

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علمی کاربردی
سازمان آموزشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده‌ی علوم پایه
گروه آموزشی فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته فیزیک گرایش حالت جامد

اثر تلنگرهای ریز در رویدادهای کم احتمال در تپه‌های شنی

پژوهشگر:

زهرا مقدم مغانلو

استاد راهنما:

دکتر مرتضی نطاق نجفی

استاد مشاور:

دکتر احد صابر

بهمن ۱۳۹۷

برگ اصالت و مالکیت اثر

تمامی حقوق مادی و معنوی مرتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب زهرا مقدم مغانلو دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته فیزیک - گرایش حالت جامد دانشکده علوم دانشگاه محقق اردبیلی به شماره دانشجویی ۹۵۲۲۵۲۴۱۱۳ که در تاریخ ۱۳۹۷/۱۱/۲۸ از پایان‌نامه تحصیلی خود تحت عنوان: "اثر تلنگرهای ریز در رویدادهای کم‌احتمال در تپه‌های شنی" دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

(۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

(۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

(۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

(۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع ذکر نموده‌ام.

(۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۶) در صورت ارائه مقاله مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

(۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (از جمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

زهرا مقدم مغانلو

امضا

تاریخ



دانشگاه تهران
سازمان آموزشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده‌ی علوم پایه
گروه آموزشی فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته فیزیک گرایش حالت جامد

اثر تلنگرهای ریز در رویدادهای کم احتمال در تپه‌های شنی

پژوهشگر:

زهرا مقدم مغانلو

ارزیابی و تصویب شده کمیته داوران پایان نامه با درجه

امضاء	سمت	مرتبۀ دانشگاهی	نام و نام خانوادگی
	استاد راهنما و رییس کمیته داوران	دانشیار	دکتر مرتضی نطاق نجفی
	استاد مشاور	استادیار	دکتر احد صابر
	داور	استادیار	دکتر علی توانا

تقدیم به

آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است
به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم
به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

سپاسگزاری

از استاد فرزانه و گرانقدر خود، جناب آقای دکتر مرتضی نطاق نجفی که در مراحل مختلف این پایان نامه از هیچ کمکی دریغ ننموده‌اند و در طول مدت تحصیل از راهنمایی‌های اخلاقی و علمی ایشان بهره جسته‌ام تشکر و قدردانی می‌نمایم و برای ایشان طول عمر توأم با سربلندی را آرزومندم.

همچنین از جناب آقای دکتر احد صابر که مشاوره پایان نامه اینجانب را عهده‌دار بودند و همواره از راهنمایی‌های سودمندشان بهره برده‌ام کمال تشکر را دارم.

عنوان و نام پدیدآور:	اثر تلنگرهای ریز در رویدادهای کم‌احتمال در تپه‌های شنی زهرا مقدم مغانلو
استاد راهنما:	دکتر مرتضی نطاق نجفی
استادان مشاور:	دکتر احد صابر
تاریخ دفاع:	۱۳۹۷/۱۱/۲۸
تعداد صفحات:	۶۰ ص.
شماره پایان‌نامه:	فیزیک/2545311

چکیده:

هدف: یکی از اثرات معروف در تپه‌های شنی، نویز $1/f$ است که در سیستم‌های طبیعی به وفور دیده شده است. یکی از سوالات اساسی در زمینه تپه‌های شنی چگونگی کنترل رخدادهای کم‌احتمال است که به دلیل تجمع اندک اندک انرژی در سیستم به وجود می‌آیند. یکی از راه‌های کنترل رخدادهای کم‌احتمال و بزرگ-مقیاس، ایجاد تلنگرهای ریز در سیستم است که تجمیع اندک اندک و پیوسته انرژی را مختل می‌کند. ما در این پایان‌نامه به بررسی خواص مدل تپه شنی به نرخ ایجاد تلنگر و چگونگی وابستگی نویز $1/f$ به نرخ تلنگر پرداخته‌ایم.

روش شناسی پژوهش: در این پژوهش ضمن مطالعه نظریه تپه‌های شنی و نویز $1/f$ در این سیستم‌ها، با شبیه‌سازی مدل تپه‌های شنی، تلنگرهای ریز در سیستم وارد شده است.

