

گزارش تمرین سری هفتم

شبیه سازی رایانه ای در فیزیک

علیرضا رضایی

97100762

1 فهرست

3	.....	2 تمرین 8.1
3	.....	2.1 ساخت تابع تولید اعداد رندم با تابع توزیع گاوسی با روش متروپولیس
3	.....	2.1.1 آزمون کارایی تابع ساخته شده
4	.....	2.2 پیدا کردن طول قدم های مناسب برای ACCEPTING_RATIO های خواسته شده در صورت سوال
5	.....	2.3 پیدا کردن طول همبستگی برای مجموعه های تولیدی مختلف

2 تمرین 8.1

2.1 ساخت تابع تولید اعداد رندم با تابع توزیع گاوسی با روش متروپولیس

در این سوال میخواهیم با کمک روش متروپولیس مولدی برای تولید اعداد رندوم با تابع توزیع گاوسی بسازیم.

ابتدا در قسمت تنظیمات اولیه تابع توزیعی که میخواهیم (تابع گاوسی) را تعریف می کنیم:

```
p = lambda x: np.exp(-x**2)
```

و سپس ایکس صفر که همان نقطه ی شروع است را با یک مقدار اولیه (مقدار صفر) مقدار دهی می کنیم.

حال در تابع random_numbers اعداد رندمان را با کمک روش متروپولیس ایجاد می کنیم. به این صورت که ما n عدد میخواهیم پس حلقه ای باید حد اقل n بار تکرار شود و در آن هر بار یک y به طور رندم و به صورت زیر تولید شده

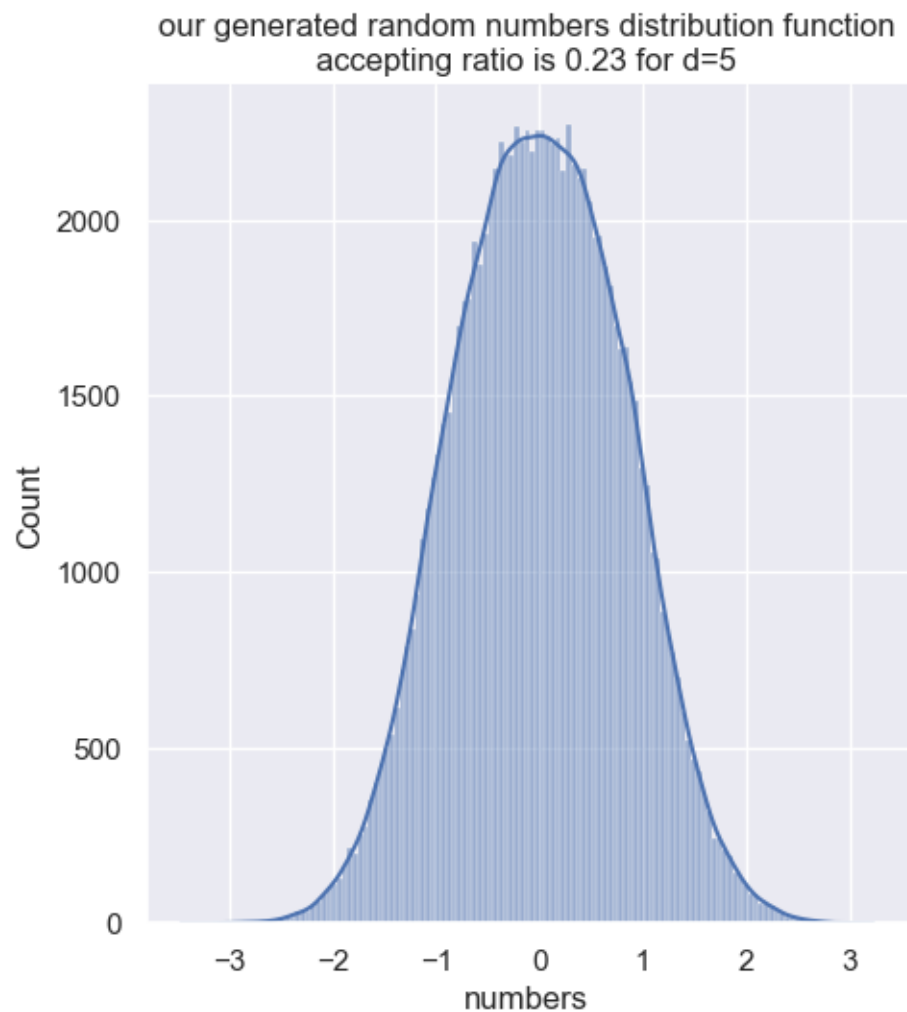
```
y = x + d*(np.random.random()*2 - 1)
```

(که d طول گام است) و با احتمال $p(y)/p(x)$ این عدد به عنوان عدد رندم بعدی (x) پذیرفته (accept) شود و اگر پذیرفته شد یک واحد به شمارشگر حلقه افزوده شود و کار ادامه پیدا کند.

accepting_ratio هم از تقسیم تعداد اعداد تولیدی به کل دفعاتی که حلقه تکرار شده بدست می آید و در نهایت اعداد رندم و accepting_ratio را به عنوان خروجی تابع تعیین می کنیم.

2.1.1 آزمون کارایی تابع ساخته شده

حال کارایی این تابع را مورد آزمایش قرار می دهیم که 100,000 عدد را با d=5 تولید می کنیم و تابع توزیعشان را رسم می کنیم که نمودار زیر را خروجی می دهد:

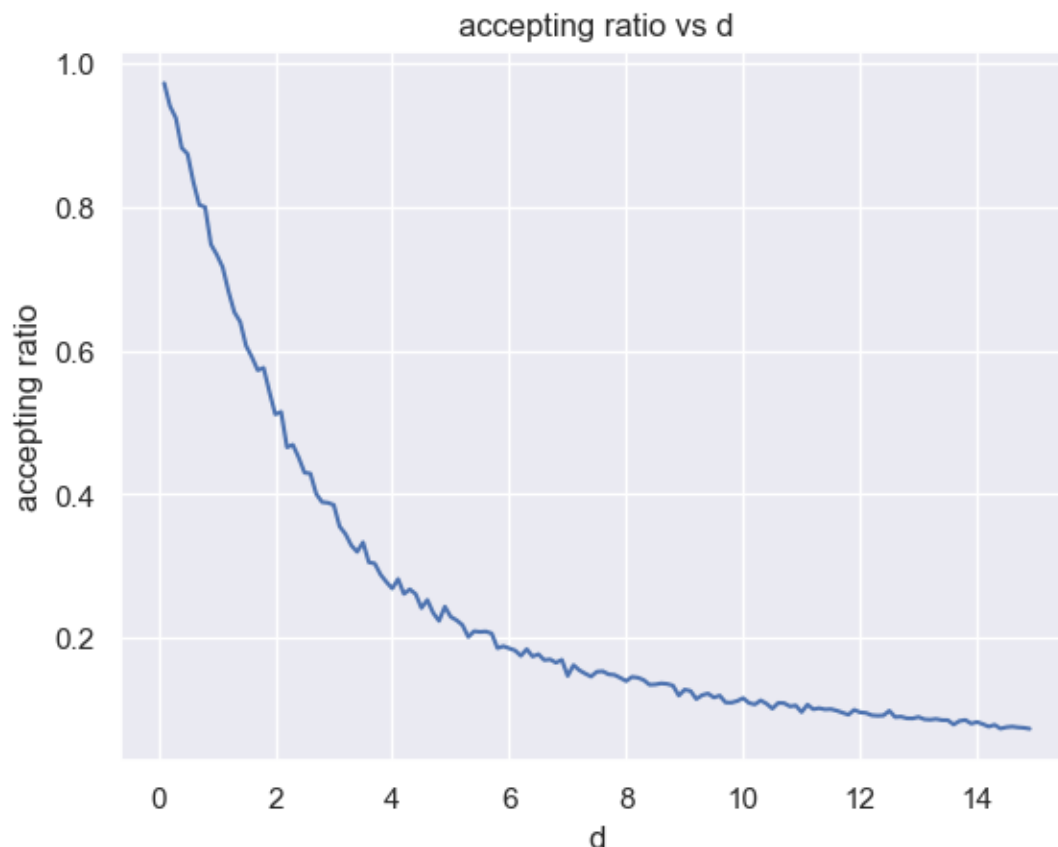


همانطور که می بینید این یک توزیع گوسی است پس تابع تولید اعداد رندمان دارد درست کار میکند و می توانیم به سراغ ادامه ی تمرین برویم.

