

شبیه سازی پروژه اول

۴۰۰۱۰۰۰۹۵

ستیا بیکدلی

۴۰۰۱۰۰۳۳۸

فاطمه عباسیان

ساسان ساریشگی

مفهوم site procalation

در زمینه گسترش بیماری شامل مدل سازی افراد در یک جمعیت به عنوان "site" یا مکان در یک شبکه است. این سایت ها می توانند مستعد ابتلا به یک بیماری (occupied) یا غیر مستعد (unoccupied) باشند. گسترش بیماری در امتداد "باند" ها یا اتصالات شبکه رخ می دهد که نشان دهنده تماس بین افراد است. تمرکز اصلی در این مدل بر روی بخشی از جمعیتی است که مستعد ابتلا به این بیماری هستند.

این مدل از یک شبکه جهان کوچک استفاده می کند. در آن، کسری p معینی از جمعیت مستعد ابتلا به این بیماری در نظر گرفته می شود. اگر شبکه به آستانه نفوذ برسد یا از آن فراتر رود، یک اپیدمی رخ می دهد، نقطه بحرانی که در آن اندازه بزرگترین خوشه افراد مستعد قابل مقایسه با اندازه کل جمعیت می شود. همچنین در آخر نویسندگان راه حل های دقیقی را برای موقعیت آستانه نفوذ (procalation) در موارد مختلف استخراج کرده و نتایج تحلیلی خود را توسط شبیه سازی های عددی تأیید می کنند. این شبیه سازی ها به درک اینکه چگونه تغییرات در ساختار شبکه و کسر p بر پتانسیل یک اپیدمی تأثیر می گذارد کمک می کند.

استفاده از نفوذ سایت در این زمینه، بینش های ارزشمندی را در مورد پویایی انتقال بیماری در شبکه های اجتماعی واقعی ارائه می دهد. همچنین نشان می دهد که نه تنها ویژگی های بیماری، بلکه توپولوژی شبکه اجتماعی زیربنایی نیز نقش مهمی در گسترش اپیدمی ها دارد.

مفهوم نفوذ باند (bond procalation)

