

# تپه‌های شنی روی شبکه‌ی دنیای کوچک

سامان مقیمی عراقی

کنفرانس بهاره‌ی پژوهشگاه دانشهای بنیادی

بهار ۹۲

# چشم انداز

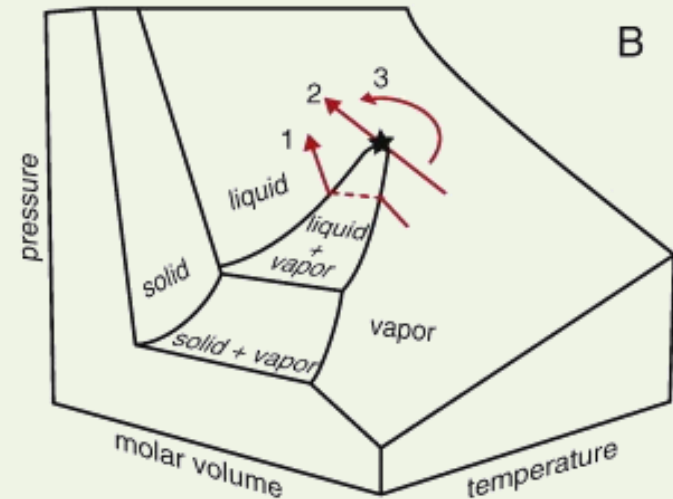
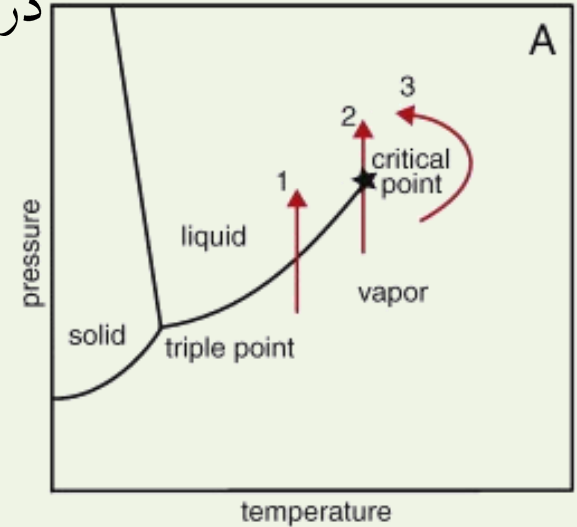
- پدیده‌های بحرانی و تقارن مقیاس
- تقارن مقیاس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی
- مدل تپه‌های شنی آبلی
- تپه‌های شنی روی شبکه‌ی دنیای کوچک

# پدیده‌های بحرانی و تقارن مقیاس

درست در روی نقطه‌ی بحرانی پدیده‌های عجیبی رخ می‌دهد.

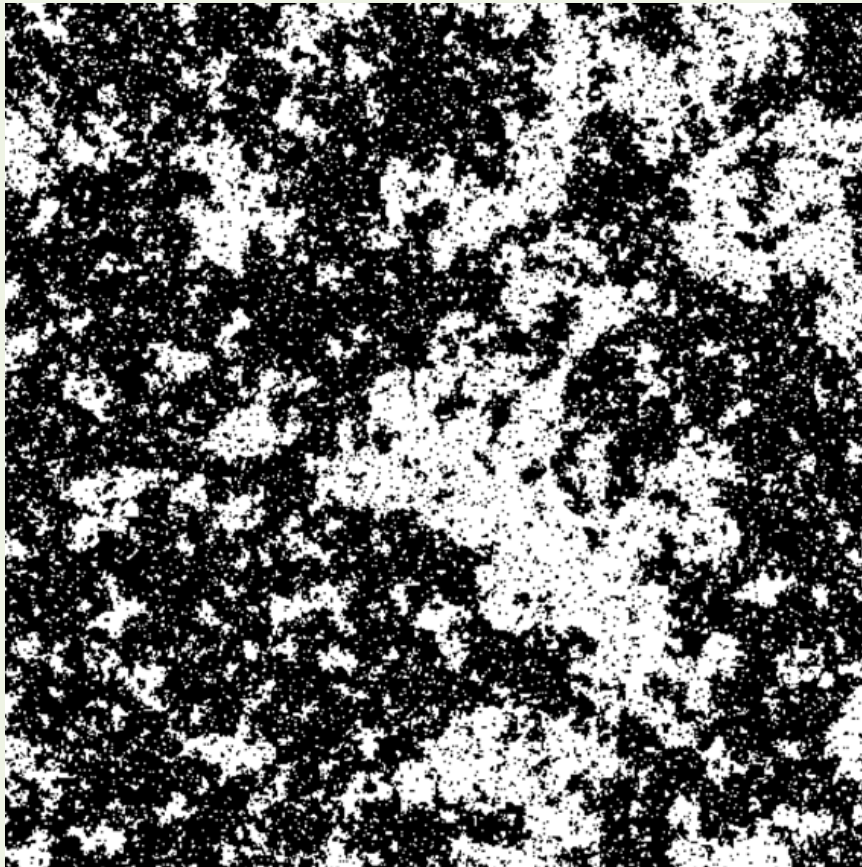
رفتارهای توانی  
خواص جهان شمولی

مثلا نور با هر طول موجی پراکنده می‌شود.



## مثال سیستم‌های مغناطیسی

مدل آیزینگ درست در نقطه‌ی بحرانی



مشخصه‌ی مهم از دید من:

طول همبستگی بزرگ



تقارن همدیس

خواص برخالی

The following Ising model configurations range from 2048x2048 sites to 131072x131072 sites.

Can you tell which is which?

