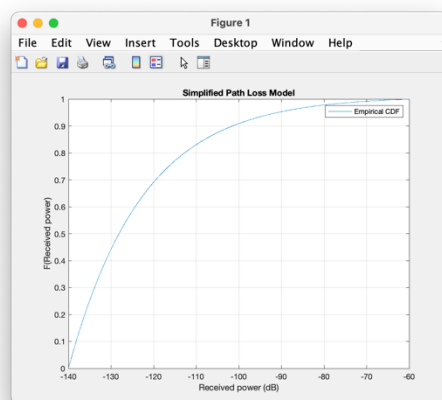


سوال (۱)

الف) برای شبیه سازی بخش از دستور randi به منظور تولید 10^5 فاصله رندوم BS استفاده شده است و نمودار تابع توزیع تجمعی توان دریافتی آنها به شکل زیر می باشد:

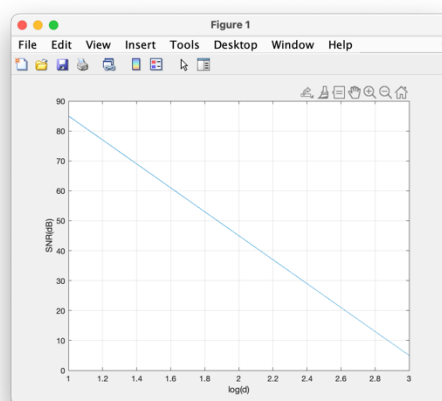


تصویر ۱: نمودار تابع توزیع تجمعی توان دریافتی بدون در نظر گرفتن اثر سایه

ب) توان نویز طبق محاسبات زیر بدست می آید:

$$P_n = 10^{\frac{-175-30}{10}} \times 10^6 = 10^{-14.5} \rightarrow P_n = -145 \text{ dB}$$

با توجه به رابطه $SNR = P_r - P_n$ ، نمودار مقدار آن به شکل زیر می باشد:

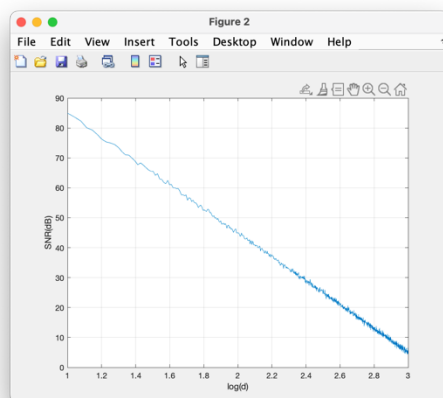


تصویر ۲: نمودار SNR بر حسب فاصله بدون در نظر گرفتن اثر سایه

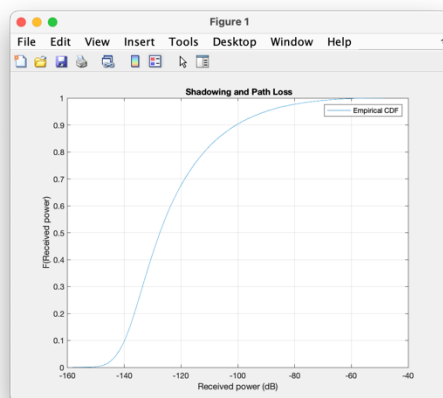
ج) برای شبیه سازی این بخش، از فاصله ۱۰ متر تا ۱۰۰۰ متر از BS را به هزار قسمت مساوی تقسیم کرده و از

بین آنها 10^5 تا (تا جایگذاری) انتخاب میکنیم. علت این کار این است که از یک فاصله مشخص چند P_r

مختلف داشته باشیم تا امید SNR معنی پیدا کند. (برای بدست آوردن امید SNR برای فاصله d_0 ، میانگین توان های دریافتی به ازای این فاصله را بدست می آوریم).



تصویر ۳: نمودار امید SNR بر حسب فاصله با در نظر گرفتن اثر سایه



تصویر ۴: نمودار تابع توزیع تجمعی توان دریافتی با در نظر گرفتن اثر سایه

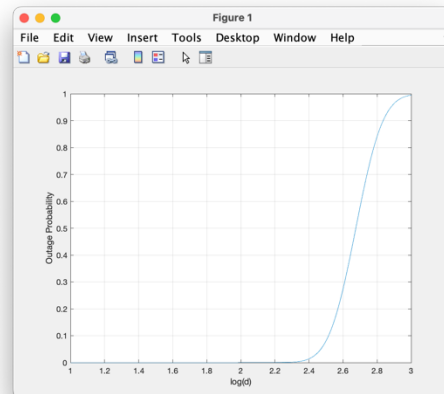
(د) برای بدست آوردن نمودار مقدار احتمال خاموشی محاسبات زیر را انجام میدهیم:

$$SNR < 18 \rightarrow P_R^{(dB)} - P_n^{dB} < 18 \rightarrow P_R^{(dB)} < 18 + P_n^{dB} = 18 - 145 = -127$$

$$\rightarrow -60 - 40 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right) + X < -127 \rightarrow X < -67 + 40 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right)$$

$$\Rightarrow P_r\{SNR(d) < 18\} = P_r\left\{X < -67 + 40 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right)\right\} = Q\left(67 - 40 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right)\right)$$

