



پروژه‌ی میان‌ترم درس فیزیک محاسباتی پیشرفته

عنوان
مدل آیزینگ با پارامتر نظم پایستار

نگارش
محمود سبط‌الشیخ

تاریخ

۱۳۹۴/۱۱/۲۹

فصل ۱

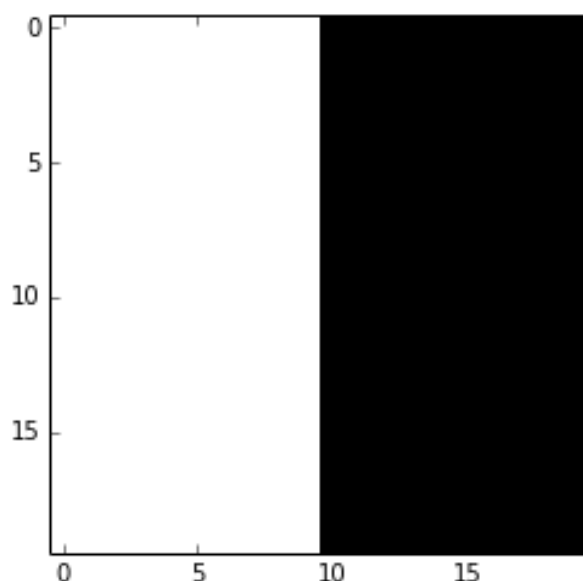
مدل آیزینگ با پارامتر نظم پایستار

۱.۱ معرفی مدل

هامیلتونی این مدل مثل مدل آیزینگ به صورت زیر است:

$$H = J \sum_{\langle ij \rangle} s_i s_j \quad (1.1)$$

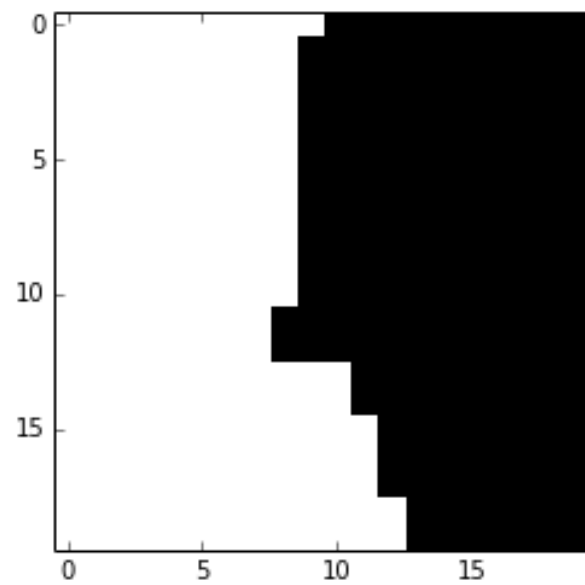
در این مدل برخلاف مدل آیزینگ مقدار $\langle s \rangle$ ثابت است. برای شبیه‌سازی این مدل نیز از الگوریتم متروپلیس استفاده می‌کنیم منتهی برخلاف مدل آیزینگ ما مجاز به چرخاندن اسپین‌ها نیستیم زیرا این کار ثابت بودن $\langle s \rangle$ پارامتر نظم را برهم می‌زند. ما به جای چرخاندن اسپین، دو خانه را رندوم انتخاب می‌کنیم و اسپین‌های آنها را با هم جابجا می‌کنیم اگر E اختلاف انرژی ناشی از جابجایی اسپین‌ها منفی بود تبادل اسپین‌ها با احتمال یک صورت می‌گیرد و اگر E اختلاف انرژی مثبت بود با احتمال $e^{-\beta E}$ صورت می‌گیرد در این مدل از جمله مواردی که مورد بررسی قرار می‌گیرد توزیع اسپین بر روی شبکه است. در این مدل هم ما شاهد گزار فاز هستیم در بالای دمای بحرانی اسپین‌های مثبت و منفی به صورت رندوم کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و تقارنی در سیستم وجود دارد در حالی که در زیر دمای بحرانی اسپین‌های هم علامت بیشتر تمایل دارند که در کنار یکدیگر باشند و در واقع در این حالت تقارن سیستم شکسته می‌شود و نظم خود به خودی در سیستم پدید می‌آید. در حالتی که شرایط مرزی در یک راستای شبکه تناوبی و در راستای دیگر باز است، توزیع اسپینی سیستم در زیر دمای بحرانی به نحوی است که اسپین‌های بالا در یک طرف شبکه جمع می‌شوند و اسپین‌های منفی در طرف دیگر شبکه انباشته می‌شوند. پراکندگی اسپین‌ها در شبکه‌ای به ابعاد 20×20 برای $\langle S \rangle = 0$