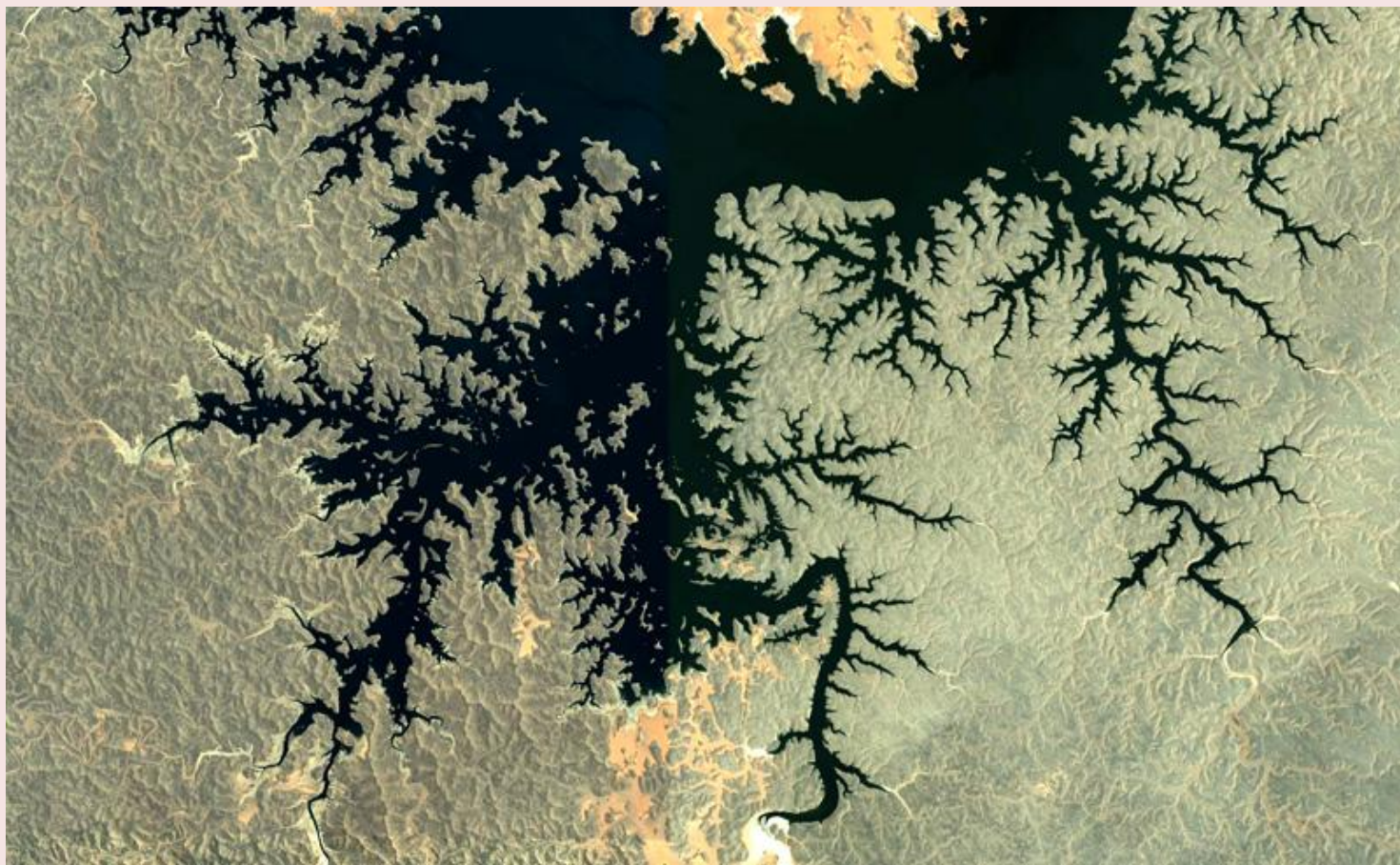
تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی

در طبیعت، بدون تنظیم پارامتر خارجی رفتارهای بحرانی  
می‌بینیم، چرا؟



خود سامان‌دهی بحرانی

# تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی



سد دریاچه‌ی اسوان

# تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی



کوچینگ در مالزی



# تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی

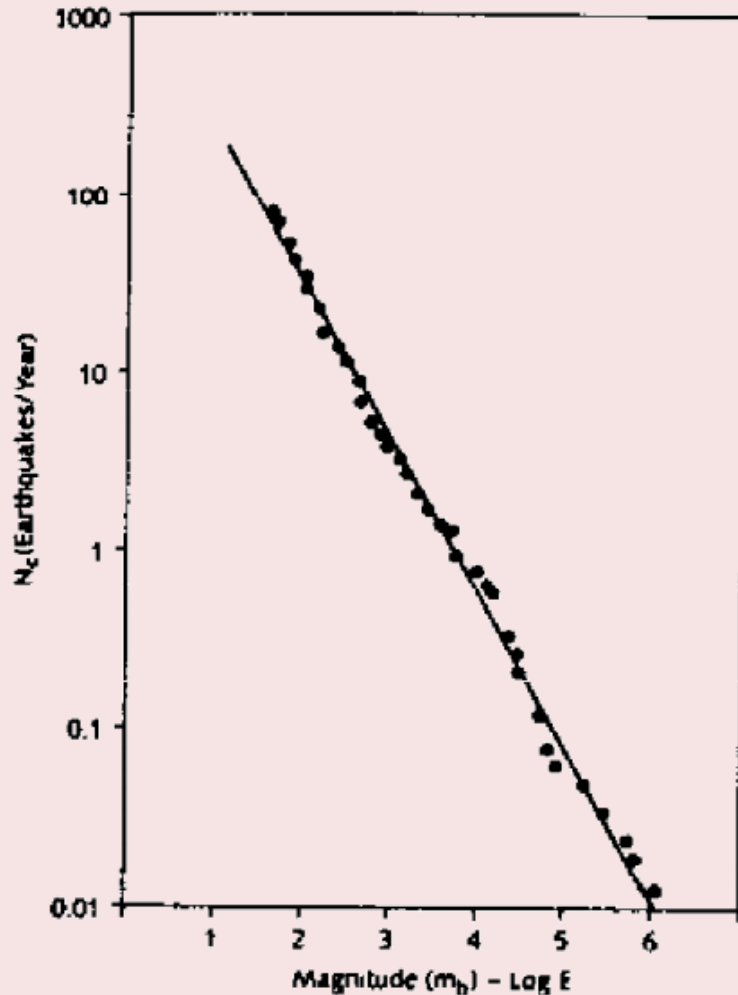


داروین در استرالیا

# تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی



آذرخش



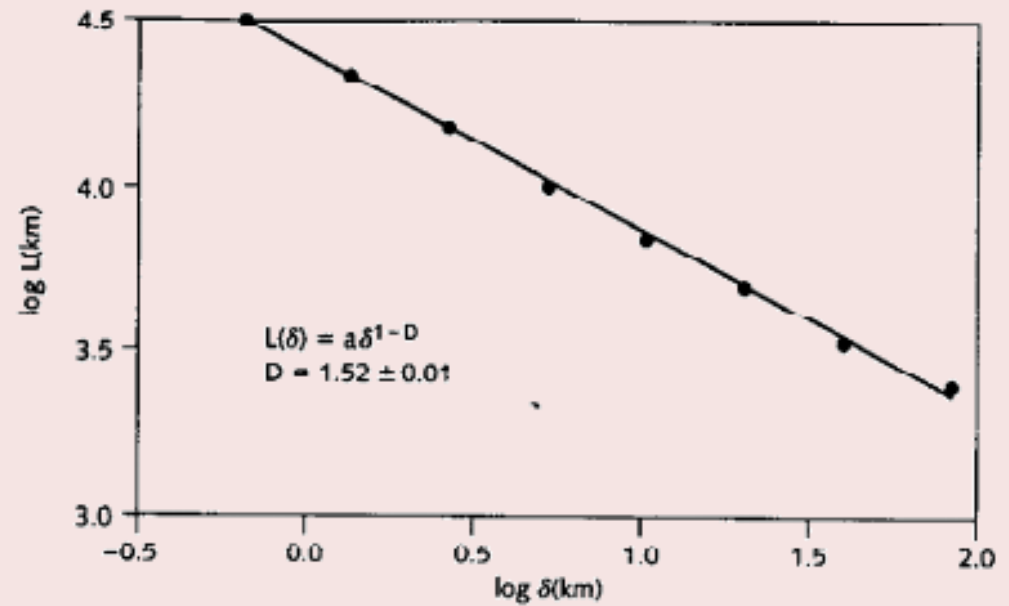
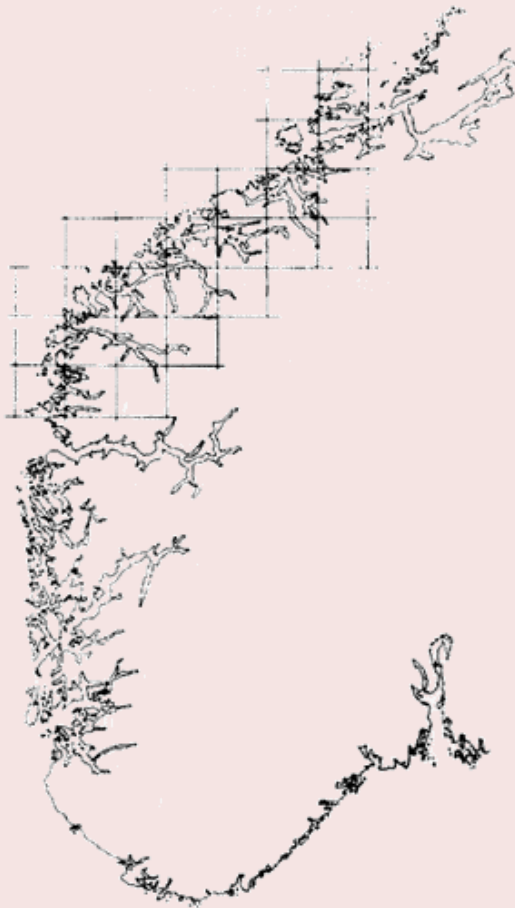
قانون گوتنبرگ-ریختر

نما تقریباً برابر با ۲ است.

Per Bak, "how Nature Works"

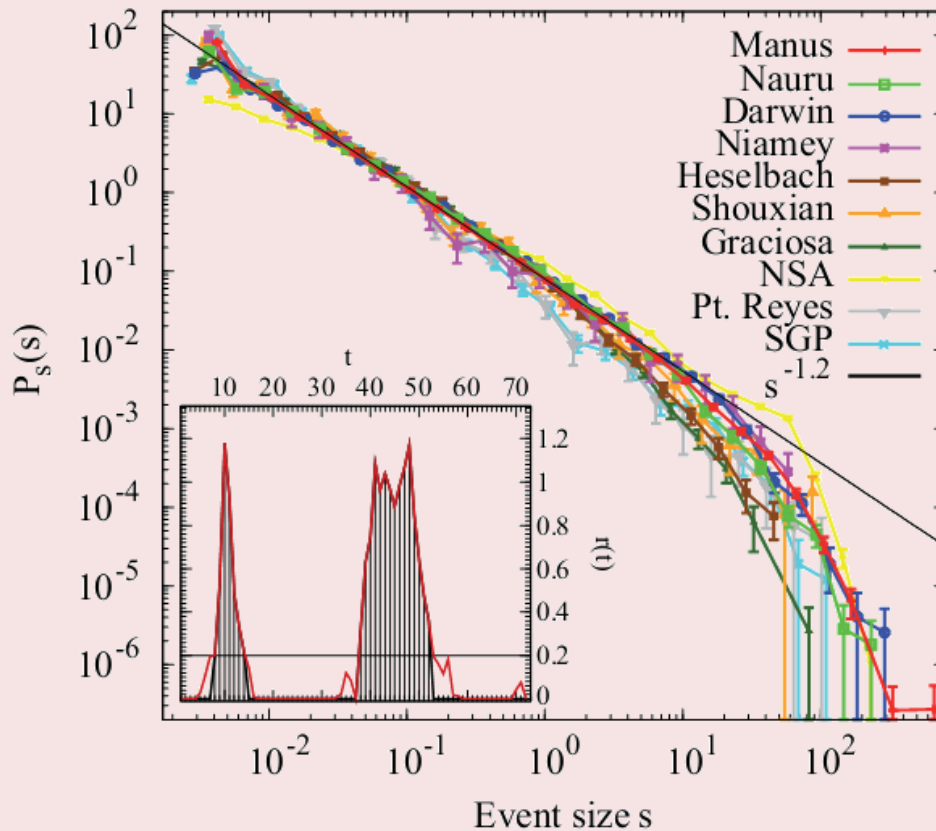
# تقارن همدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی

## ساحل نروژ



Feder, J., "Fractals," Plenum Press, New York, (1988)

# تقارن هم‌مدیس در طبیعت و خودسامان‌دهی بحرانی



آمار تعداد باران‌ها با  
حجم‌های مختلف در نقاط  
متفاوت زمین

Ole Peters et al J. Stat. Mech. (2010) P11030

تپه‌های شنی



Bak P., Tang C., Wiesenfeld K., *Self-organized criticality*, Phys. Rev. A **38**(1988)

2	3	3	1	4
2	3	1	3	4
4	3	2	3	1
2	4	4	3	4
2	1	3	3	2

$N \times N$  square lattice

$$1 \leq h_i \leq 4$$

افزودن شن به سیستم

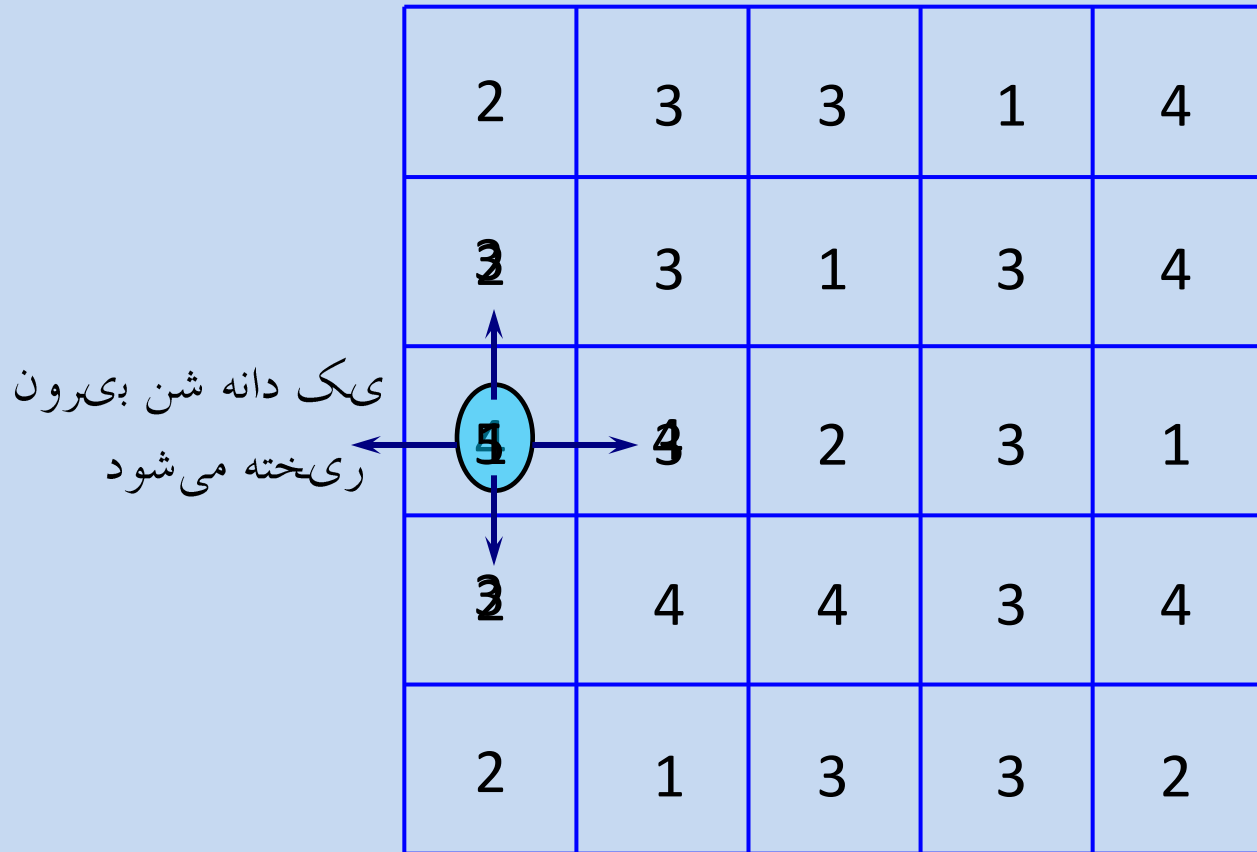
2	3	3	1	4
2	3	1	3	4
4	3	2	3	1
2	4	4	4	4
2	1	3	3	2