بنابراین نمودار مقدار احتمال خاموشی به شکل زیر است:

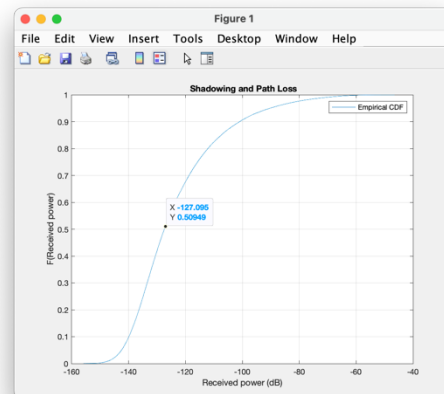


تصویر ۵: نمودار مقدار احتمال خاموشی به ازای فاصله های مختلف با در نظر گرفتن اثر سایه

برای بدست آوردن احتمال خاموشی از امید SNR که در بخش (ج) بدست آورده ایم استفاده میکنیم؛ در واقع تعداد فواصلی که برای آنها امید SNR از 18 dB کمتر هست را بدست آورده و بر تعداد کل فواصل تقسیم میکنیم.

به ازای یک بار شبیه سازی احتمال خاموشی 0.5370 بدست آمد و با مقایسه با CDF ای که در قسمت (ج) بدست آوردیم، صحت روش تأیید میشود:

probability =
0.5370



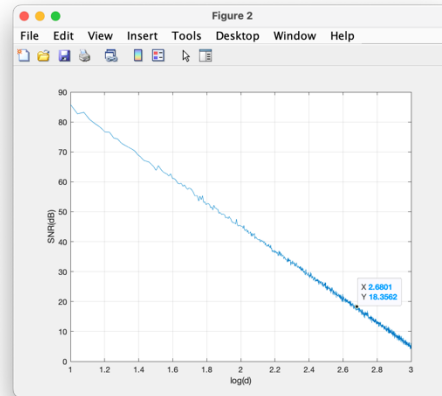
تصویر ۶: صحت سنجی روش پیشنهادی برای بدست آوردن احتمال خاموشی

(۵)

حل به کمک شبیه سازی:

با توجه به تصویر ۷، حداکثر فاصله ای که میتوانیم از BS داشته باشیم و $SNR \geq SNR_{\min}$ باشد برابر $10^{2.6801} = 478.74$ متر است.

$$S = \pi R^2 = \pi(478.74)^2 = 720027.9 \text{ m}^2$$



تصویر ۷: حداکثر فاصله ممکن از BS و خاموش نبودن گیرنده

حل تئوری:

$$P_r(d) = -30 - 40 \log_{10} \frac{d}{10} \xrightarrow{D=1000} P_r(D) = -30 - 40 \log_{10} \frac{1000}{10} = -110 \text{ dB}$$

$$P_n = 10 \log_{10} \left(10^{-\frac{175}{10}} \times 10^6 \right) = -115 \text{ dBm}$$

$$P_{r,\min} = SNR_{\min} + P_n = 18 - 115 = -97 \text{ dBm}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = \frac{-97 + 110}{5} = 2.6 \\ b = \frac{10 \times 4 \times \log_{10} e}{5} = 3.47 \end{cases} \rightarrow C = Q(a) + e^{\frac{2-2ab}{b^2}} Q\left(\frac{2-ab}{b}\right) = 0.2632$$

$$S = \pi D^2 C = \pi 10^6 \times 0.2632 = 826867.19 \text{ m}^2$$

همانطور که دیده میشود پاسخ ها یکسان نیست و علت این امر این است که توان دوم فاصله در بدست آوردن مساحت تحت پوشش موثر است که با تغییر اندکی تغییر زیادی در پاسخ بوجود می آورد.