2.2 پیدا کردن طول قدم های مناسب برای ACCEPTING_RATIO های خواسته شده در صورت سوال

در این قسمت از تمرین می خواهیم طول قدم (d) هایی را پیدا کنیم که به ازای آنها accepting_ratio مقدار های خواسته در صورت سوال را بگیرد.

پس در تابع accepting_ratios_vs_d تابع تولید اعداد رندمان را به ازای d های مختلفی صدا می زنیم و نمودار accepting_ratios را نسبت به d رسم می کنیم تا d های مناسب را پیدا کنیم. که به نتیجه ی زیر می رسیم:



خروجی های عددی این تابع را هم در فایل با عنوان data.csv در کنار کد ذخیره می کنیم تا برای استفاده های احتمالی بعدی به کار آید.
و d های متناسب با مقادیر خواسته شده در صورت سوال عبارتند از:

all_d = [11.1, 5.7, 3.8, 2.7, 2, 1.5, 1.1, 0.7, 0.3]

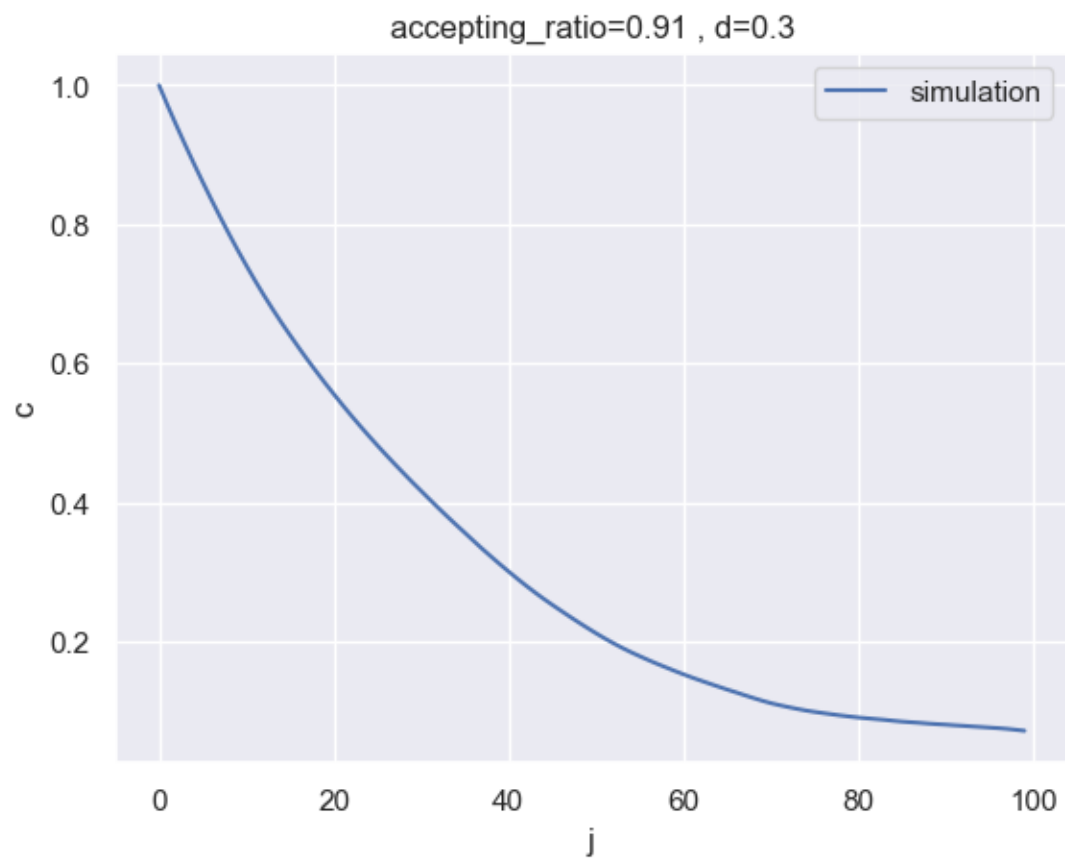
2.3 پیدا کردن طول همبستگی برای مجموعه های تولیدی مختلف

در این قسمت می خواهیم با کمک رابطه ی 5 از فصل 8 کتاب طول همبستگی را برای مجموعه عدد های رندم مختلفی که تولید کرده ایم بدست بیاوریم.

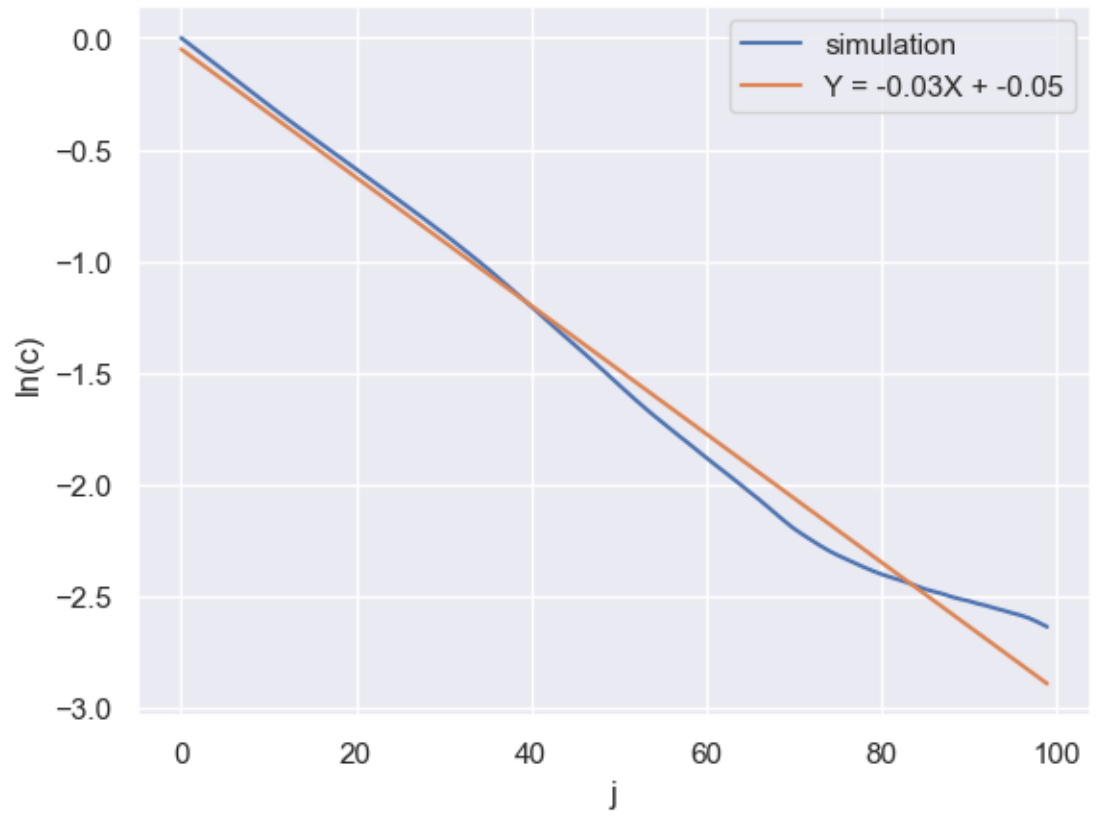
$$C(j) = \frac{\langle x_i x_{i+j} \rangle_i - \langle x_i \rangle_i \langle x_{i+j} \rangle_i}{\sigma^2} \quad (5)$$

