دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی مکانیک

مدلسازی ربات RPP در محیط Simulink

تمرین دوم درس رباتیک

هانیه زهرا بوداغی - ۹۹۱۰۵۹۵۶

استاد

دکتر بهزادی پور

ترم اول سال ۱۴۰۲

فهرست مطالب

۱. صورت سوالات 1

۱.۱ سوال اول 1

۲.۱ سوال دوم 1

۲. پاسخ سوالات 2

۱.۲ سوال اول 2

۲.۲ سوال دوم 5

۱. صورت سوالات

در ابتدا، خواسته شده تا مدل ربات RPP را در محیط سیمولینک متلب شبیه‌سازی کرده و دستگاه‌های مختصات مرجع روی شکل داده شده، نشان داده شوند.

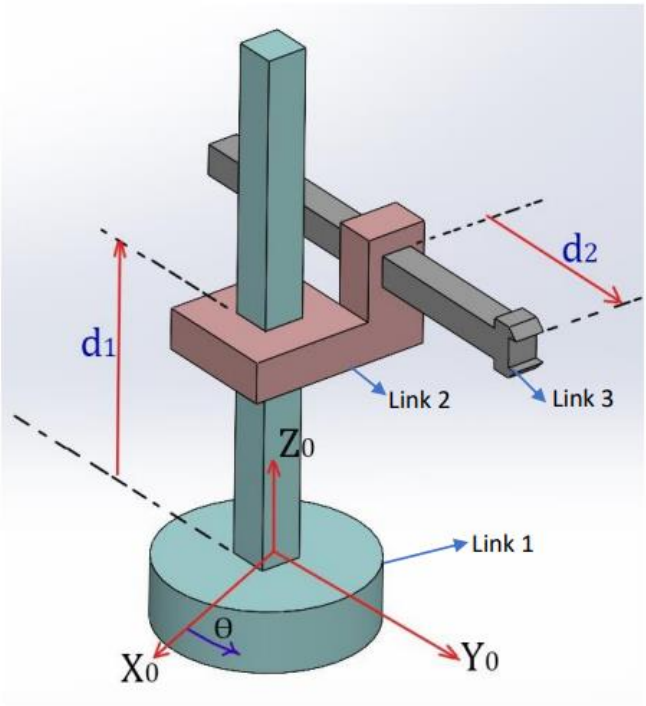
۱.۱ سوال اول

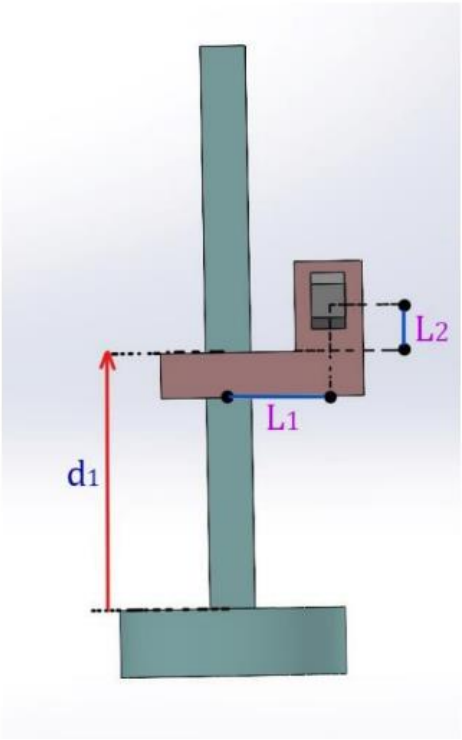
در بخش اول سوال، خواسته می‌شود تا با استفاده از بلاک IC (Initial Condition)، مقادیر داده شده را به عنوان شرایط اولیه به هر یک از مفاصل اعمال کرده و سپس، مختصات عملگر نهایی را با توجه به این موضوع در هر حالت بیابیم.