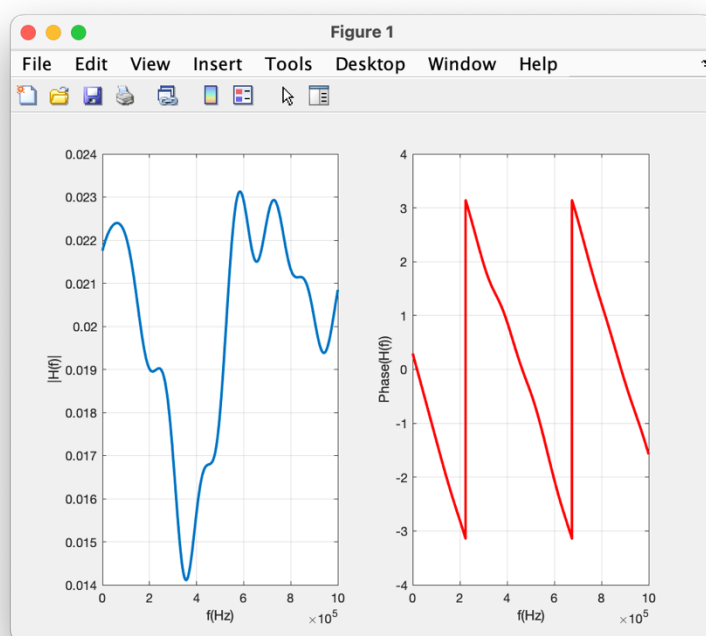
سوال ۲)

الف) برای شبیه سازی این بخش، با کمک توابع `unifrnd` و `raylrnd` پارامترهای τ_i, θ_i که به ترتیب زاویه دریافت و تاخیر سیگنال در گیرنده هستند را تولید میکنیم. سپس با روابط زیر پاسخ کانال را بدست می آوریم:

$$c(\tau) = \sum_{i=1}^{15} \alpha_i e^{-j\phi_i} \delta(\tau - \tau_i)$$

$$\begin{cases} \phi_i = 2\pi f_c \tau_i - \phi_{D_i} \\ \phi_{D_i} = \frac{2\pi v}{\lambda} \cos(\theta_i) \end{cases} \rightarrow \phi_i = 2\pi f_c \tau_i - \frac{2\pi v}{\lambda} \cos(\theta_i)$$

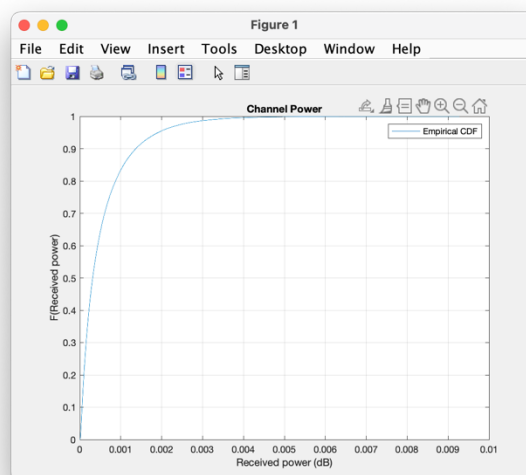
$$H(f) = \sum_{i=1}^{15} \alpha_i e^{-j\phi_i} e^{-j2\pi f \tau_i}$$



تصویر A: پاسخ فرکانسی یک کانال ریلی

(ب)

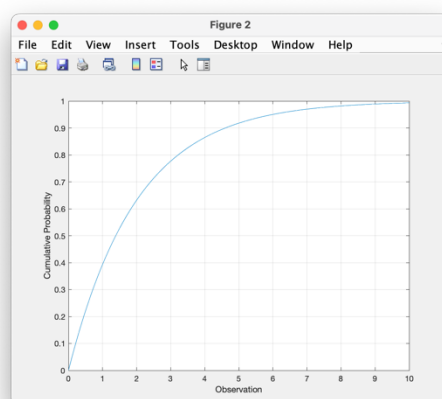
channel_power_estimation =
3.7467e-05



تصویر ۹: نمودار تابع توزیع تجمعی توان کانال باند باریک و تخمینی از مقدار $E\{|h^2|\}$

در هر کانال باند باریک صرفاً یک tap داریم که بهره آن $\alpha = \sqrt{r_I^2 + r_Q^2}$ توزیع راییلی دارد، بنابراین امید توان کانال در واقع امید $\alpha^2 = r_I^2 + r_Q^2$ می‌باشد. توزیع r_I, r_Q نرمال $(N(0, \sigma^2))$ و از یکدیگر مستقل می‌باشند.

توزیع مجموع مجذور ۲ توزیع گوسی که i.i.d هستند، نمایی است، بنابراین CDF توان کانال باند باریک شبیه CDF یک توزیع نمایی برابری میکند.



تصویر ۱۰: نمودار تابع توزیع تجمعی یک توزیع نمایی