فروریزش

2	4	3	1	4
3	4	2	3	4
4	4	2	3	1
2	4	4	3	4
2	1	3	3	2

خروج شن از سیستم

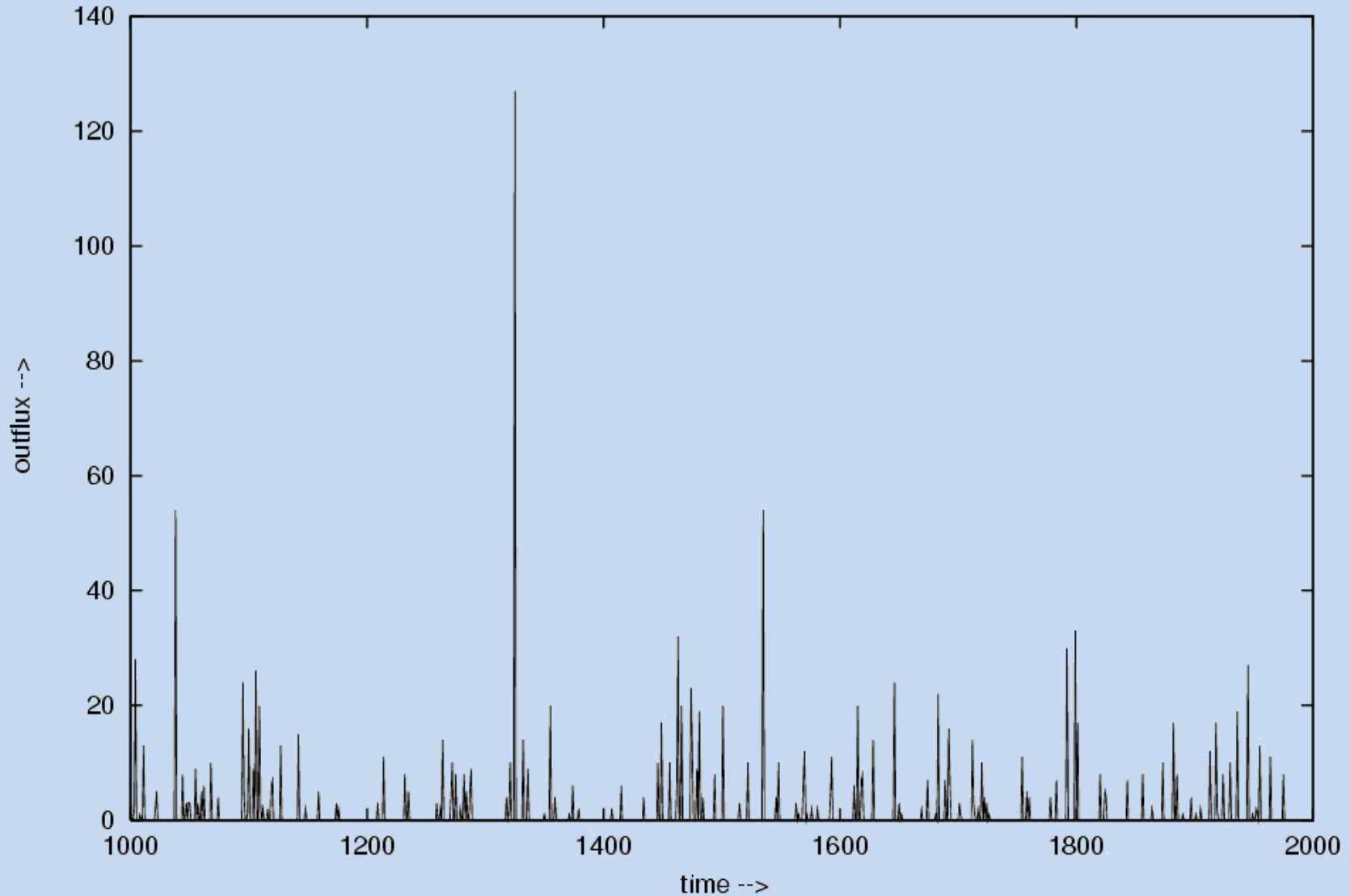


به وجود آمدن بهمن

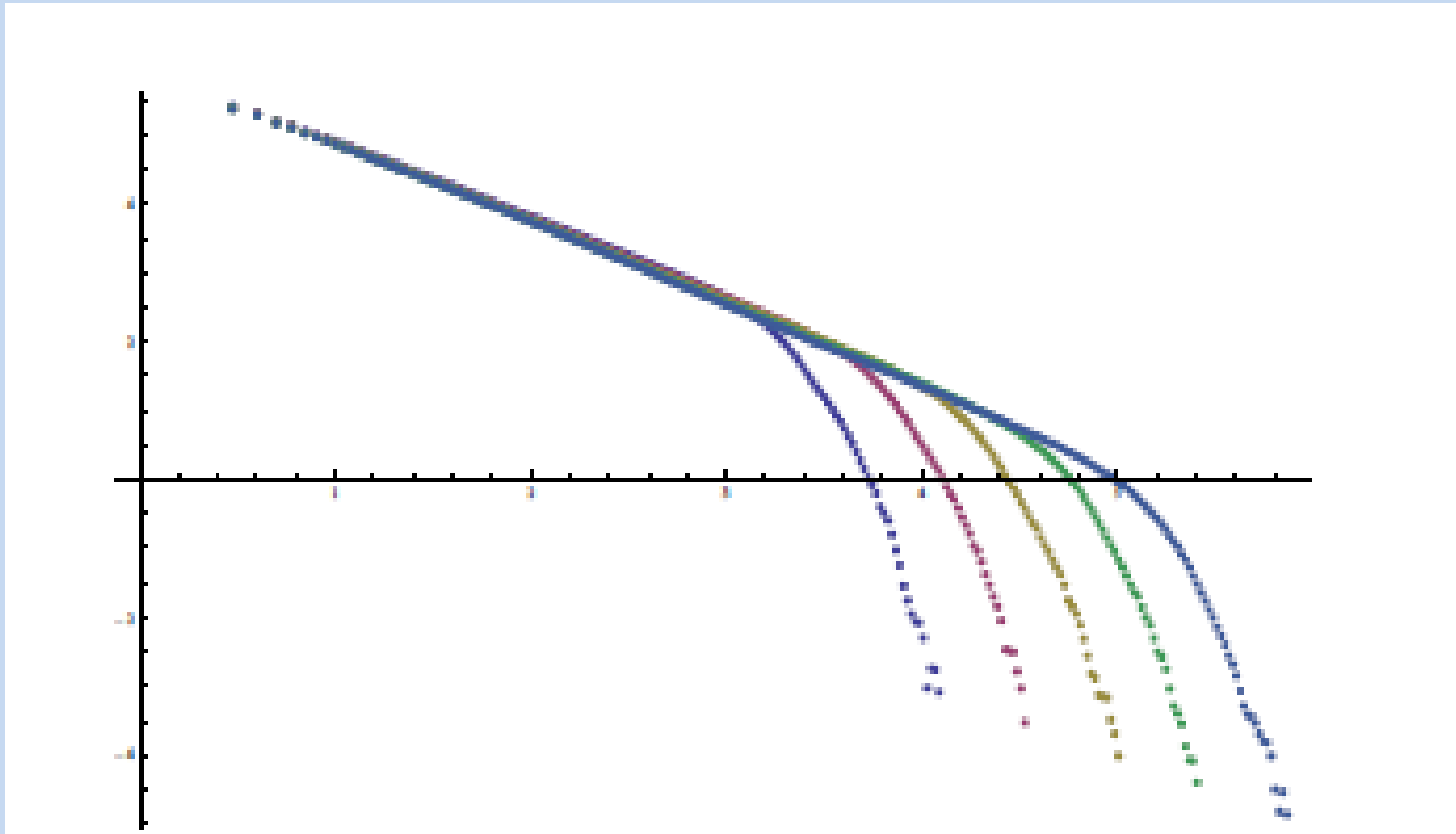
2	3	3	1	4
2	3	1	3	4
4	<del>3</del>	<del>3</del>	3	1
<del>3</del>	<del>4</del>	<b>2</b>	<del>4</del>	4
2	<del>1</del>	<del>4</del>	3	2