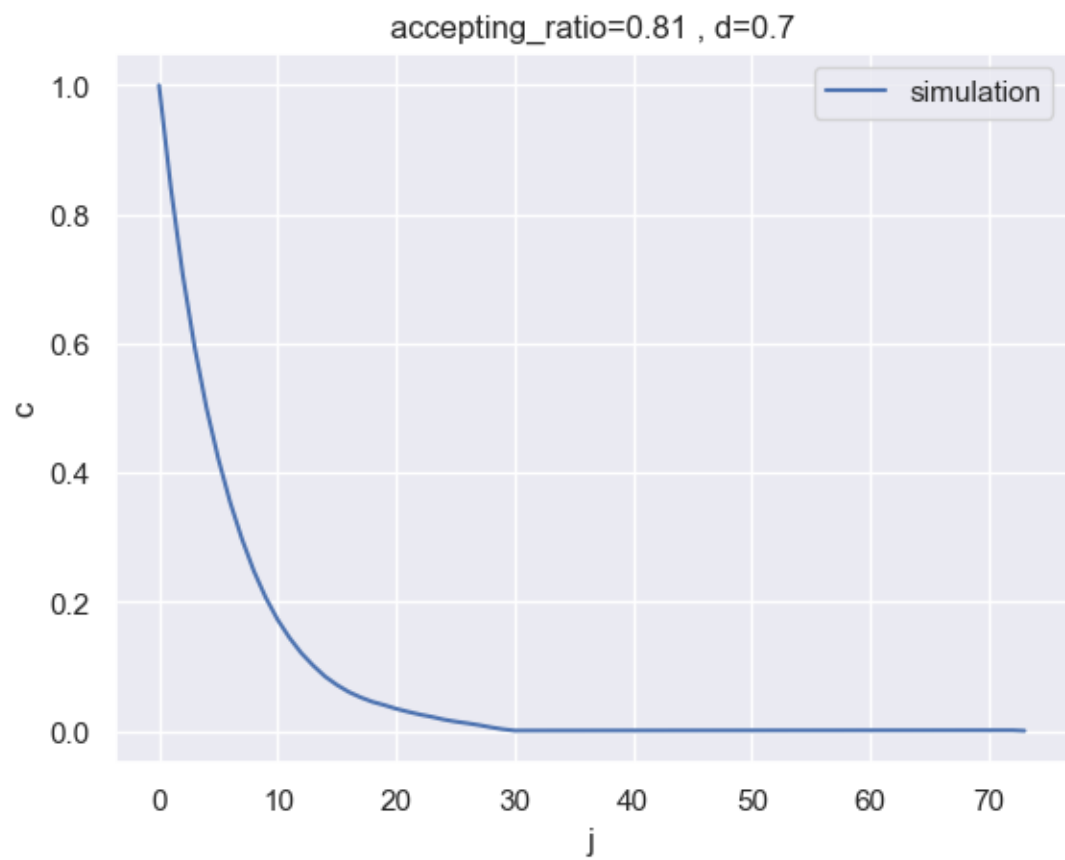
در این قسمت با کمک تابع C مطابق فرمول بالا طول همبستگی را بدست می آوریم و با کمک تابع linear_fit هم سعی میکنیم بر نمودار های بدست آمده بهترین خط را فیت کرده و شیب و عرض از مبداش را بخوانیم و طول همبستگی را طبق فرمول بدست آوریم.

پس برای d های مختلف اعداد رندمان را تولید کرده و محاسبات طول همبستگی را انجام داده و نمودار های مناسب را رسم می کنیم که به خروجی های زیر می رسیم:

