درنتیجه، فرض برابری واریانس‌ها رد نمی‌شود و از آنجایی که سطح معنی‌داری برای آزمون مقایسه‌ی میانگین دو گروه کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، با سطح اطمینان ۹۵ درصد، تفاوت معنی‌داری بین شدت آسیب‌پذیری روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون (قرقری و اکبرآباد) با سایر روستاهای شهرستان هیرمند وجود دارد. بدون تردید، خشک‌سالی‌های اخیر در

۱. Levene

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

منطقه‌ی سیستان و خشک‌شدن تالاب هامون در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان در روستاهای محدوده‌ی مطالعه نقش اساسی دارند.

جدول ۸: خروجی آمار استنباطی آزمون t برای دو گروه از روستاهای محدوده‌ی مطالعه

	آزمون تساوی واریانس لون		آزمون t برای تساوی میانگین‌ها						
	F	سطح معناداری	t	درجه‌ی آزادی (df)	سطح معناداری	میانگین اختلاف	خطای استاندار اختلاف	فاصله‌ی اطمینان ۹۵درصد برای اختلاف	
								کران پایین	کران بالا
فرض برابری واریانس‌ها	۴/۵۳۴	۰/۰۹۳	۲/۴۲۴	۶۳	۰/۰۲۰	۰/۳۷۰۷	۰/۱۵۷۰	۰/۰۵۲۷	۰/۶۸۸۷
فرض نابرابری واریانس‌ها			۲/۴۲۴	۳۶/۴۰۷	۰/۰۲۰	۰/۳۷۰۷	۰/۱۵۷۰	۰/۰۵۲۲	۰/۶۸۹۲

نتیجه‌گیری

حرکت و پیشروی ماسه‌های روان در شهرستان هیرمند از مسائل مهم ناشی از خشک‌شدن تالاب هامون است که سکونتگاه‌های روستایی این شهرستان را تهدید می‌کند و خطر عمده‌ای برای زندگی مردم محسوب می‌شود. ازاین‌رو، در تحقیق حاضر، سطح آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی به ماسه‌های روان بررسی شد. نتایج بررسی نشان می‌دهد که ۳۰/۳۸ درصد از روستاهایی که با مشکلِ ماسه‌های روان شهرستان هیرمند مواجه‌اند دارای آسیب‌پذیری شدید یا بسیار شدید هستند. در بروز این نابسامانی‌ها، عوامل محیطی (آب‌وهوا، پوشش گیاهی، وضعیت ژئومورفولوژیکی و منابع آب) نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند که در بین عوامل محیطی گوناگون، نقش آب‌وهوا و محدودیت‌های آب در بروز یا تشدید آثار ماسه‌های روان بارزتر از سایر عوامل است. دراین‌زمینه، وزش بادهای ۱۲۰ روزه بر بستر خشک تالاب هامون و اراضی زراعی بایر سبب شده تا ذرات خاک به‌راحتی جدا و جابه‌جا شوند و در مناطق مختلف رسوب کنند و شرایط سخت محیطی در سطح روستاهای محدوده‌ی مطالعه به‌وجود آورند. نیروی مذکور در تخلیه‌ی جمعیتی برخی از روستاهای واقع در دهستان‌های مجاور تالاب هامون نقش فراوانی داراست.

به‌هرحال، با توجه به این‌که در سال‌های اخیر کاهش یا توقف جریان آب ورودی رودخانه‌ی هیرمند به سیستان سبب وقوع خشک‌سالی‌های پی‌درپی، خشک‌شدن تالاب هامون، تشدید خشکی محیط، کاهش پوشش گیاهی و افزایش فرسایش خاک شده است، این عوامل در کنار وزش بادهای ۱۲۰روزه سیستان شرایط مناسبی را برای افزایش طوفان‌های گردوغبار و حرکت ماسه‌های روان به سوی روستاهای این منطقه مهیا کرده است و، به‌نظر می‌رسد، با توجه به وضعیت افغانستان و افزایش جمعیت و کنترل بیشتر آب‌های سطحی در این کشور، مشکلات سیستان در آینده تشدید خواهد گردید.