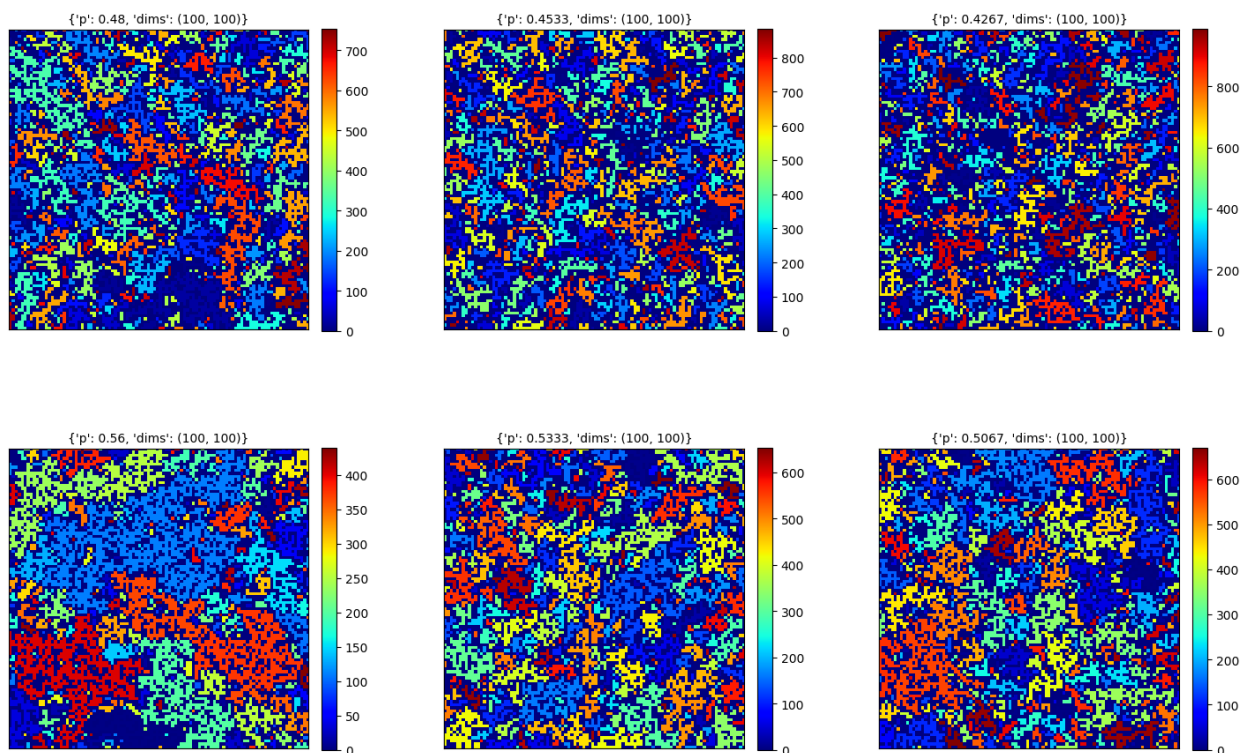
در نفوذ باند، تمرکز بر روی "پیوندها" یا یال ها بین گره ها یا سایت ها در یک شبکه است. این پیوندها نشان دهنده ارتباطات یا روابطی است که از طریق آنها یک فرآیند (مانند یک بیماری) می تواند منتشر شود. در این مدل درست مانند نفوذ سایت، ساختار شبکه نیز بسیار مهم است. با این حال، در نفوذ باند، این اتصالات بین گره ها به جای خود گره ها هستند که تمرکز اصلی مدل است.

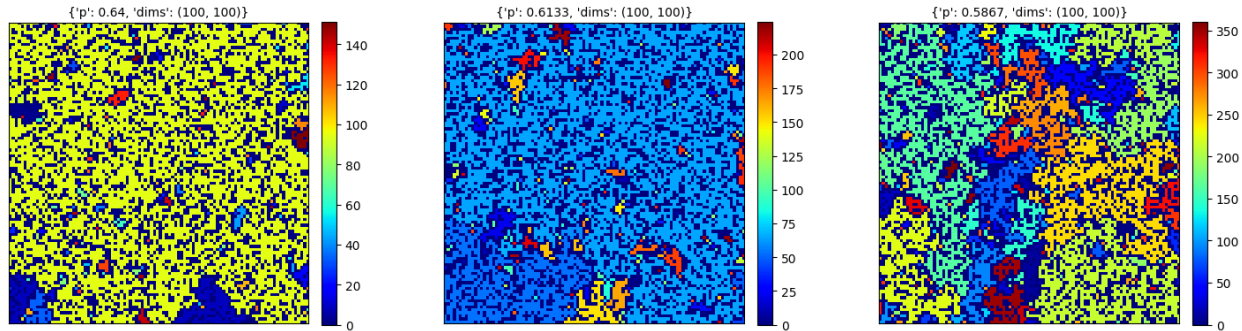
هر پیوند در شبکه احتمال فعال یا اشغال (occupied) بودن p دارد. این احتمال بررسی می کند که آیا اتصال بین دو گره می تواند فرآیندی را مانند عفونت منتقل کند یا خیر. با فعال شدن تصادفی باندها، خوشه هایی از گره های متصل شده شروع به تشکیل می کنند. این خوشه ها گروه هایی را در داخل شبکه نشان می دهند که از طریق آنها یک فرآیند (مانند یک سرایت) می تواند بدون وقفه حرکت کند.