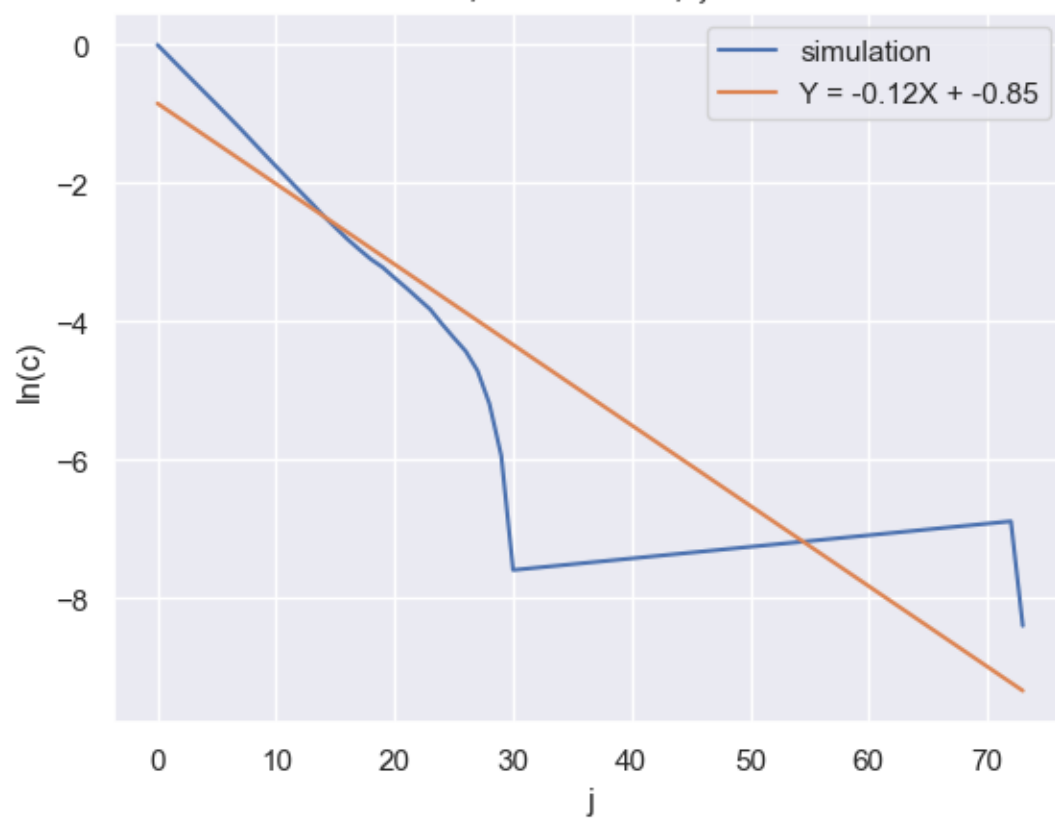


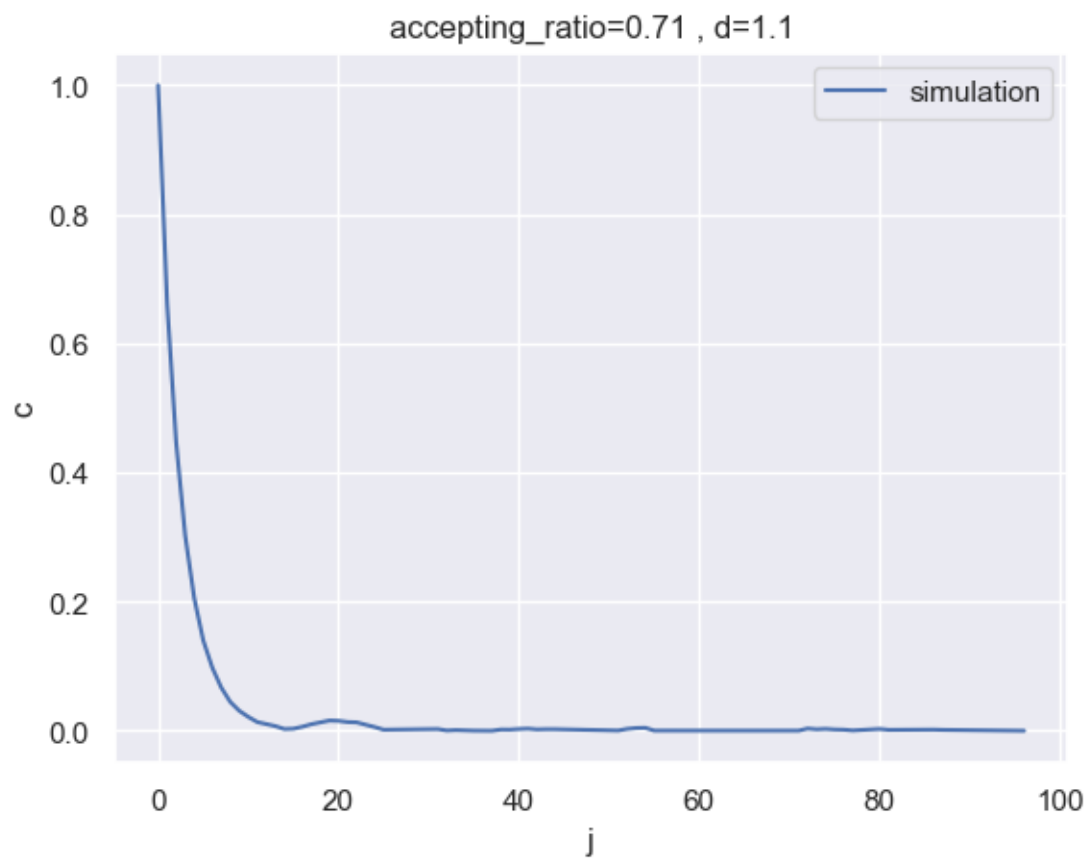
$d = 0.3, R^2 = 0.9882, \xi = 0.03$



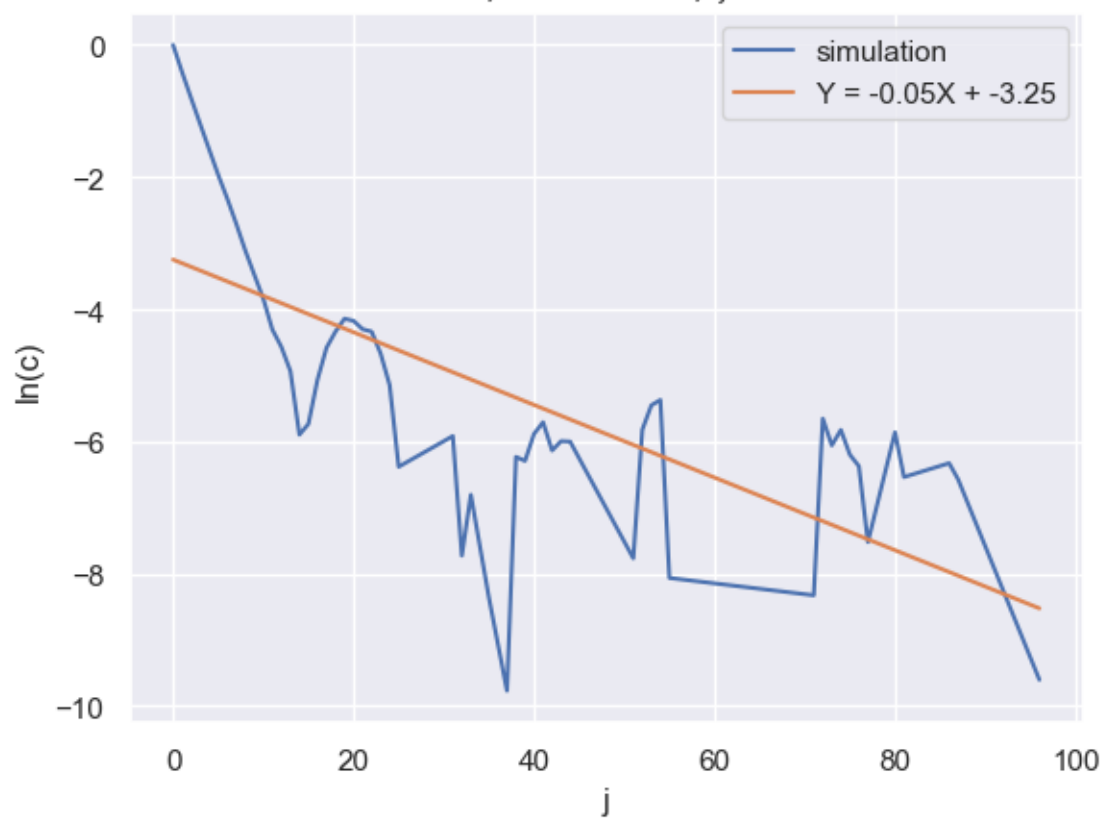


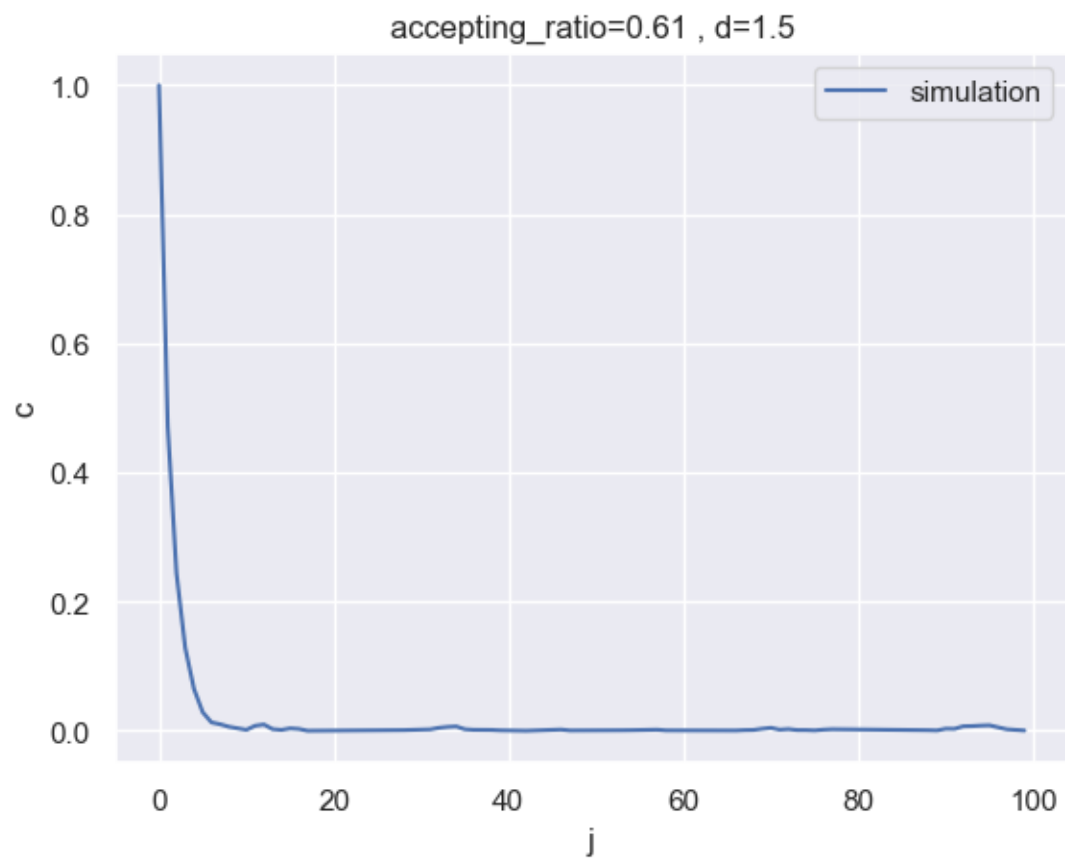
$d = 0.7, R^2 = 0.8162, \xi = 0.12$