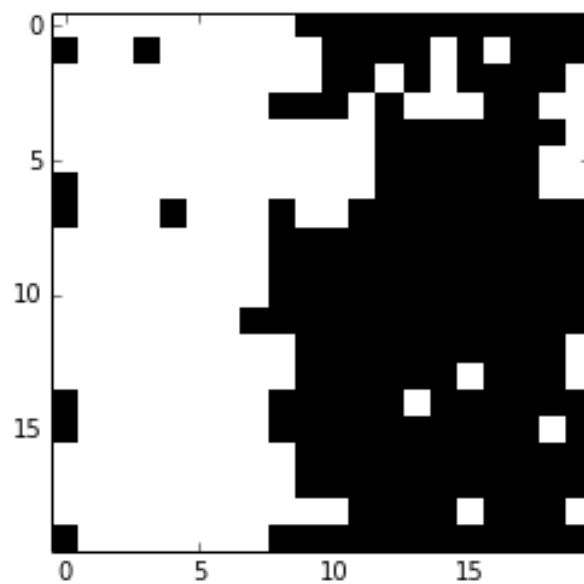
شکل ۱.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = 1$

به ازای β های مختلف در شکل های ۱.۱، ۲.۱، ۳.۱، ۴.۱ و ۵.۱ نشان داده شده است. توزیع اسپینی در راستای محور x شبکه در β های مختلف به صورت شکل ۶.۱ است. β ی بحرانی مقداری بین ۰.۴ و ۰.۵ دارد.

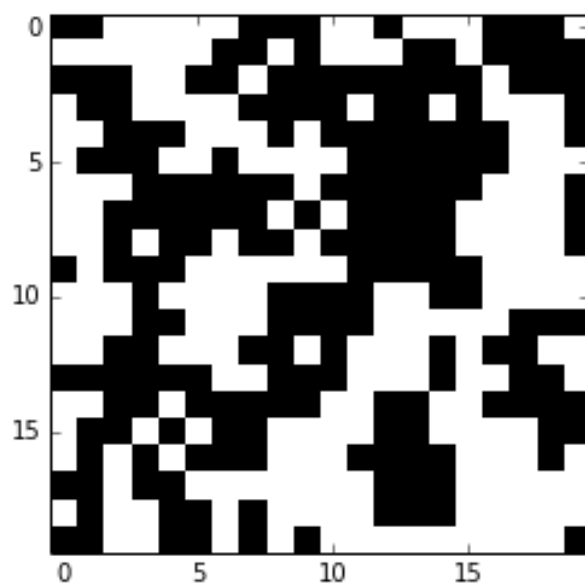
در حالتی که شرایط مرزی در هر دو راستای شبکه تناوبی باشد پراکندگی اسپینی در زیر دمای بحرانی به صورتی است که اسپین در یک راستا، در محیطی با اسپین هایی در راستای دیگر به صورتی توده ای گرد جمع می شوند. پراکندگی اسپین ها در شبکه ای به طول 50×50 برای $s = 0.4$ به ازای β های مختلف در شکل های ۷.۱، ۸.۱، ۹.۱، ۱۰.۱ و ۱۱.۱ نشان داده شده است.