آستانه نفوذ در نفوذ پیوند یک مقدار بحرانی p است که برای مقادیر بالاتر از آن یک خوشه غول‌پیکر به هم متصل می‌شود. این مولفه غول‌پیکر بخش قابل توجهی از شبکه را در بر می‌گیرد و امکان یک فرآیند گسترده مانند یک بیماری همه‌گیر را فراهم می‌کند. آستانه نفوذ در واقع یک نقطه گذار فاز را نشان می‌دهد. در زیر این آستانه، شبکه از خوشه‌های کوچک و جدا شده تشکیل شده است. در بالای آستانه، یک مولفه متصل به هم در مقیاس بزرگ ظاهر می‌شود که نشان‌دهنده تغییر چشمگیر در رفتار شبکه و توانایی آن برای انتشار یک فرآیند است.

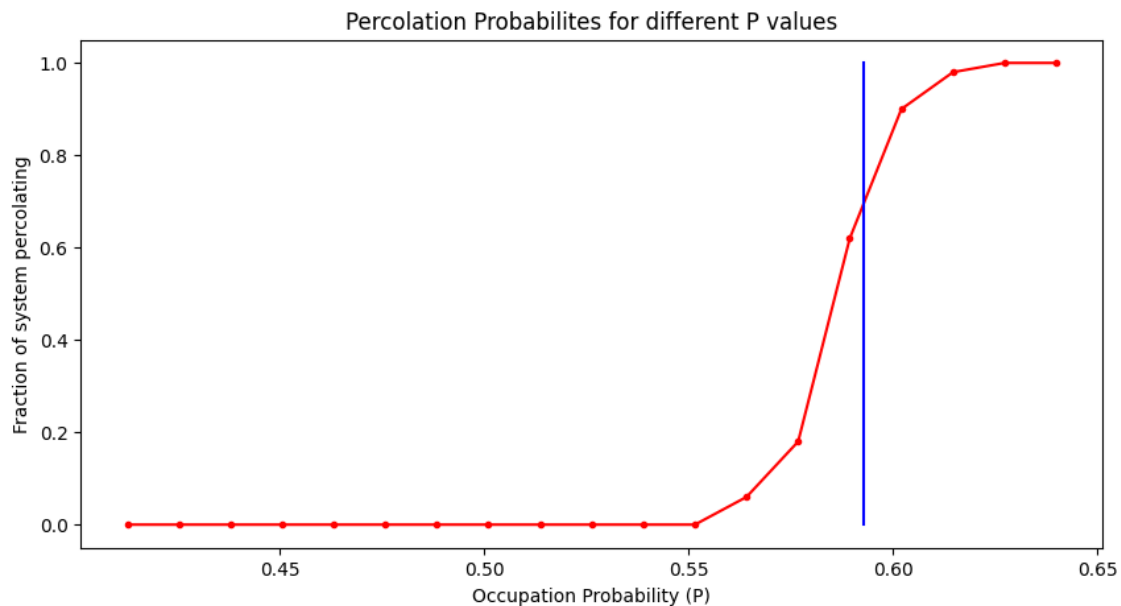
شبیه‌سازی

برای تحلیل عددی شبکه، مقادیر مختلف p را آزمایش می‌کنیم. همچنین از آنجایی که توزیع اندازه خوشه‌ها در این مدل از اهمیت بالایی برخوردار است، تغییر اندازه خوشه‌ها و مولفه‌های متصل به هم را تجزیه و تحلیل می‌کنیم. توسط داده‌های به دست آمده شبکه را شبیه‌سازی می‌کنیم. به این صورت شبیه‌سازی می‌کنیم که در ابتدا هر سلول یک احتمال اشغال دارد. سپس با گذشت از هر سلول و تولید یک عدد رندوم بررسی می‌کنیم، در حالتی که سلول اشغال شود به آن عدد یک اختصاص می‌دهیم. سپس در هر مرحله که حد احتمال اشغال را افزایش می‌دهیم اندازه خوشه‌های شبکه را بررسی می‌کنیم. سپس هر خوشه را با یک مشخص می‌کنیم تا بتوان آن‌ها را از یک دیگر تشخیص داد.