یافته‌ها: در بررسی سیگنال‌های مورد نظر بر روی تپه شنی برخی رفتارهای پاد-همبسته برای این سیگنال‌ها مشاهده شد و همچنین دو مقیاس زمانی مشخص ظاهر شدند. با وارد کردن تلنگر نیز، سیستم مقیاس‌های زمانی و جرمی جدیدی را نشان داد.

نتیجه‌گیری: وارد کردن تلنگر موجب هموار شدن میدان ارتفاع در سطح سیستم می‌شود. این هموارسازی موجب انباشته شدن انرژی در یک فاصله زمانی در سیستم می‌شود که منجر به ایجاد بهمن‌های پوشاننده و همچنین برخی رفتارهای نوسانی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مدل تپه‌های شنی، تابع طیف توانی، تلنگرهای ریز، نویز $1/f$.

فهرست مطالب

۱	مقدمه و هدف
۳	۲ مبانی و پیشینه تحقیق
۳	۱,۲ پدیده‌های بحرانی
۴	۱,۱,۲ فرض مقیاس‌پذیری ویدام
۸	۲,۱,۲ رفتارهای توانی
۹	۳,۱,۲ جهان‌شمولی
۹	۲,۲ خود ساماندهیت بحرانی
۱۰	۱,۲,۲ زلزله
۱۲	۲,۲,۲ باران
۱۳	۳,۲,۲ آتش‌سوزی جنگل
۱۳	۳,۲ مدل‌های خودسامانده بحرانی
۱۴	۱,۳,۲ مدل BTW
۱۵	۲,۳,۲ مدل مانا
۱۵	۳,۳,۲ مدل ژنگ
۱۶	۴,۲ نوفه‌ی $1/f$
۱۶	۱,۴,۲ معرفی نوفه‌ی $1/f$
۱۸	۲,۴,۲ مثال‌هایی از نوفه‌ی $1/f$ در طبیعت
۲۱	۳,۴,۲ نوفه‌ی $1/f$ در ماده چگال
۳۱	۴,۴,۲ نوفه‌ی $1/f$ در مدل BTW
۳۴	۳ روش تحقیق
۳۴	۱,۳ مقدمه
۳۵	۲,۳ بخش اول: طیف توانی رخدادهای کم‌احتمال
۳۵	۱,۲,۳ توضیح مسئله
۳۹	۳,۳ بخش دوم: تلنگرها در تپه‌های شنی
۳۹	۱,۳,۳ توضیح مسئله
۴۳	۴ نتایج و یافته‌های پژوهش
۴۳	۱,۴ تحلیل نتایج مربوط به بخش اول
۴۷	۲,۴ تحلیل نتایج مربوط به بخش دوم

۵۴	۵ بحث و نتیجه‌گیری
۵۴.....	۱,۵ نتیجه‌گیری
۵۵.....	۲,۵ پیشنهادها برای ادامه کار
۵۶	۶ منابع