با توجه به این‌که شهرستان هیرمند دارای مرز مشترک با کشور افغانستان است، کاهش جمعیت و تخلیه‌ی جمعیتی روستاهای این محدوده زنگ خطر و هشداری برای مسئولین است، زیرا برای حفظ و نگهداری از مرزها بهترین سربازان خودِ روستاییان مرزنشین هستند. براین‌اساس، برای تعدیل یا کاهش آسیب‌های ناشی از هجوم ماسه‌های روان و بهبود شرایط حاکم بر روستاهای محدوده‌ی مطالعه، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

- با توجه به تخلیه‌ی روزافزون روستاهای حاشیه‌ی تالاب خشک هامون، پیگیری دولت برای دریافت حق‌آبه‌ی منطقه و تالاب بین‌المللی هامون از افغانستان در چارچوب حقوق بین‌الملل ضروری است.
- با توجه به شناسایی روستاهای دارای آسیب‌پذیری شدید تا خیلی شدید ناشی از هجوم ماسه‌های روان و با توجه به این‌که مقصد بعدی ماسه‌های روان عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر است، ضروری است که دستگاه‌های اجرایی با احداث بادشکن در اطراف روستاهای تحت تأثیر شدید تا خیلی شدید ماسه‌ها (مثل آس‌حاجی، کرق شاه جان و اسک)، از حرکت ماسه‌ها به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر و تخریب روستاهای مرتبط جلوگیری کنند.

منابع

استانداری سیستان و بلوچستان. ۱۳۹۰. *سال‌نامه‌ی آماری استان سیستان و بلوچستان*، دفتر آمار و اطلاعات استانداری سیستان و بلوچستان، زاهدان.

ایرانمنش، فاضل؛ محمود عرب‌خدری و مجتبی اکرم. ۱۳۸۴. «بررسی مناطق برداشت ذرات گردوغبار و ویژگی‌های انتشارات آن‌ها در طوفان‌های منطقه‌ی سیستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای»، نشریه‌ی *پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، **۶۷**: ۲۵-۳۳.

خسروی، محمود. ۱۳۸۷. «تأثیرات محیطی اثرکنش نوسان‌های رودخانه‌ی هیرمند با بادهای ۱۲۰ روزه سیستان»، فصل‌نامه‌ی *تحقیقات جغرافیایی*، **۹۱**: ۴۸ – ۱۹.

رنجبر، محسن؛ فاضل ایرانمنش و علیرضا دهقان. ۱۳۸۴. «نقش پلایاهای سیستان در گسترش طوفان‌های غبارزا (با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای)»، *جغرافیا (نشریه‌ی علمی – پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)*، **۶**: ۶۹-۸۱.

راشکی، علیرضا؛ مجتبی گنجعلی؛ عباس درخشانی و رحمان میرشکار. ۱۳۸۹. «بررسی غلظت طوفان‌های گردوغبار منطقه‌ی سیستان و بار رسوبی حمل‌شده توسط آن‌ها»، *دومین همایش فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار*، دانشگاه یزد.

رکن الدین افتخاری، عبدالرضا؛ نرگس وزین و مهدی پورطاهری.۱۳۸۸. «فرایند مدیریت بلایای طبیعی در دو شیوه بومی و جدید: روستاهای بخش خورش رستم(شهرستان خلخال)»، فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا، **۱**: ۶۳-۹۴.

رفاهی، حسینقلی. ۱۳۸۳. *فرسایش بادی و کنترل آن*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چ سوم.

زنگ‌آبادی، علی و زهرا اسماعیلیان. ۱۳۹۱. «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه‌ی موردی: شهر اصفهان)»، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۴**: ۱۱۳-۱۲۹.

شرکت مهندسین مشاور تهران سحاب. ۱۳۷۲. *طرح بهره‌برداری بهینه از آب سیستان*، سازمان آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۲۵۳ صفحه.

شرکت مهندسین مشاور و احیای کشاورزی تاک سبز. ۱۳۸۱. *طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرایی در ۱۴ استان بیابانی کشور*، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۲۰۱ صفحه.