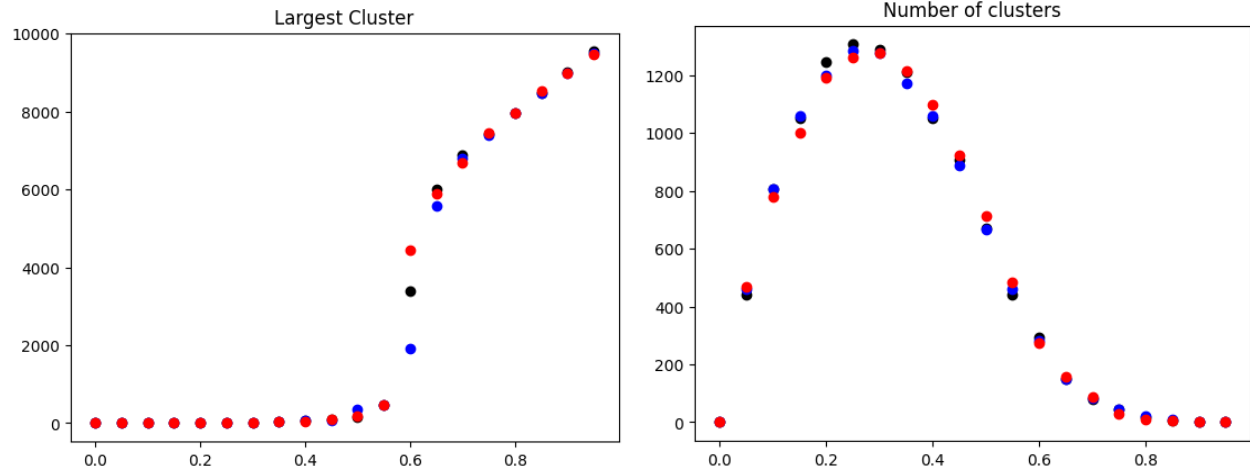




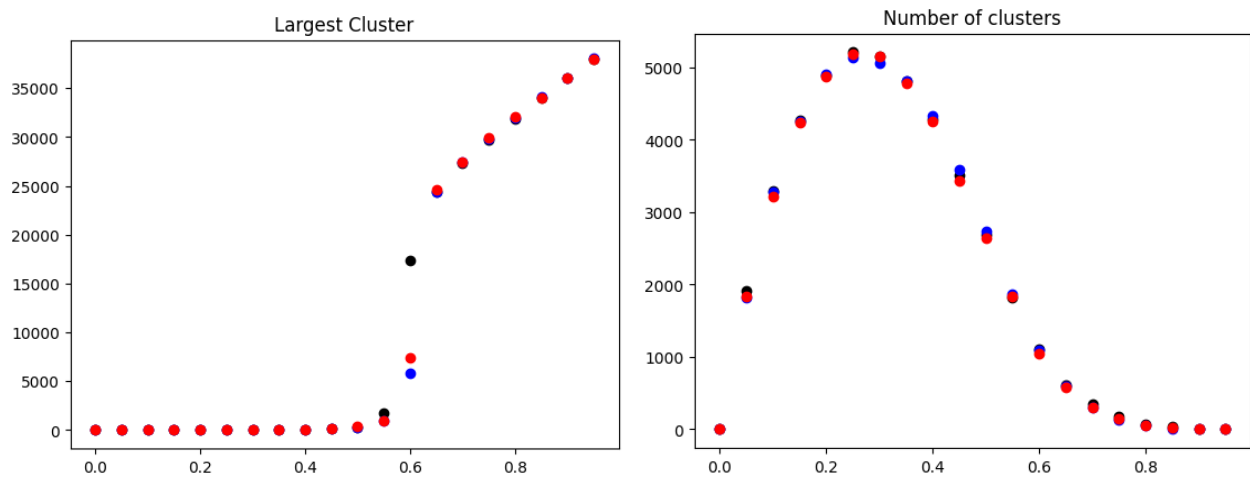
همان طور که نمودارها مشاهده می شود، با افزایش p مساحتی از نمودار که دارای یک رنگ است افزایش می یابد و در آخر به یک خوشه تبدیل می شود. برای مشاهده بهتر تغییرات با افزایش p ، مقدار تغییر p در هر مرحله را کاهش می دهیم و عکس های تولید شده را کنار هم می گذاریم. gif تولید شده در داخل فایل زیپ قرار داده شده است. نمودار کسری از شبکه که percolate شده است به p در زیر قرار داده شده است. این مقدار به تدریج با p افزایش میابد و در آخر به یک می رسد و کل شبکه را فرا می گیرد. همچنین همان طور که در نمودار مشاهده می شود تا یک مقدار خاصی از p بیماری در شبکه نفوذ پیدا نمی کند.