Diagram illustrating the formation of snow (بهمن) on a sand dune. The grid shows the sequence of snow accumulation. The central cell (row 4, column 3) is highlighted with a blue circle and the number 2, indicating the current state. Arrows point from this cell to its four adjacent neighbors (up, down, left, right), showing the direction of snow accumulation. The numbers in the grid represent the height of the sand dune at each cell.

اندازه‌ی بهمن‌ها به عنوان تابعی از زمان



خواص مقیاسی و اثر طول محدود.



شیب  $\approx 1,0$

فعالیت‌هایی که در گروه ما سابقاً انجام شده:

- معرفی کنش و میدان‌های مربوط به خوشه‌های ارتفاعی
- ارتباط با نظریه‌ی میدان همدیس
- معرفی تپه‌های شنی آبل‌ی پیوسته
- بررسی اختلال‌هایی با کاتورگی یخزده به سیستم
- ارتباط با تحول شرام لونر

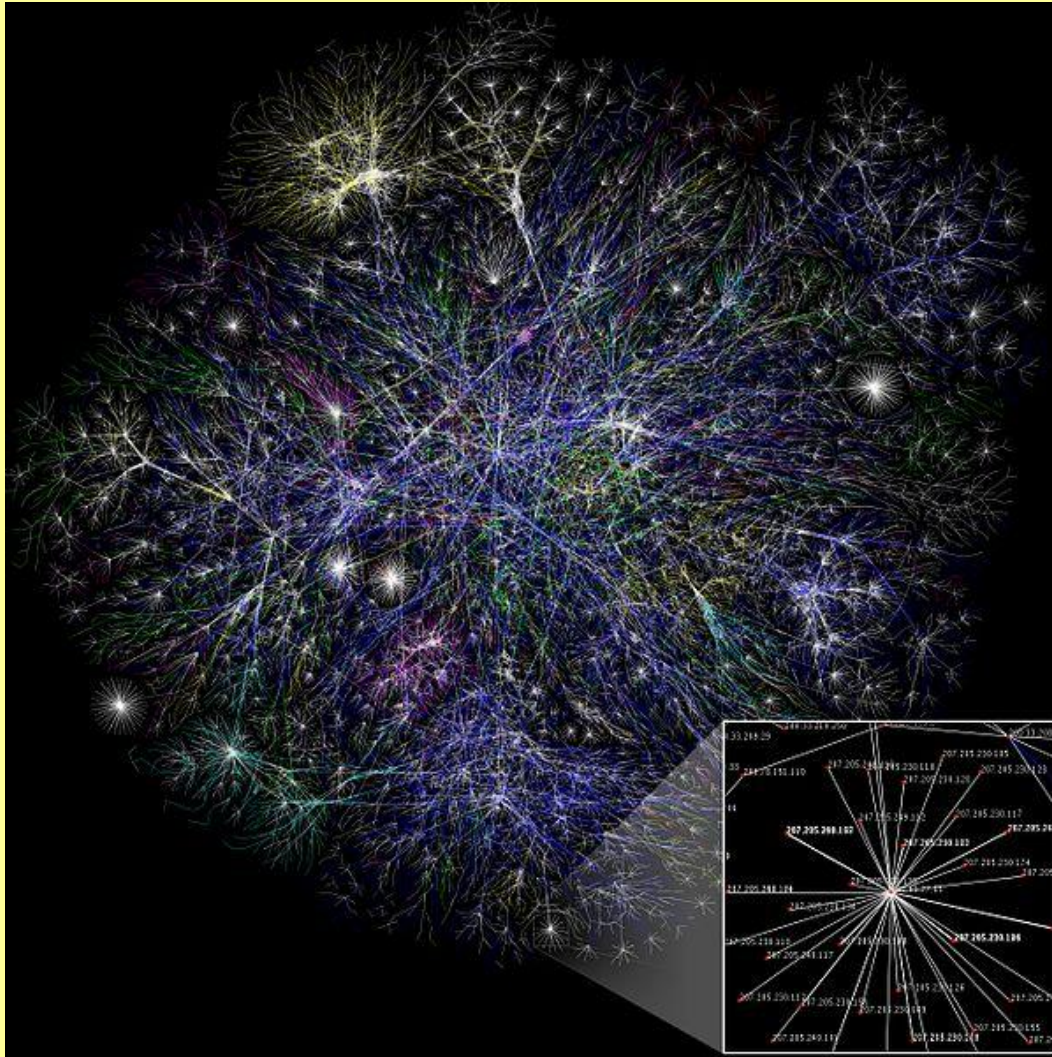
تلاش‌های مختلف برای ارتباط دادن با زلزله