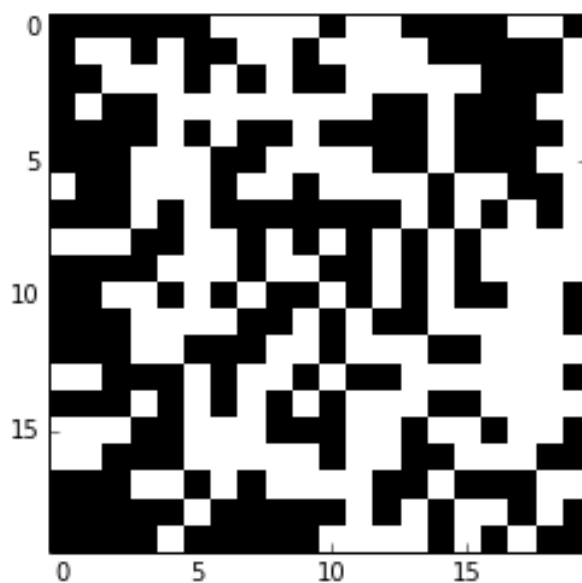
شکل ۲.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۷۵$



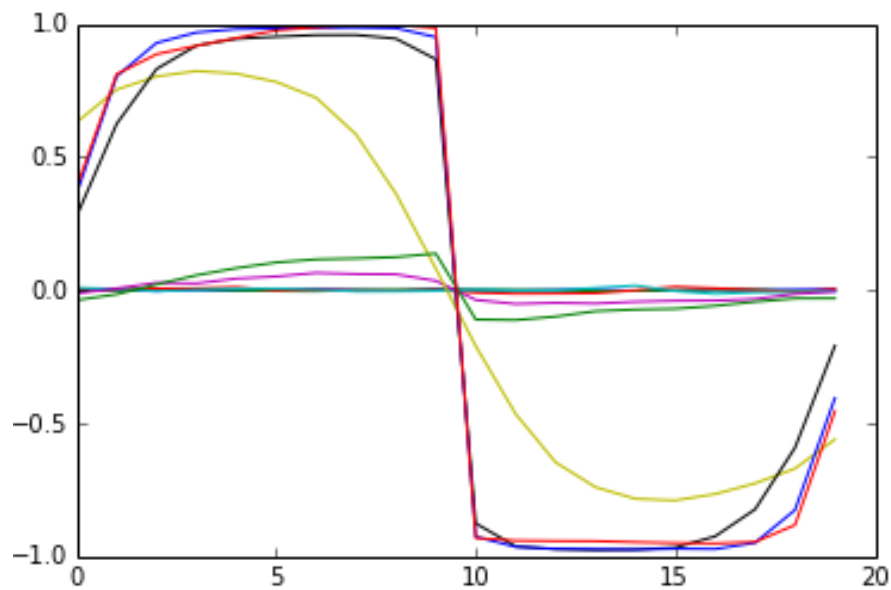
شکل ۳.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۵$



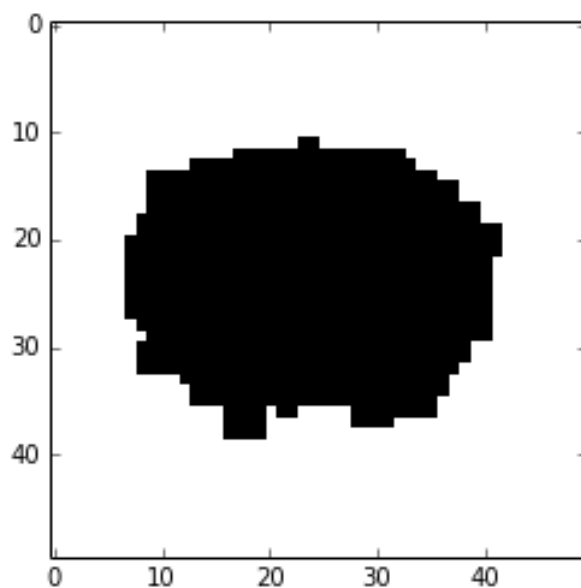
شکل ۴.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۲۵$



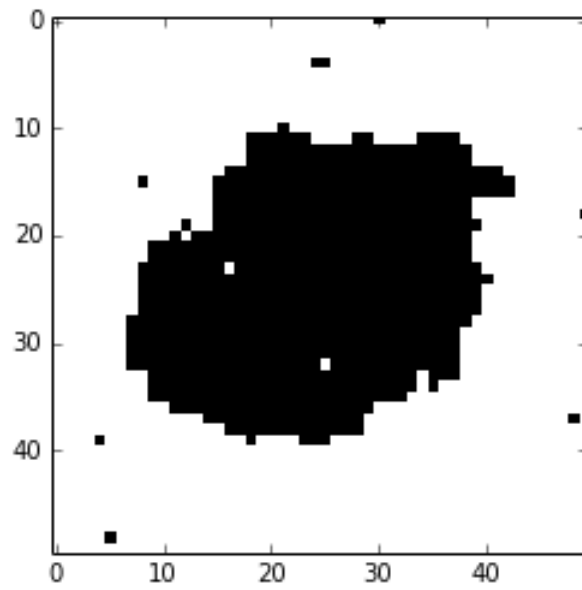
شکل ۵.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰$