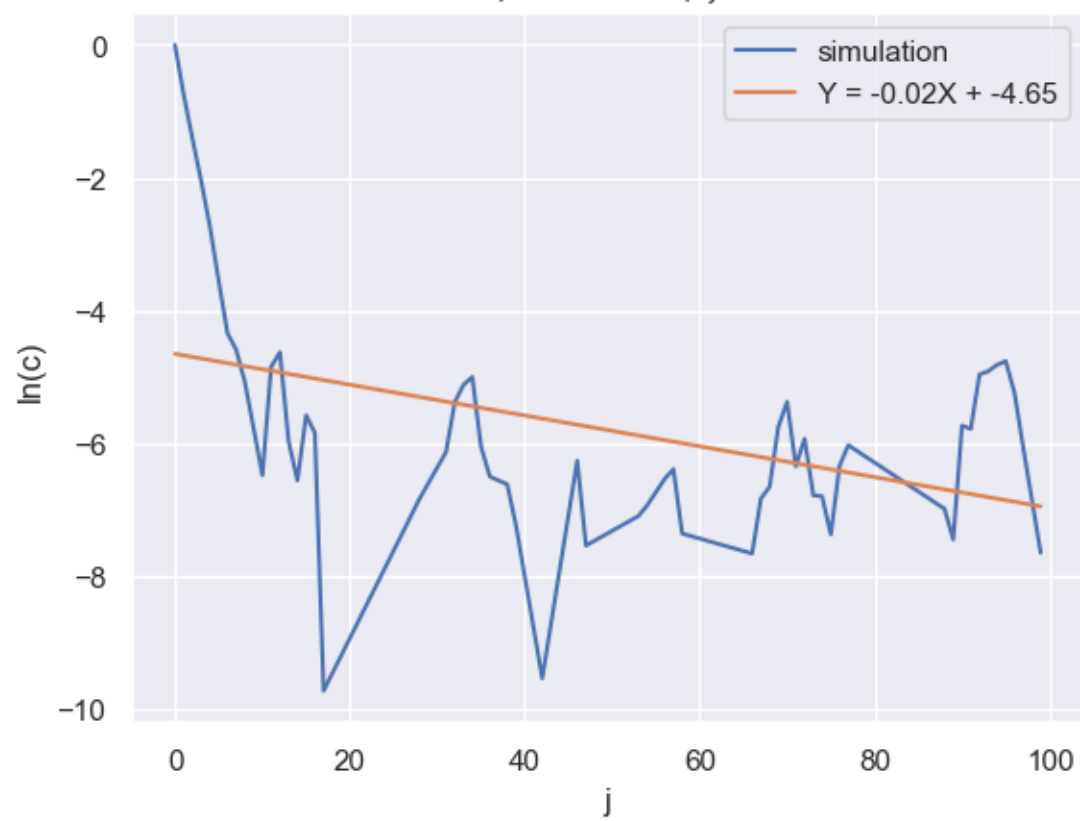


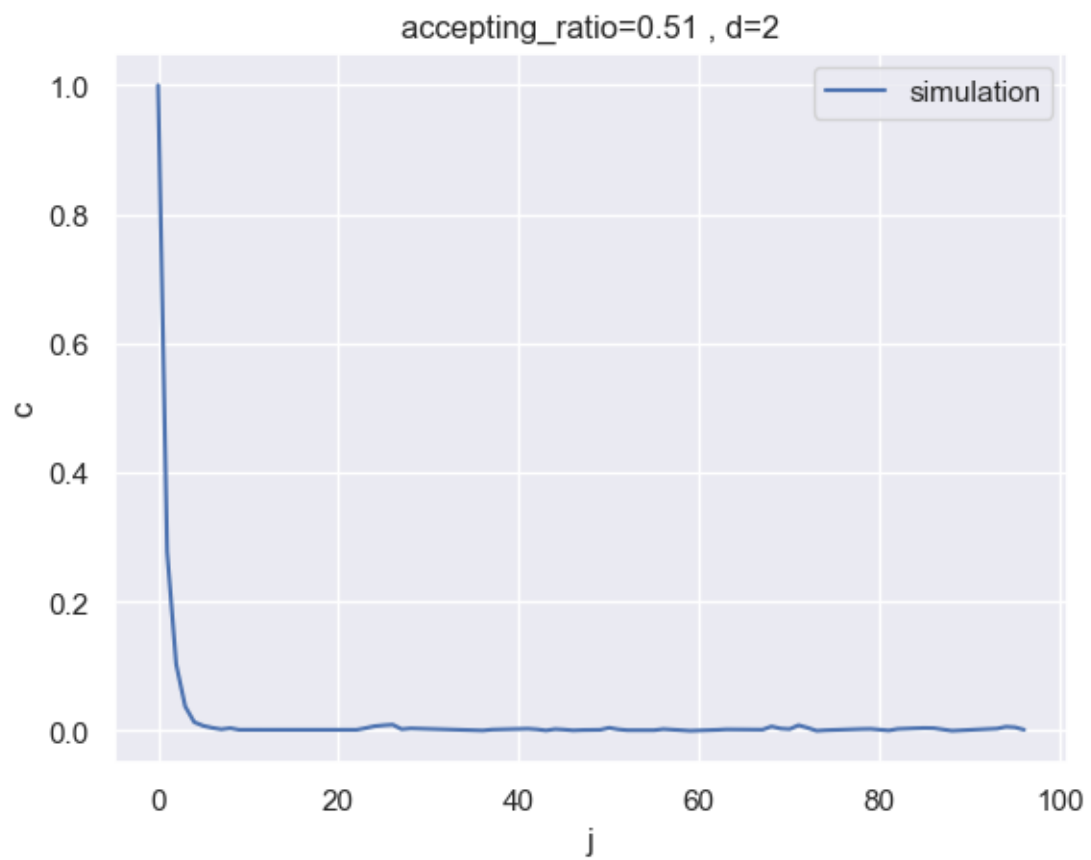
$d = 1.1, R^2 = 0.4961, \xi = 0.05$



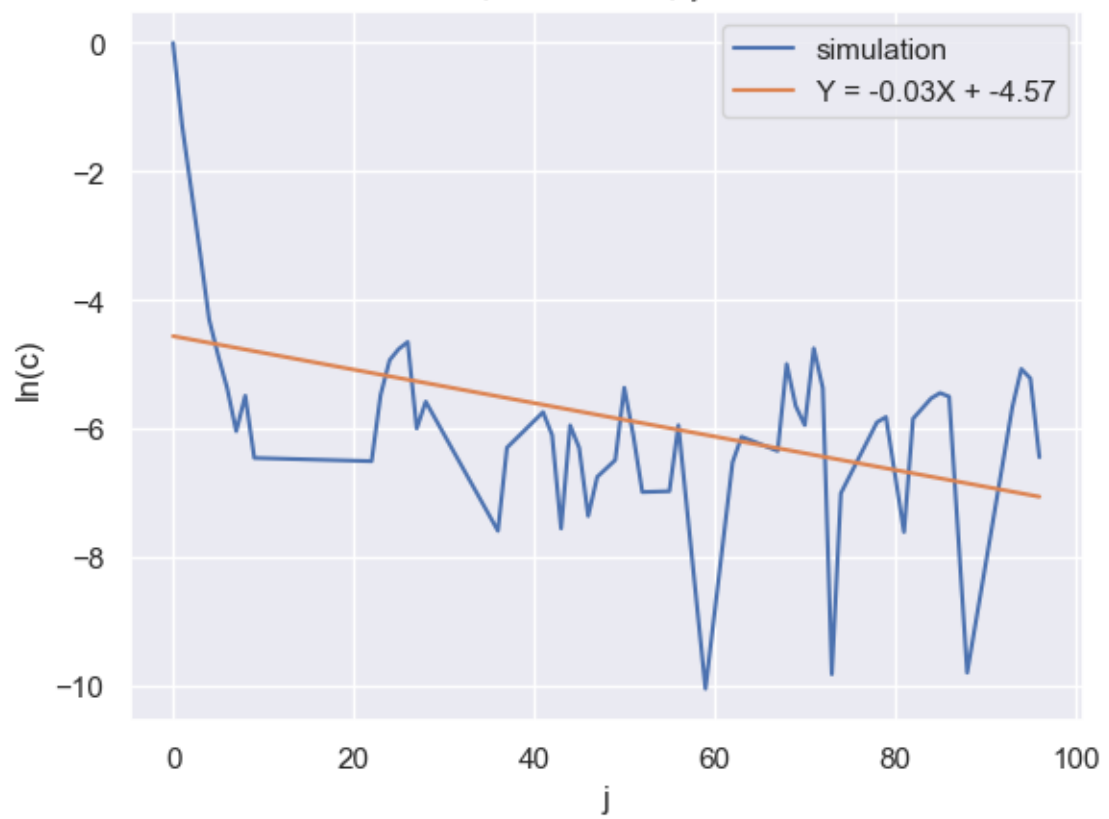


$d = 1.5, R^2 = 0.174, \xi = 0.02$

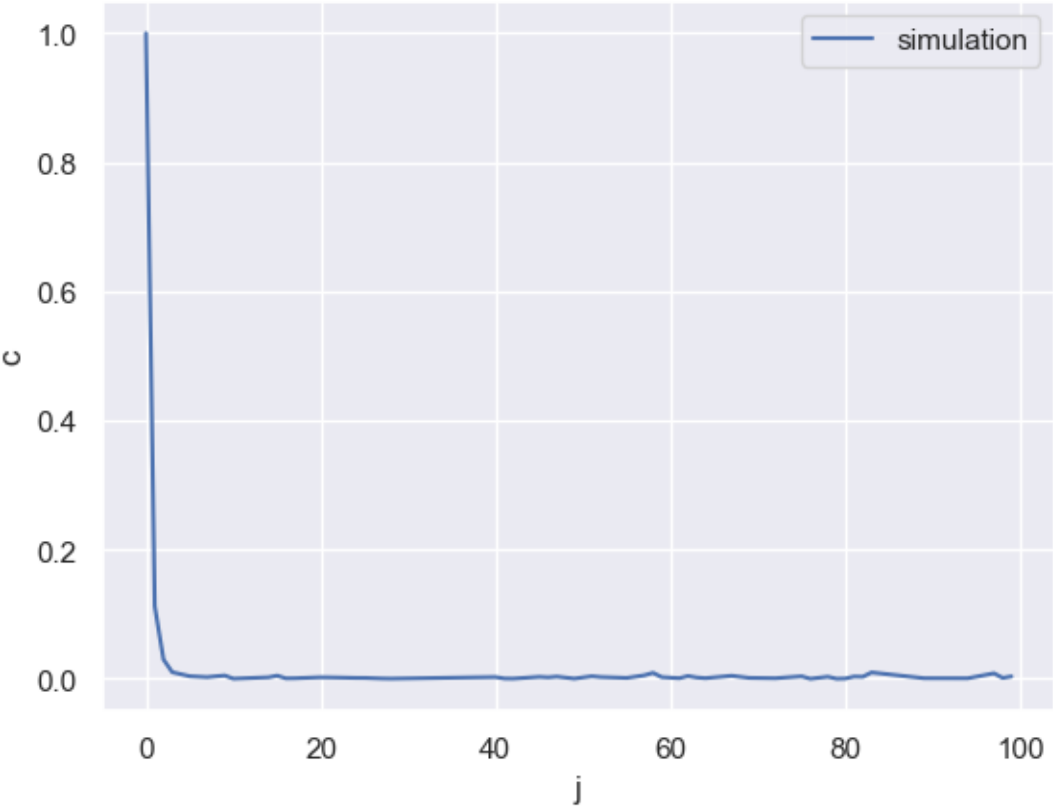