- [1] Bak, P., Ch. Tang, 1989. Earthquakes as a self-organized critical phenomenon. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 94(B11):15635–15637.
- [2] Dhar, D, 2006. Theoretical studies of self-organized criticality. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 369(1):29–70.
- [3] Zhang, Sh, 2000. $1/f$ _ fluctuations in a ricepile model. *Physical Review E*, 61(5):5983.
- [4] Bak, P., Ch. Tang K. Wiesenfeld, 1987. Self-organized criticality: An explanation of the $1/f$ noise. *Physical review letters*, 59(4):381.
- [5] Paczuski, M., S. Boettcher M. Baiesi, 2005. Interoccurrence times in the bak-tang-wiesenfeld sandpile model: A comparison with the observed statistics of solar flares. *Physical review letters*, 95(18):181102.
- [6] Sornette, A., D. Sornette, 1989. Self-organized criticality and earthquakes. *EPL (Europhysics Letters)*, 9(3):197.
- [7] Najafi, M. N., M. Ghaedi S. Moghimi-Araghi, 2016. Water propagation in two-dimensional petroleum reservoirs. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 445:102–111.
- [8] de Arcangelis, L., C. Perrone-Capano H. J. Herrmann, 2006. Self-organized criticality model for brain plasticity. *Physical review letters*, 96(2):028107.
- [9] Gutenberg, B., C. Richter, 1956. Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration: (second paper). *Bulletin of the seismological society of America*, 46(2):105–145.
- [10] Bak, P., K. Christensen L. Danon T. Scanlon, 2002. Unified scaling law for earthquakes. *Physical Review Letters*, 88(17):178501.
- [11] Peters, O., Ch. Hertlein K. Christensen, 2001. A complexity view of rainfall. *Physical review letters*, 88(1):018701.
- [12] Turcotte, D. L., B. D. Malamud, 2004. Landslides, forest fires, and earthquakes: examples of self-organized critical behavior. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 340(4):580–589.
- [13] Press, W. H, 1978. Flicker noises in astronomy and elsewhere. *Comments on Astrophysics*, 7:103–119.
- [14] Brophy, J. J, 1969. Variance fluctuations in flicker noise and current noise. *Journal of Applied Physics*, 40(9):3551–3553.
- [15] Taft, B. A., B. M. Hickey C. Wunsch D. J. Baker Jr. Equatorial undercurrent and deeper flows in the central pacific. in *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, vol. 21, pp. 403–430. Elsevier, 1974.

-
- [16] Wunsch, C., J. Dahlen. A moored temperature and pressure recorder. in *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, vol. 21, pp. 145–154. Elsevier, 1974.
- [17] Mandelbrot, B. B., J. R. Wallis, 1969. Some long-run properties of geophysical records. *Water resources research*, 5(2):321–340.
- [18] Wunsch, C, 1972. Bermuda sea level in relation to tides, weather, and baroclinic fluctuations. *Reviews of Geophysics*, 10(1):1–49.
- [19] Hesser, J. E., J. P. Ostriker G. M. Lawrence, 1969. Ultrashort-period stellar oscillations. iii. power-spectrum analysis of photometric observations of white dwarfs. *The Astrophysical Journal*, 155:919.
- [20] Lasker, B. M., J. E. Hesser, 1971. High-frequency stellar oscillations. v. power spectra for the central stars of planetary nebulae. *The Astrophysical Journal*, 164:303.
- [21] Pellegrini, B., R. Saletti P. Terreni M. Prudenziati, 1983. 1 f noise in thick-film resistors as an effect of tunnel and thermally activated emissions, from measures versus frequency and temperature. *Physical Review B*, 27(2):1233.
- [22] Van der Ziel, Adv, 1979. Flicker noise in electronic devices. *Advances in electronics and electron physics*, 49:225–297.
- [23] Dutta, P., P. M. Horn, 1981. Low-frequency fluctuations in solids: 1 f noise. *Reviews of Modern physics*, 53(3):497.
- [24] Hooge, F. N., T. G. M. Kleinpenning L. K. J. Vandamme, 1981. Experimental studies on 1/f noise. *Reports on progress in Physics*, 44(5):479.
- [25] Weissman, M. B, 1981. Proceedings of the sixth international conference on noise in physical systems.
- [26] Webb, W. W, 1987. Webb, ww, and na gershenfeld, 1987, bull. am. phys. soc. 32 (3), 482. *Bull. Am. Phys. Soc.*, 32:482.
- [27] Weissman, M. B, 1988. 1 f noise and other slow, nonexponential kinetics in condensed matter. *Reviews of modern physics*, 60(2):537.
- [28] Hooge, F. N, 1976. 1/f noise. *Physica B+ C*, 83(1):14–23.
- [29] Hooge, F. N., A. M. H. Hoppenbrouwers, 1969. 1/f noise in continuous thin gold films. *Physica*, 45(3):386–392.
- [30] Hooge, F. N, 1978. Lattice scattering causes 1/f noise. *Phys. Lett. A*, 66:315.
- [31] Vandamme, L. K. J. Is the 1/f noise parameter α a constant. in *Proc. 7th Int. Conf. on Noise in Physical Systems May*, pp. 17–20, 1983.
- [32] Bernamont, J. Fluctuations de potentiel aux bornes d'un conducteur metallique de faible volume parcouru par un courant. in *Annales de Physique*, vol. 11, pp. 71–140. EDP Sciences, 1937.
- [33] Du Pre, F. K, 1950. A suggestion regarding the spectral density of flicker noise. *Physical Review*, 78(5):615.
- [34] Dutta, P., P. Dimon P. M. Horn, 1979. Energy scales for noise processes in metals. *Physical Review Letters*, 43(9):646.