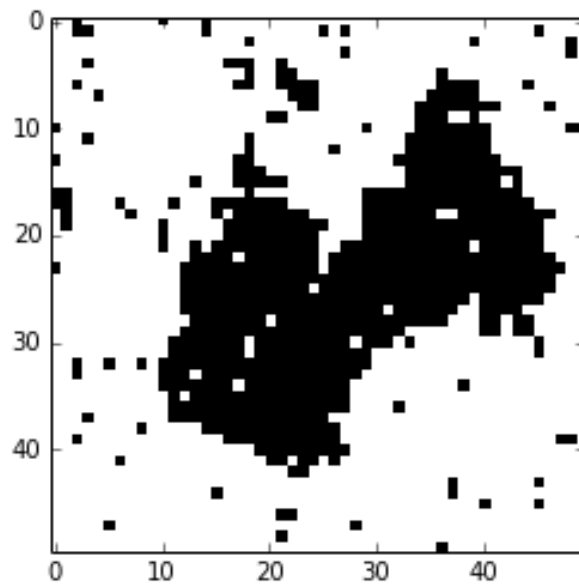
شکل ۶.۱: توزیع اسپینی شبکه در راستای محور x به ازای β های مختلف از ۰ تا ۰.۹ که به مقدار ۰.۱ افزایش می یابد رسم شده است.



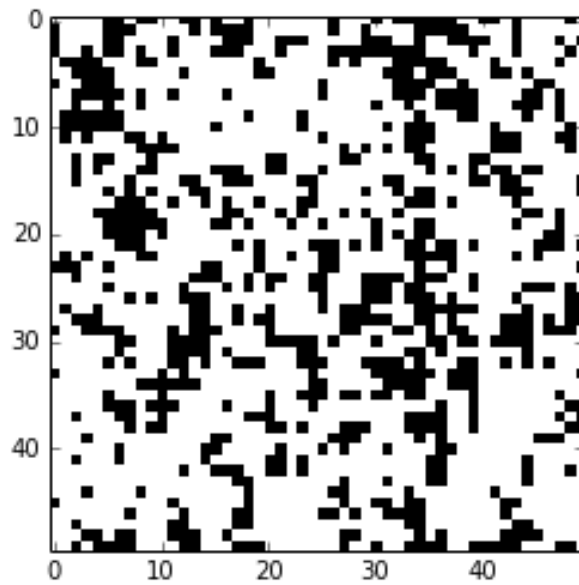
شکل ۷.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = 1$



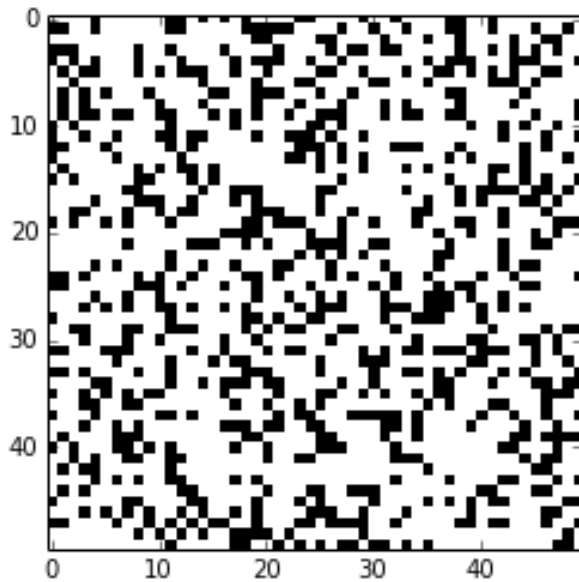
شکل ۸.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۷۵$



شکل ۹.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۵$



شکل ۱۰.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰/۲۵$



شکل ۱۱.۱: پراکندگی اسپینی شبکه در $\beta = ۰$