

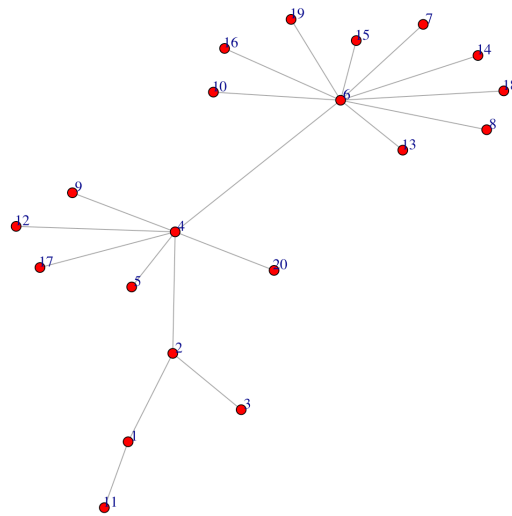
در این نوشتار قصد مدل کردن رفتار شیوع کرونا را داریم. برای این کار مفروضات مورد استفاده را اشاره می کنیم:

- برای یک مدل بسیار ساده و اولیه، فرض میکنیم که افراد جامعه بر روی یک شبکه ی دو بعدی مربعی $n \times n$ هستند و هر شخص در هر روز (هر مرحله ی شبیه سازی) می تواند افراد داخل دایره ای به شعاع r را با احتمال p بیمار کند. یعنی اگر $p = 1$ باشد بعد از گذشت یک روز، تمام افرادی که فاصله ای کمتر یا مساوی r با یک فرد ناقل دارند، بیمار می شوند. برای حالت اولیه ی سیستم هم یک نفر را به تصادف به عنوان بیمار مشخص می کنیم.

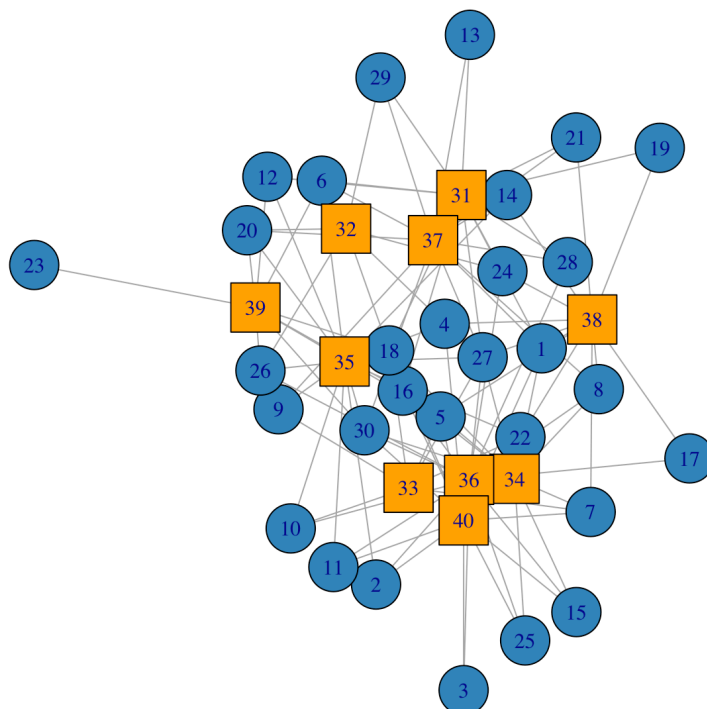


- برای مدل کردن شیوع بیماری بین شهر ها، فرض می کنیم تعدادی شهر وجود دارد و هر شهر مطابق مدل بالا به شکل یک مربع است. در هر روز به تصادف چند نفر از هر شهر به شهرهای دیگر مسافرت می کنند. در این مدل نرخ جابجایی افراد بین شهرها یکی از پارامترهای تاثیر گذار در همه گیری بیماری است.
- برای مدل کردن دقیق تر تاثیر بیماری، می توان فرض کرد که بعد از گذشت چند روز بیمار به یکی از دو حالت مرگ یا بهبودی می رود. درواقع حالت های افراد این هاست: سالم، بیمار، بهبود یافته، مرده. هر شخص بیمار در هر روز با احتمالی بیمار می ماند و با احتمالی می میرد و با احتمالی بهبود می یابد.
- برای مدل سازی قرنطینه ی افراد بیمار، می توانیم فرض کنیم که بعد از گذشت تعدادی روز مشخص، افراد بیمار از جامعه ی اصلی خارج می شوند و تا وقتی که به یکی از دو حالت مرده یا بهبود یافته تبدیل نشود، در قرنطینه باقی می ماند.
- برای واقعی کردن مدل می توان حالت بیمار را به دو حالت تقسیم کرد: بیمار با علائم و بیمار بدون علائم. در این صورت بیمار بدون علائم قرنطینه نمی شود و همچنان می تواند ناقل باشد. کودکان رفتار مشابهی دارند.
- برای مدل کردن کشورهای جهان اول یا شهرهای با امکانات پزشکی بهتر می توانیم فرض کنیم نرخ بهبودی افراد در شهرهای بهتر، بیشتر است. از طرفی تعداد روزهای لازم برای داشتن علائم قبل از قرنطینه شدن در شهرهای پیشرفته تر، کمتر است.