- [35] Scofield, J. H., J. V. Mantese W. W. Webb, 1986. *Temperature dependence of noise processes in metals*. *Physical Review B*, 34(2):723.
- [36] Montroll, E. W., M. F. Shlesinger, 1982. *On 1/f noise and other distributions with long tails*. *proceedings of the National Academy of Sciences*, 79(10):3380–3383.
- [37] Black, R. D., W. M. Snow M. B. Weissman, 1982. *Nonscalar 1/f conductivity fluctuations in carbon, gold, and chrome films*. *Physical Review B*, 25(4):2955.
- [38] Laurson, L., M. J. Alava S. Zapperi, 2005. *Power spectra of self-organized critical sandpiles*. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2005(11):L11001.
- [39] Najafi, M. N., S. Moghimi-Araghi S. Rouhani, 2012. *Avalanche frontiers in the dissipative abelian sandpile model and off-critical schramm-loewner evolution*. *Physical Review E*, 85(5):051104.
- [40] Jensen, H. J., K. Christensen-H. C. Fogedby, 1989. *1/f noise, distribution of lifetimes, and a pile of sand*. *Physical Review B*, 40(10):7425.
- [41] Maslov, S., Ch. Tang Y.C. h. Zhang, 1999. *1/f noise in bak-tang-wiesenfeld models on narrow stripes*. *Physical Review Letters*, 83(12):2449.
- [42] Davidsen, J., M. Paczuski, 2002. *1/f _ noise from correlations between avalanches in selforganized criticality*. *Physical Review E*, 66(5):050101.
- [43] Yadav, A. C. h., R. Ramaswamy D. Dhar, 2012. *Power spectrum of mass and activity fluctuations in a sandpile*. *Physical Review E*, 85(6):061114.
- [44] Baiesi, Marco and Maes, Christian, 2006. *Realistic time correlations in sandpiles*. *EPL (Europhysics Letters)*, 75(3):413.
- [45] Hwa, T., M. Kardar, 1992. *Avalanches, hydrodynamics, and discharge events in models of sandpiles*. *Physical Review A*, 45(10):7002.
- [46] Kutnjak-Urbanc, B., Sh. Havlin H. E. Stanley, 1996. *Temporal correlations in a onedimensional sandpile model*. *Physical Review E*, 54(6):6109.
- [47] Majumdar, S. N., D. Dhar, 1992. *Equivalence between the abelian sandpile model and the $q \rightarrow 0$ limit of the potts model*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 185(1-4):129–145.
- [48] Saleur, H., B. Duplantier, 1987. *Exact determination of the percolation hull exponent in two dimensions*. *Physical review letters*, 58(22):2325.
- [49] Font-Clos, F., G. Pruessner NR. Moloney A. Deluca, 2015. *The perils of thresholding*. *New Journal of Physics*, 17(4):043066.
- [50] Janičević, S., L. Laurson K. J. Måløy S. Santucci M. J. Alava, 2016. *Interevent correlations from avalanches hiding below the detection threshold*. *Physical review letters*, 117(23):230601.
- [51] Janičević, Sanja, Jovković, Dragutin, Laurson, Lasse, and Spasojević, Djordje, 2018. *Threshold-induced correlations in the random field ising model*. *Scientific reports*, 8(1):2571.
- [52] Ali, A. A, 1995. *Self-organized criticality in a sandpile model with threshold dissipation*. *Physical Review E*, 52(5):R4595.

-
- [53] Moghadam, Z., M. N. Najafi A. Saber Z. Ebadi, 2018. *Power spectrum of rare events in a two-dimensional btw model. Physica Scripta*, 93(10):105203.
- [54] Najafi, M. N., Z. Moghadam, 2019. *Local smoothing in sandpiles: Spanning avalanches, bifurcation, and temporal oscillations. Physical Review E*, 99(4):042120.