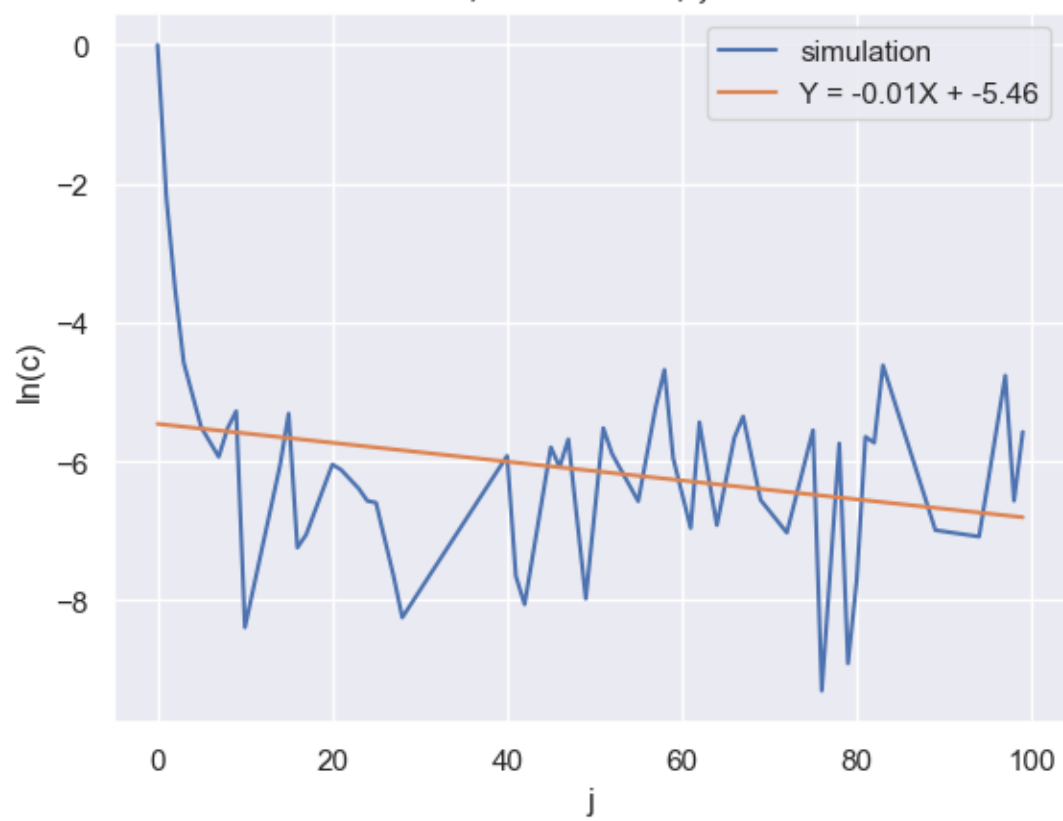
$d = 2, R^2 = 0.204, \xi = 0.03$

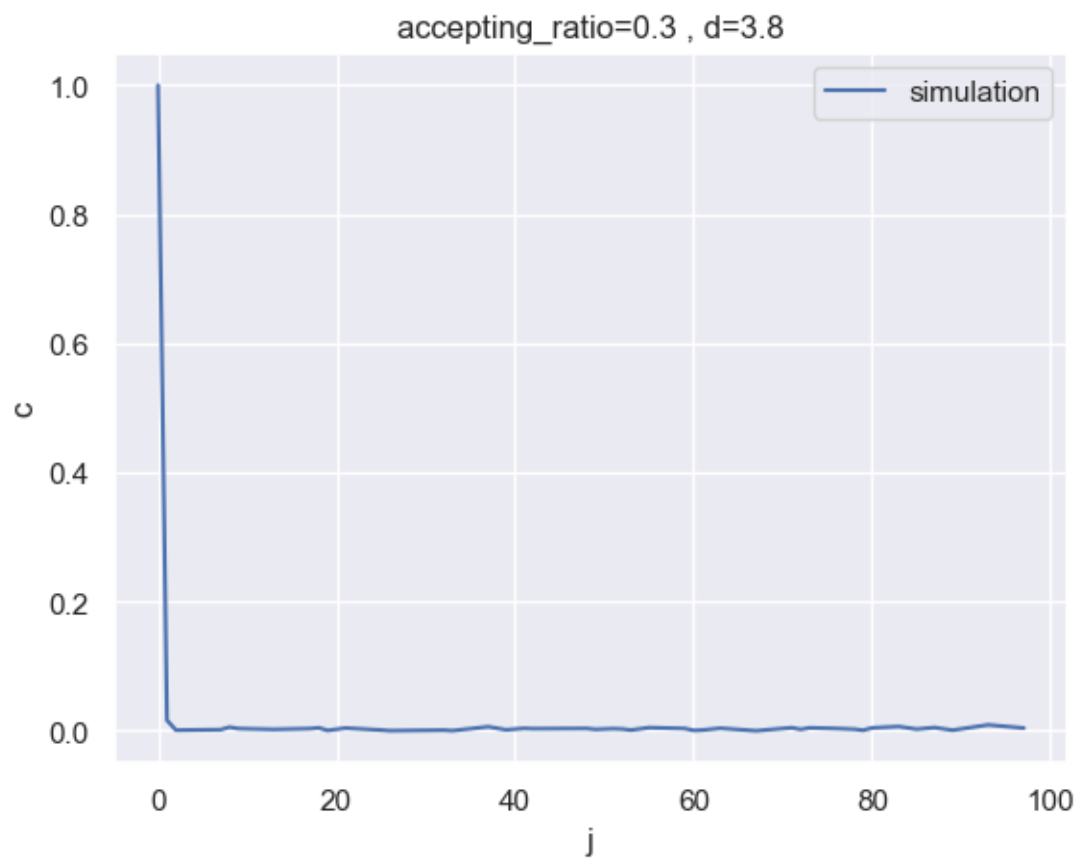


accepting_ratio=0.41 , d=2.7

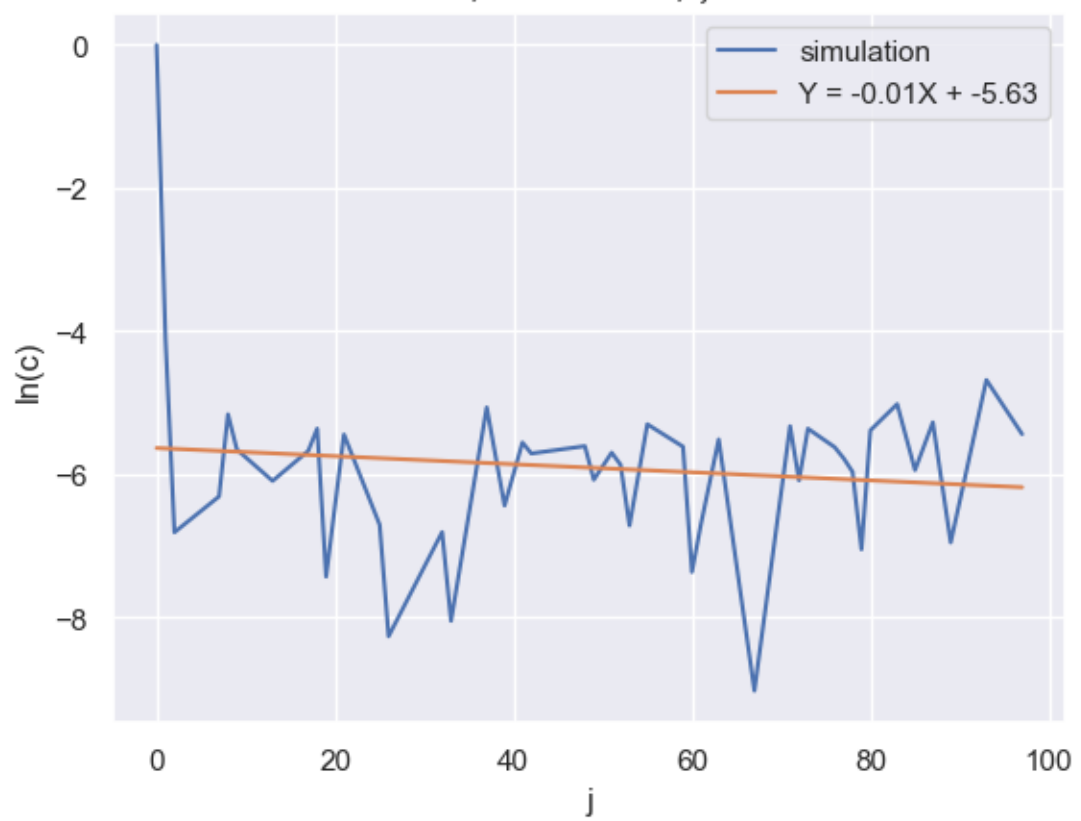


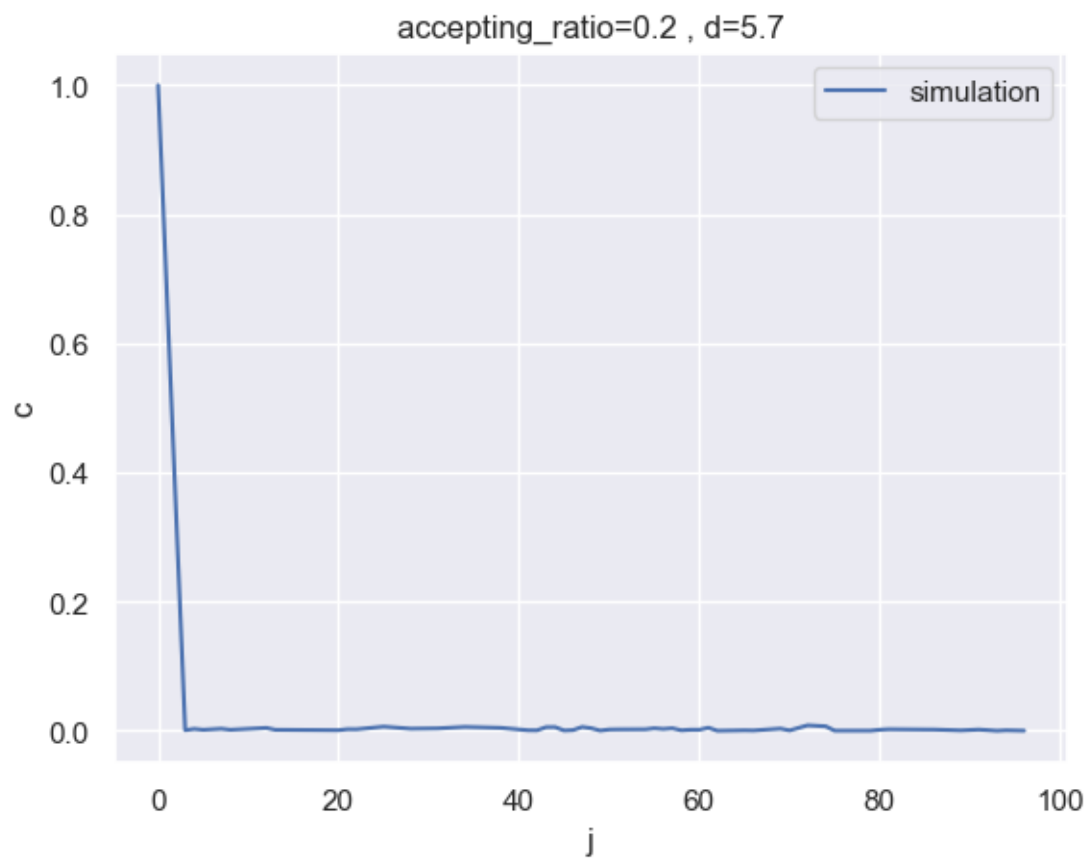