- برای واقعی تر کردن مدل شهر، بجای یک شبکه‌ی مربعی فرض می‌کنیم هر شهر یک گراف تصادفی است با n راس و هر یال رابطه‌های افراد است. هر شخص ناقل با احتمال مشخصی می‌تواند افرادی که با یک یال با آنها رابطه دارد را بیمار کند.



- برای مدل کردن مکان‌های هر شهر مثل بیمارستان یا مرکز خرید یا خانه‌های افراد: یک گراف دو بخشی در نظر می‌گیریم که راس‌های بخش اول، افراد شهر است و راس‌های بخش دوم، مکان‌های موجود در شهر است. یال‌های گراف به صورت تصادفی تعیین می‌شوند. تعداد یال‌های وصل شده به راس‌هایی که مربوط به مکان‌های عمومی (مثل مرکز خرید) هستند امید ریاضی بیشتری دارند ولی راس‌های نشان‌دهنده‌ی خانه‌ها می‌توانند حداکثر تعداد مشخصی یال داشته باشند. بیماری از طریق مکان‌ها منتقل می‌شود. در هر روز هر مکان با احتمال p افرادی که با آنها یال دارد را بیمار می‌کند و احتمال p متناسب با تعداد افراد مریضی است که به مکان مورد نظر یال دارند.



- برای مدل کردن تاثیرات رعایت کردن بهداشت، می‌توانیم فرض کنیم افراد هر شهر بعد از اینکه شهر تعداد مشخصی بیمار پیدا می‌کند، شروع به رعایت بیش از پیش بهداشت می‌کنند و به خاطر این موضوع، شعاع انتشار بیماری یا احتمال انتقال آن در هر روز کاهش می‌یابد. برای مدل کردن برنامه‌ی «در خانه بمانیم» می‌توانیم فرض کنیم یال‌های مربوط به مراکز خرید و مراکز تفریحی در گراف بالا به طور ناگهانی کاهش می‌یابند و از این طریق افراد کمتری بیمار خواهند شد.
- برای مدل کردن وسایل نقلیه‌ی عمومی هم می‌توان از همان ایده‌ی گراف دو بخشی استفاده کرد و یک یا چند راس با تعداد یال بسیار زیاد انتخاب کرد که همان وسایل نقلیه‌ی عمومی هستند.
- می‌توانیم روند انتقال یک بیمار به بیمارستان و بستری شدن آن را مدل کنیم. هر شهر می‌تواند تعدادی بیمارستان با ظرفیت مشخص داشته باشد. هر بیمار جدید دارای علائم بعد از چند روز به بیمارستانی که ظرفیت دارد مربوط می‌شود. بیماران داخل بیمارستان در هر روز احتمال مرگ کمتر و احتمال بهبودی بیشتری نسبت به بیماران خارج از بیمارستان دارند. در این مدل مسئله‌ی پرشدن ظرفیت بیمارستان‌ها هم مدل می‌شود.
- می‌توان فرض کرد که هر فرد بهبود یافته در برابر بیماری مقاوم می‌شود و هرگز دیگر به بیماری مبتلا نخواهد شد یا باز هم امکان ابتلا به بیماری را دارد.
- درمورد جهش ژنتیکی بیماری هم می‌توان مدل سازی انجام داد. مثلاً بعد از مبتلا شدن تعداد مشخصی بیمار، ویروس ضعیف‌تر می‌شود و نرخ ابتلا یا نرخ مرگ و میر یا شعاع ویروس کاهش می‌یابد.