ارتباط با مدل بوریج-کنوپوف

افزودن اتلاف در حجم Olami Z, Jacob H, Feder S and Christensen K

## شبکه‌ی دنیای کوچک

واتس و اشتروگاتس ۱۹۹۸

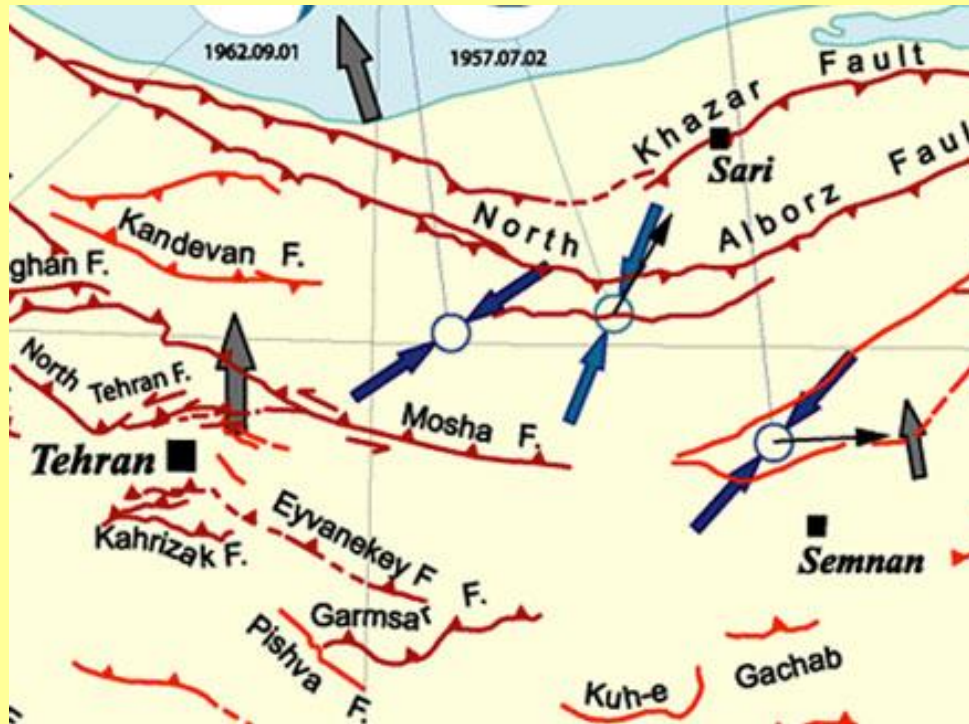




## تپه‌های شنی و شبکه‌ی دنیای کوچک

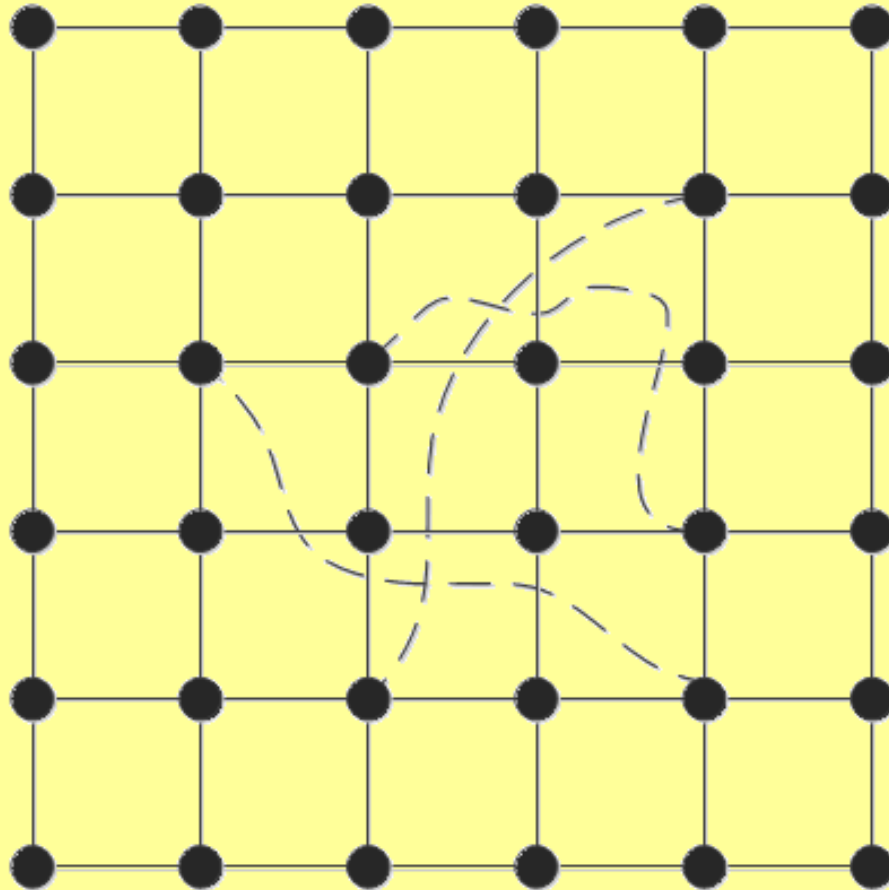
چرا چنین شبکه‌ای؟ مساله‌ی زلزله

زلزله و وجود گسل

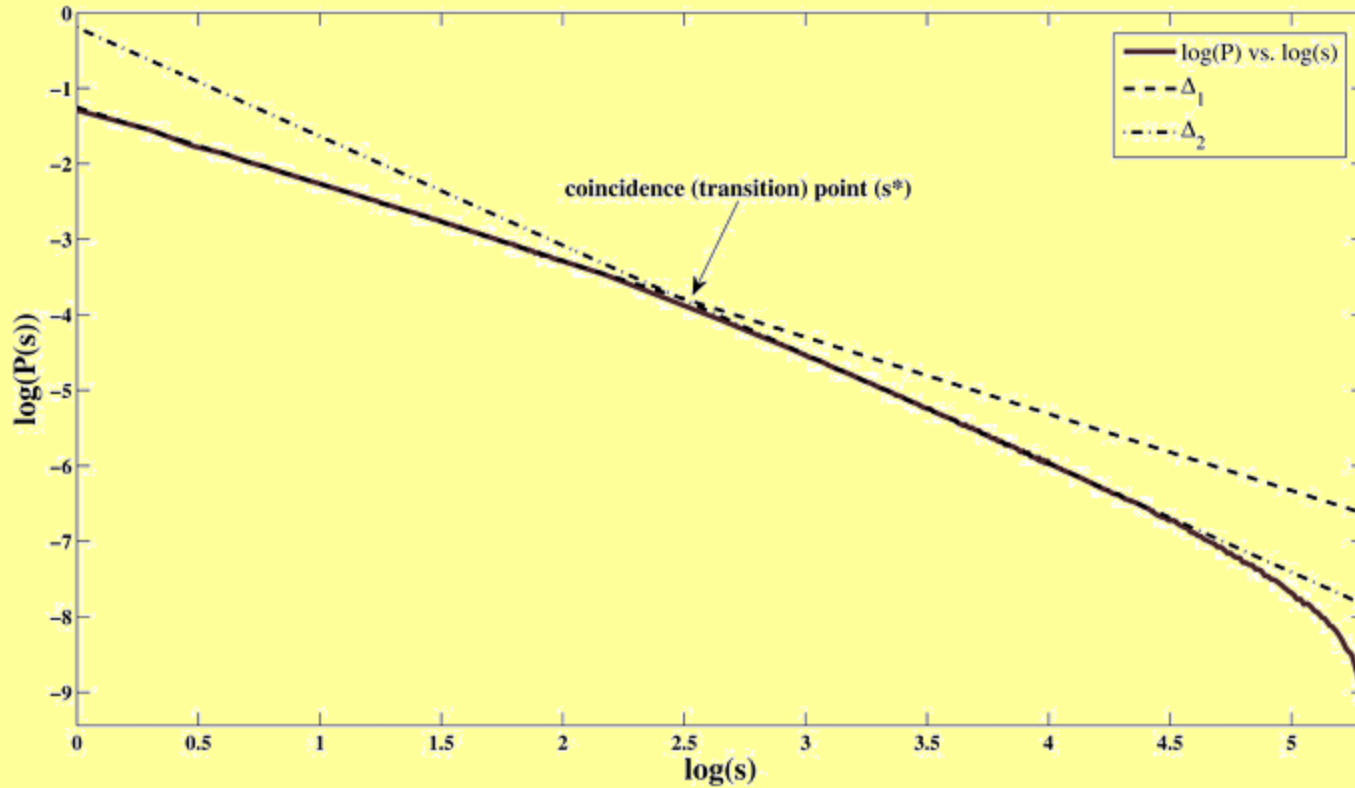