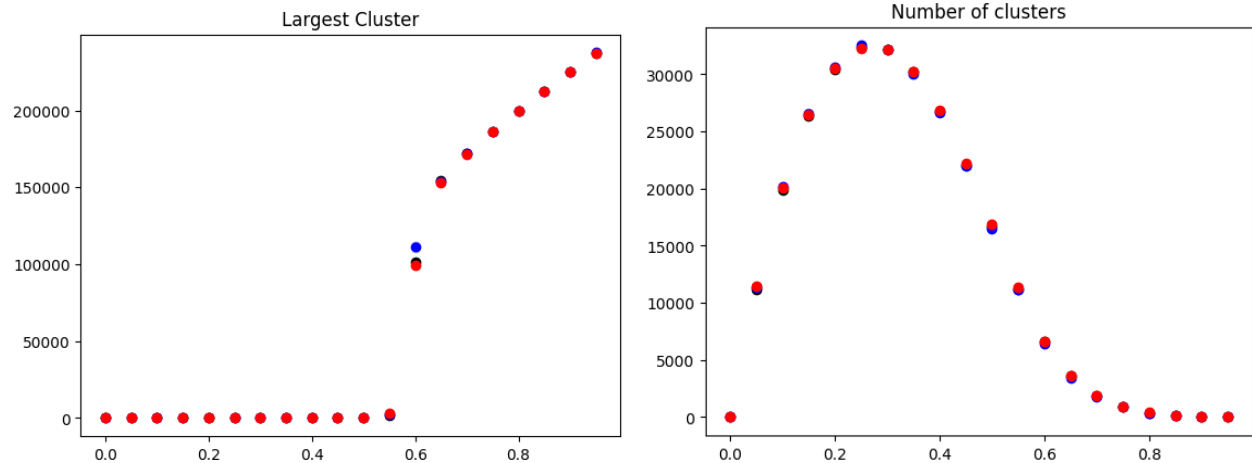
از آن جایی که چگونگی تغییر اندازه خوشه با افزایش p برایمان اهمیت دارد نمودار آن را نیز رسم می کنیم.