$d = 2.7, R^2 = 0.0707, \xi = 0.01$



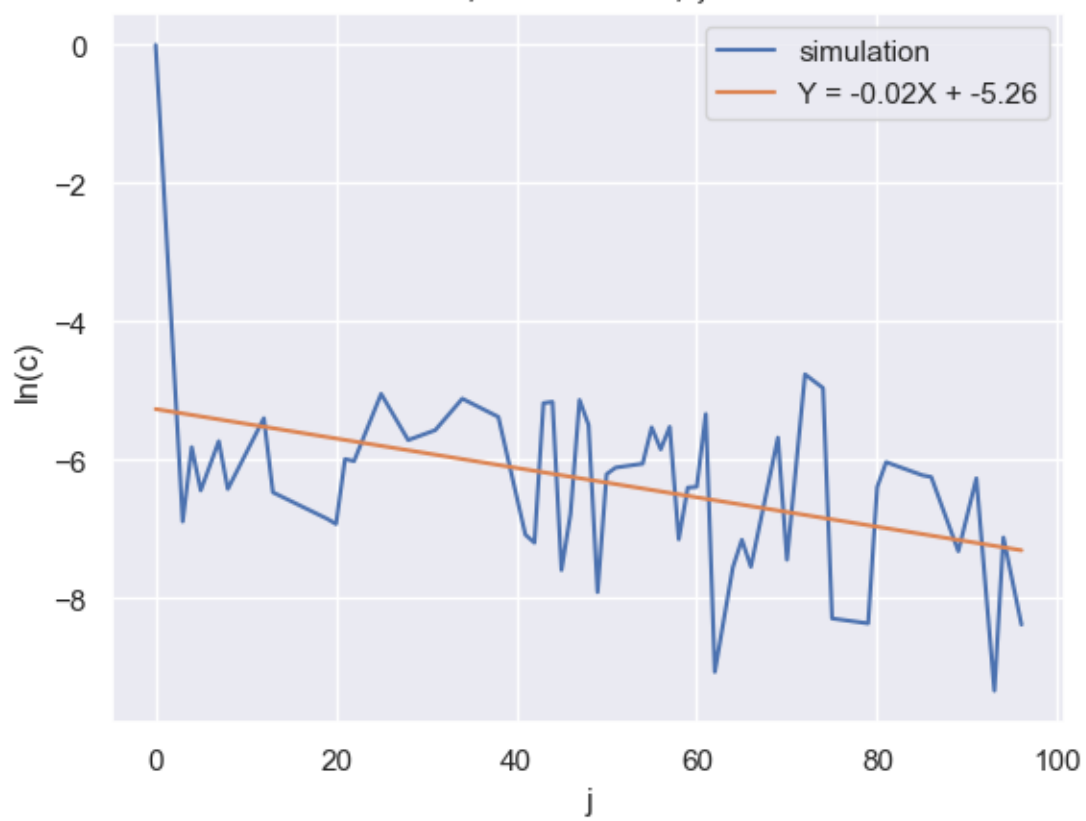


$d = 3.8, R^2 = 0.0149, \xi = 0.01$

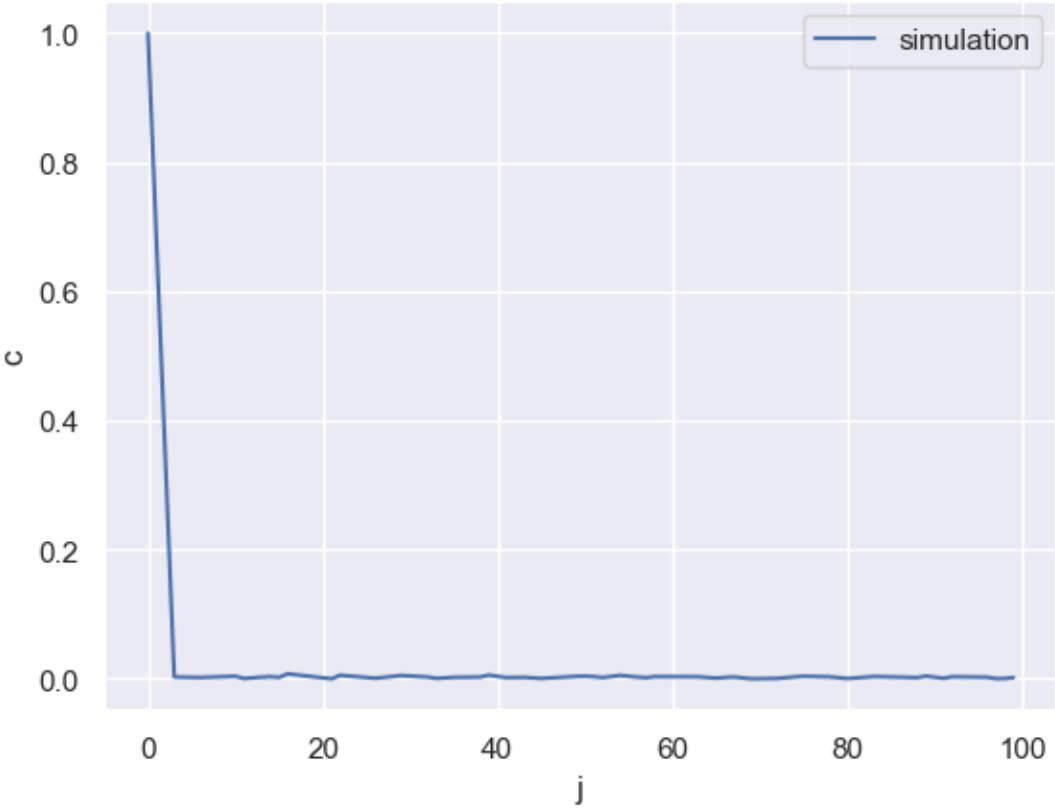


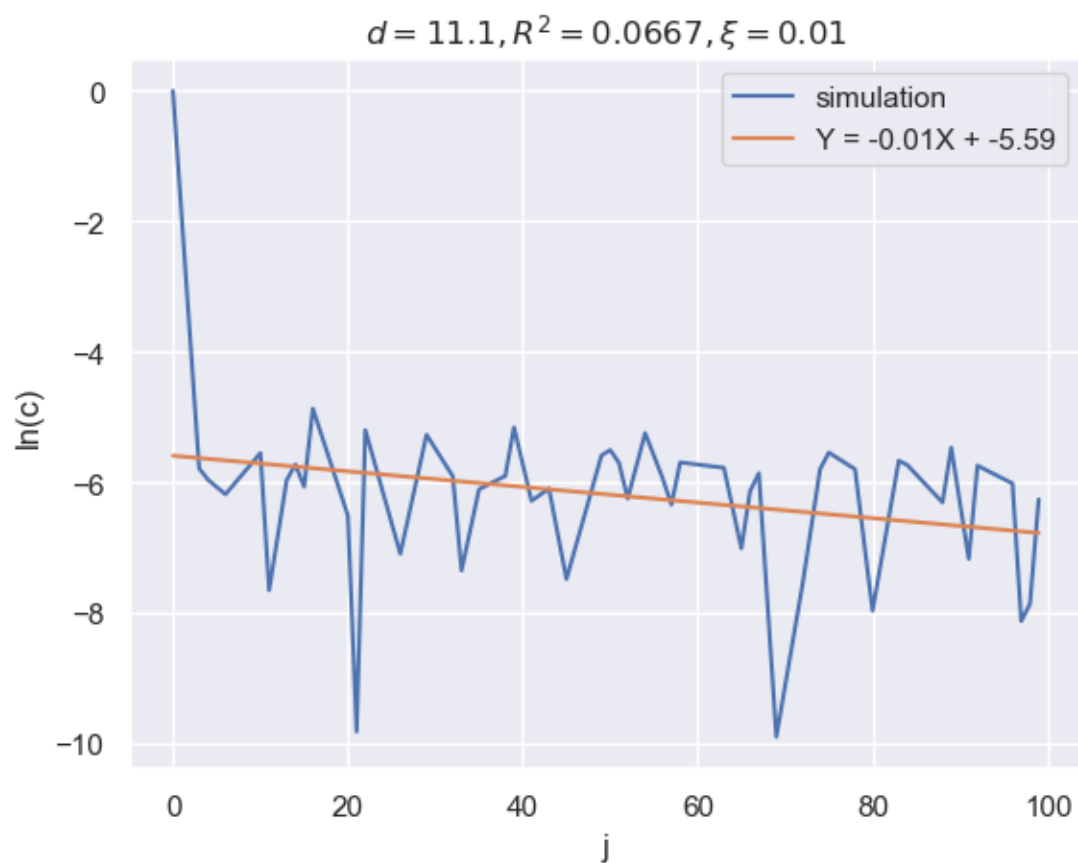


$d = 5.7, R^2 = 0.1736, \xi = 0.02$



accepting_ratio=0.1 , d=11.1





$$C(j) = e^{-\frac{j}{\xi}}$$

همانطور که مشاهده می کنید فقط برای d های کوچک (accepting_ration های بزرگ) رابطه ی
 که در کتاب به آن اشاره شده برقرار است و در بقیه ی موارد نمودار ها به شدت نویز داشته و از این فرمول
 تبعیت نمی کنند.