ادعای وجود چنین نوع شبکه‌هایی در مورد زلزله

شبکه‌ی در نظر گرفته شده: پارامتر تنظیم  $\alpha$

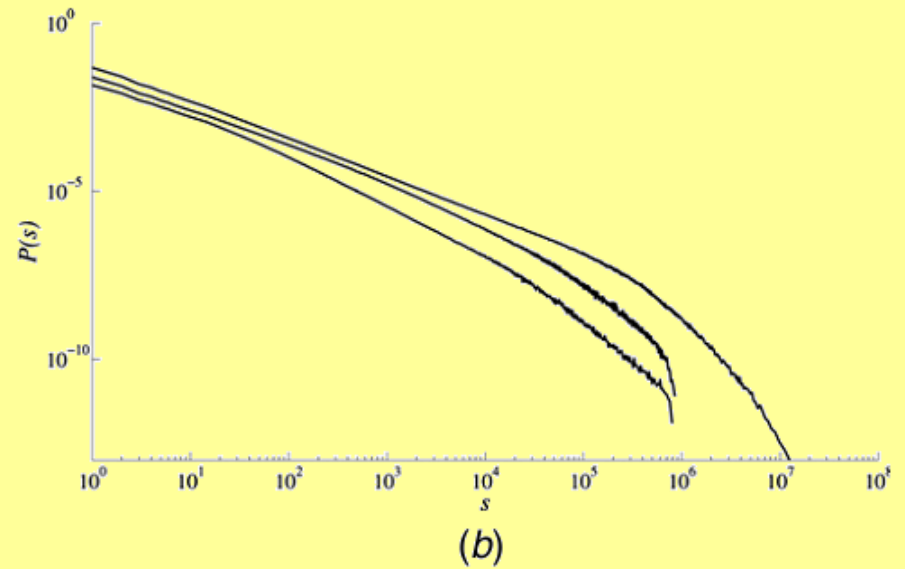
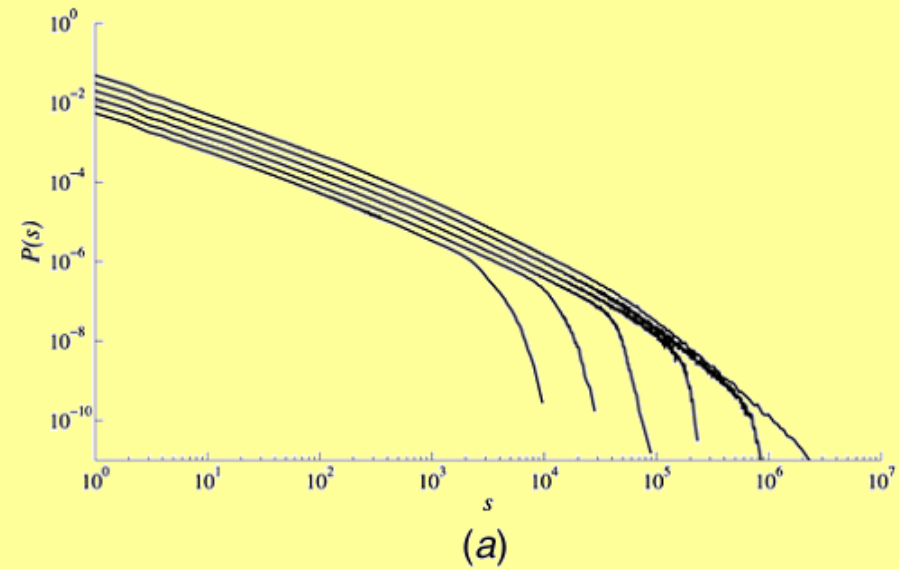


## تپه‌های شنی و شبکه‌ی دنیای کوچک



به وجود آمدن دو شیب متفاوت،  
دلیل؟

بررسی اثر طول محدود



شیب  $\approx 1.5$

قدم بعدی؟

اتلاف برخالی!



مشكرم