صبوری، محمد و سیداسکندر صیدایی. ۱۳۹۱. «تحلیلی بر آسیب‌پذیری روستاهای ساحلی دریای عمان در برابر حرکت ماسه‌های روان»، *پژوهش‌های جغرافیای روستایی*، **۲**: ۷۵-۹۶.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]

غریب، محمدرضا و احمد معتمد. ۱۳۸۲. «بررسی تغییرات تپه‌های ماسه‌ای ساحلی استان سیستان و بلوچستان (از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۲)»، فصل‌نامه‌ی *پژوهش‌های جغرافیایی*، **۳۶**: ۳۵-۴۷.

فاضل‌نیا، غریب؛ اکبر کیانی؛ محمود علی خسروی و میثم بندانی. ۱۳۹۰. «بررسی انطباق الگوی بومی توسعه‌ی کالبدی فیزیکی روستای تمبکای شهرستان زابل با جهت طوفان‌های شن و ماسه»، فصل‌نامه‌ی *مسکن و محیط روستا*، **۱۳۶**: ۳-۱۶.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. *نتایج سرشماری نفوس‌ومسکن استان سیستان و بلوچستان* (شهرستان زابل)، تهران.

معتمد، احمد. ۱۳۷۹. *ژئومورفولوژی*، انتشارات سمت، تهران، ج سوم.

مقصودی، مهران؛ سعید باقری و سجاد نگهبان. ۱۳۹۱. «تحلیل مخاطرات ناشی از ماسه‌های روان بر سکونتگاه‌های غرب دشت لوت (مطالعه‌ی موردی: روستای حجت آباد ـ شرق شهداد)»، مجله‌ی *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۱**: ۸۳-۹۶.

نگارش، حسین و لیلا لطیفی. ۱۳۸۷. «تحلیل ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان در خشک‌سالی‌های اخیر»، فصل‌نامه‌ی *جغرافیا و توسعه*. **۱۲**: ۴۳-۶۰.

نگارش، حسین و لیلا لطیفی. ۱۳۸۸. «بررسی خسارات‌های ناشی از حرکت ماسه‌های روان در شرق زابل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای»، فصل‌نامه‌ی *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۷۳:**۶۷**-۸۷.

Al-Harthi, A. ۲۰۰۲. Geohazard assesment of sand dunes between Jeddah and Al-lith in Western Saudi Arabia. Environmental geology, ٤٢: ٣٦٠-٣٦٩.

Amirahmadi, A. ; Aliabadi, K. and Biongh, M. ٢٠١٤. Evaluation of changes in sand dunes in southwest Of Sabzevar By Satellite Images. International Journal of Scientific & Technology Research, ٣:١٢٠-١٢٨.

Dyke, G.; Gill, S.; Davies, R.; Betorz, F.; Andalsvik, Y. ; Cackler, J.; DosSantos, W. ; Dunlop, K. ; Ferreira, I.; Kebe F.; Lamboglia, E.; Matsubara, Y. ; Nikolaidis, V. ; Ostoja-Starzewski, S.; Sakita, M. and Verstappen, N. ٢٠١١. Dream project: Applications of earth observations to disaster risk management. Acta Astronautica, ٦٨: ٣٠١-٣١٥.

Ghadiry, M.; Shalaby, A. and Koch, B. ٢٠١٢. A new GIS-based model for automated extraction of sand dune encroachment (Case study: Dakhla Oases, western desert of Egypt). Journal of Remote Sensing and Space Science, ١٥: ٥٣-٦٥.

Hugenholtz, C. H.; Bender, D. and Wolfe, C. A. ٢٠١٠. Declining sand dune activity in the southern Canadian prairies: Historical. Context, controls and ecosystem implications. Journal of Aeolian Research, ٢: ٧١–٨٢.

Malczewski. J. ١٩٩٩. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley and Sons INC., New York.

Raafat, F. M.; Fikry, I.K. and Samira, O. ٢٠١٣. Developments in soil classification, land use planning and policy implications(chapter ٤١: Managing the hazards of drought and shifting sands in dry lands (The Case Study of Kuwait), chapter ٤١:٧٠٣-٧٢٩.

Zhao, H. ; Yi, X.; Zhou, R.; Zhao, X.; Zhang, T. and Drake, S. ٢٠٠٦. Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia. Journal of Catena. ٦٥: ٧١-٧٩.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.1.17]