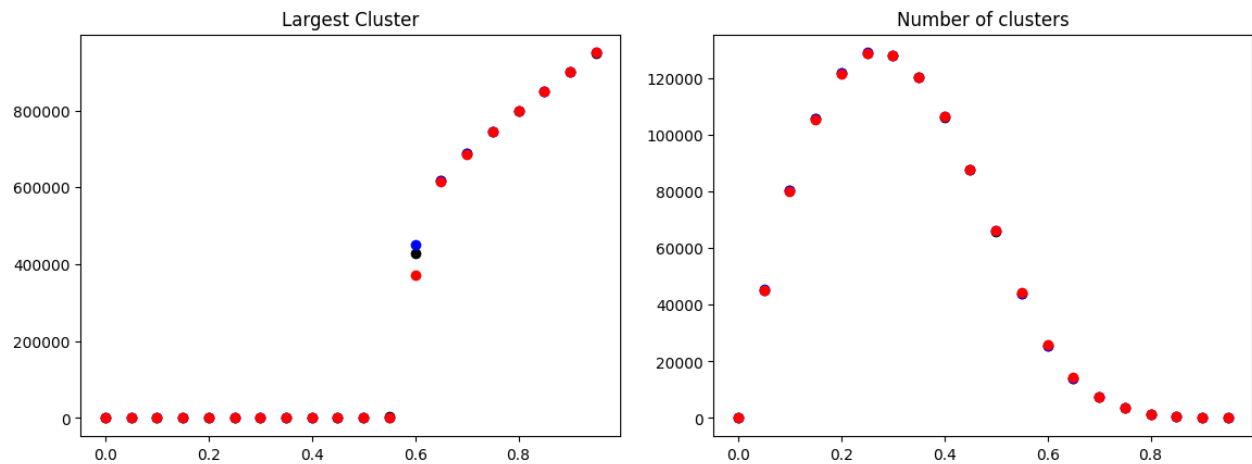
شکل ۴: 100×100



شکل ۵: 200×200

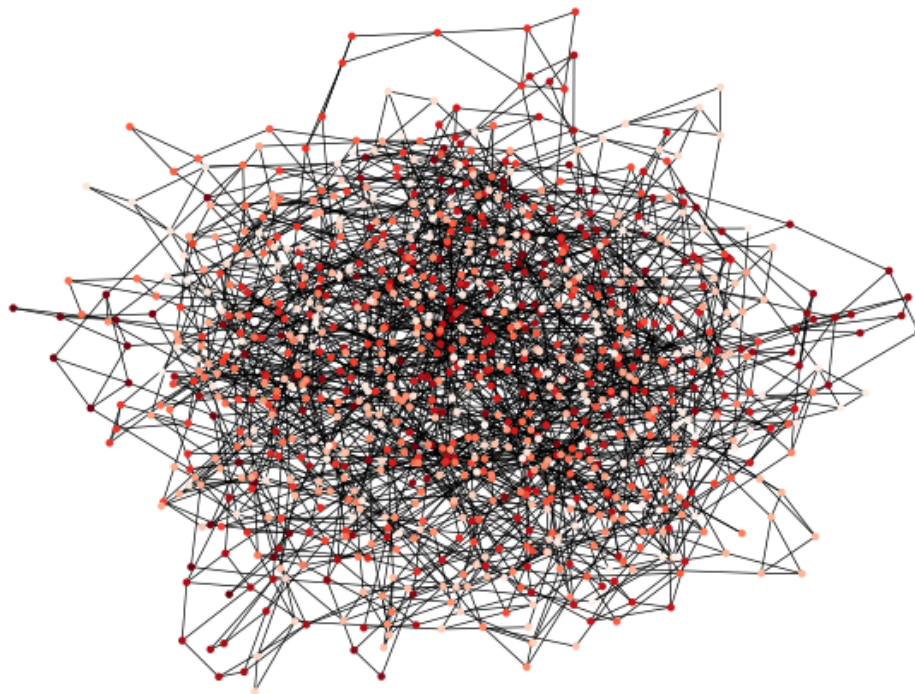


شکل ۶: 500×500

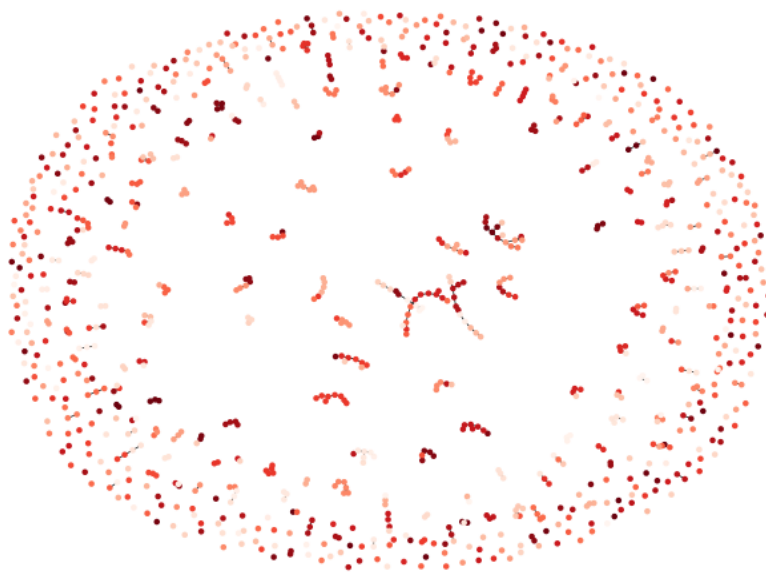


شکل ۷: 1000×1000

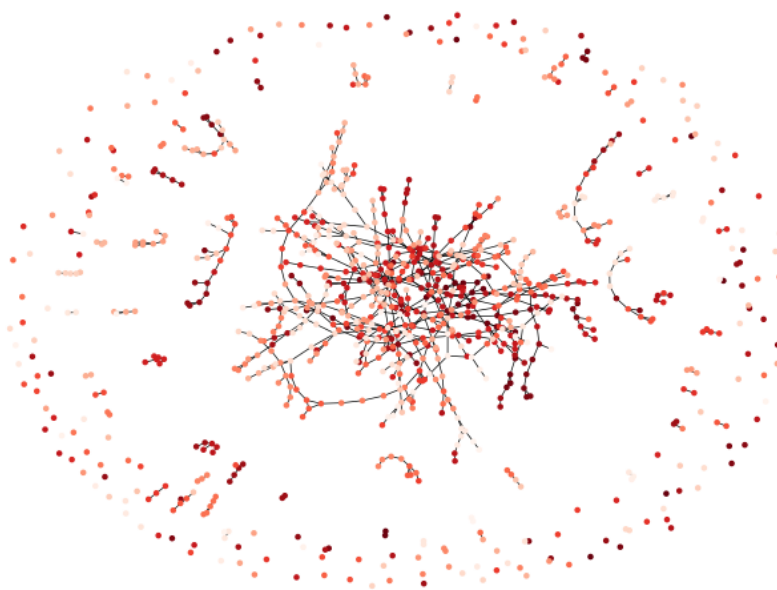
در زیر هر شکل ابعاد شبکه نوشته شده است. هر چه ابعاد بزرگ تر می شود اندازه بزرگ ترین خوشه نیز بزرگ تر می شود. همچنین اندازه متوسط خوشه به صورت صعودی با تغییر p افزایش میابد. اما تعداد خوشه تا یک مقداری از p افزایش یافته و سپس کاهش می یابد به یک نزدیک می شود. می توان از ابتدا سلول ها را پر در نظر گرفت و با احتمال p سلول اشغال شده را خالی کرد. که در آن صورت نمودار کسری از شبکه که percolate شده است از یک شروع شده و با افزایش p به صفر می رسد. تا این مرحله percolation site را بررسی کردیم. حال به بررسی و تحلیل percolation bond می پردازیم. بر روی یک شبکه دنیای کوچک با ۱۰۰۰ رأس percolation bond را انجام می دهیم. هر یال با احتمال p باقی می ماند و با احتمال $1 - p$ حذف می شود. شبکه دنیای کوچک بررسی شده را با روش strogatz watts می سازیم. شبکه اولیه به صورت زیر می باشد:



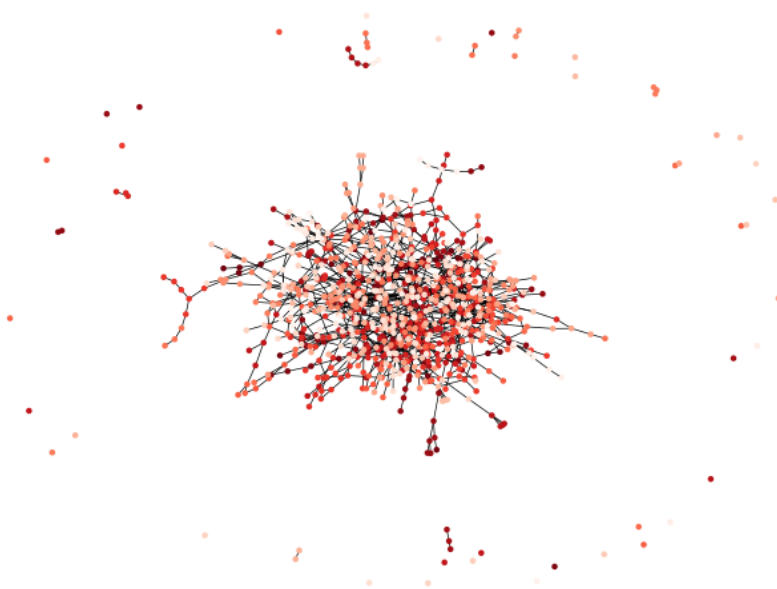
شکل ۸: شبکه اولیه دنیای کوچک



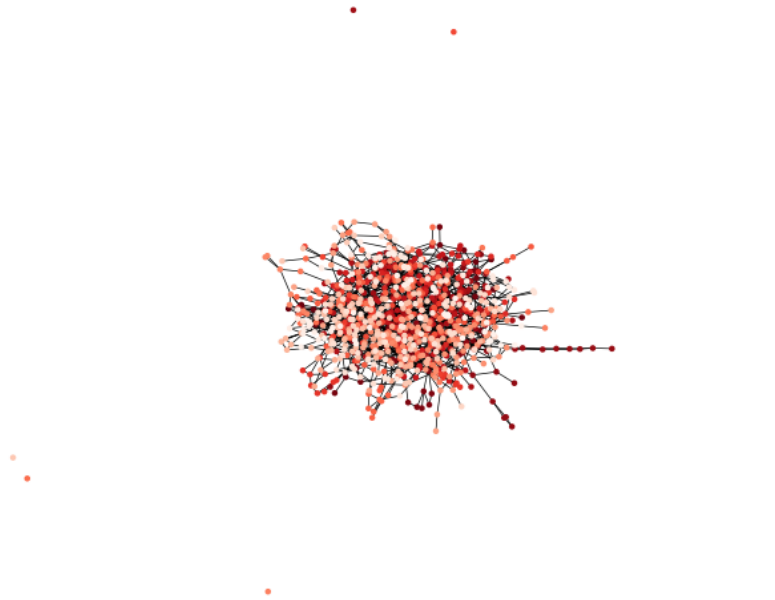
شکل ۹: نفوذ در شبکه دنیای کوچک با $p = 0.2$



شکل ۱۰: نفوذ در شبکه دنیای کوچک با $p = 0.4$



شکل ۱۱: نفوذ در شبکه دنیای کوچک با $p = 0.6$



شکل ۱۲: نفوذ در شبکه دنیای کوچک با $p = 0.8$

همان‌طور که مشاهده می‌شود برای $p = 8$ اکثر یال‌ها حذف نشده باقی می‌مانند. به این صورت که اگر بیماری به شبکه دنیای کوچک با $p = 2$ وارد شود و با یال‌ها انتقال پیدا کند، به دلیل اینکه اکثر یال‌ها حذف شده‌اند بیماری به شبکه نفوذ پیدا نمی‌کند. اما برای $p = 8$ تقریباً تمام یال‌ها باقی‌مانده‌اند و می‌توانند بیماری را انتقال دهند. پس بیماری در این شبکه نفوذ می‌کند.