$\theta(\text{deg})$	-90	30	150	-18	56	280
$d1(mm)$	150	120	30	100	30	220
$d2(mm)$	100	80	0	0	170	110

۲.۱ سوال دوم

در قسمت دوم، باید از روش دنویت هارتنبرگ (DH) برای نصب دستگاه‌های مختصات مربوط روی هر لینک استفاده کرده و جدول مربوط به آن را پر نماییم. سپس، با استفاده از تبدیلات به دست آمده، در هر یک از شش حالت داده شده در بخش اول، تبدیل همگن دستگاه ۳ به صفر را یافته و بدین ترتیب، مختصات عملگر نهایی را با استفاده از این روش نیز به دست آورده و نتایج بدست آمده را با قسمت اول مقایسه کنیم.

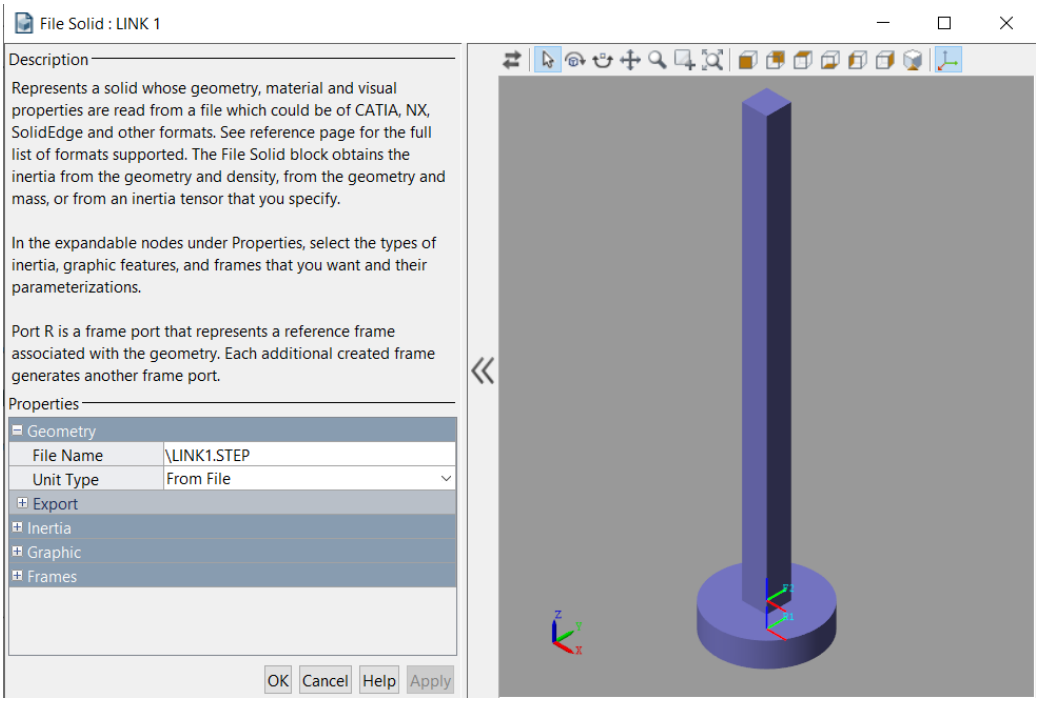


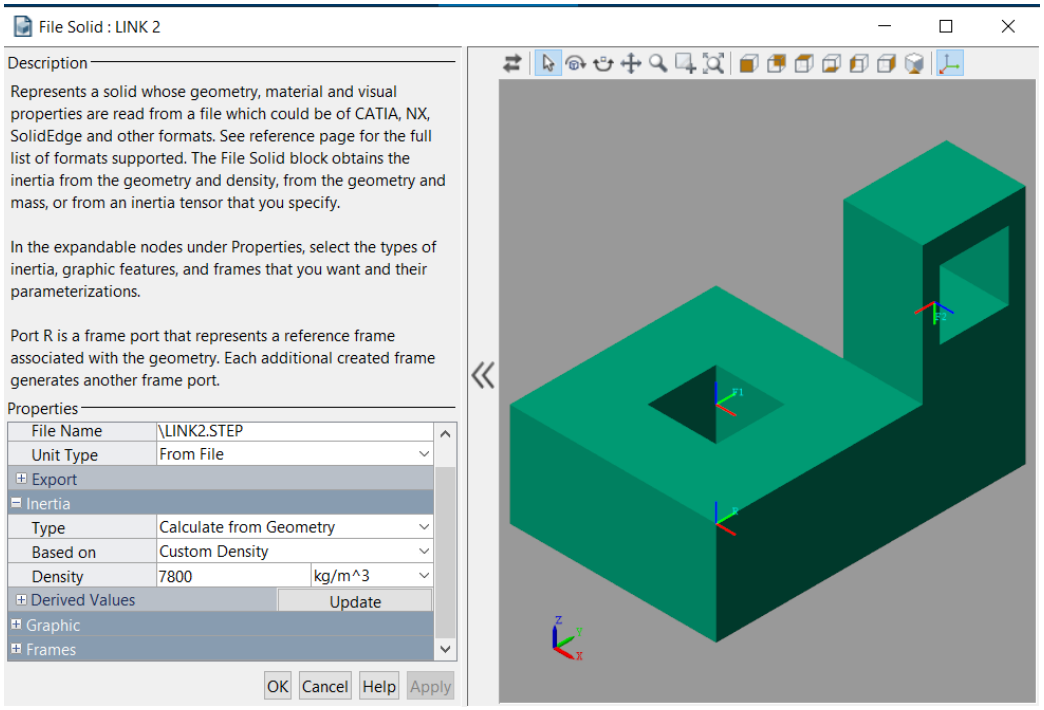


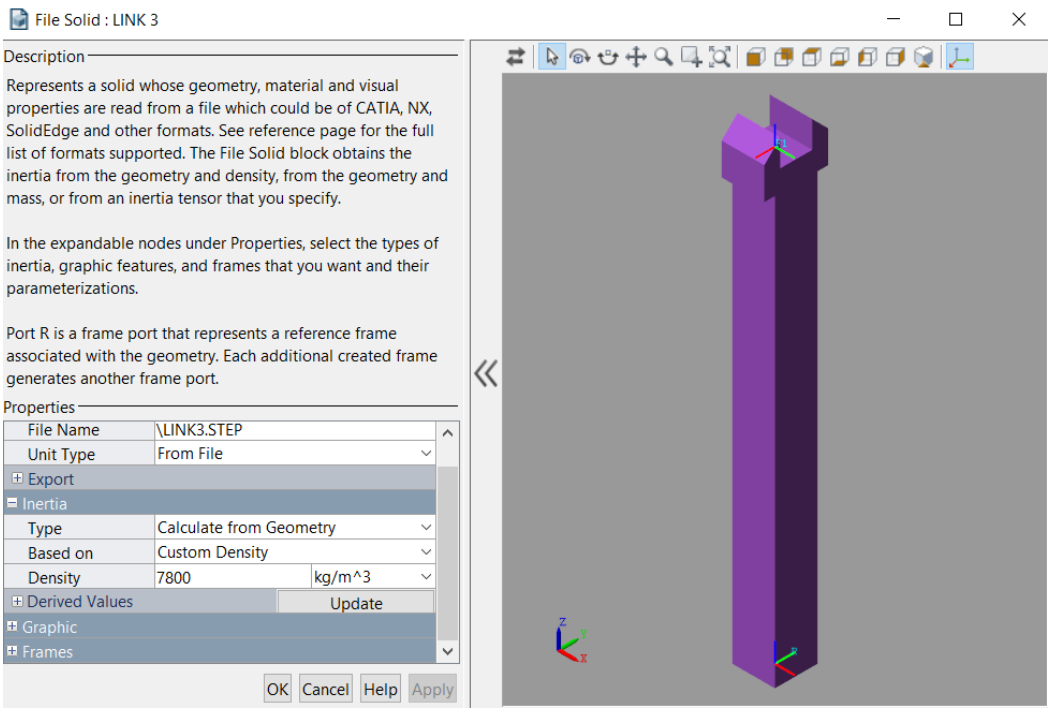
۲. پاسخ سوالات

۱.۲ سوال اول

در ابتدا لینک‌ها را در سالیدورکز رسم کرده و سپس با استفاده از بلاک File Solid در محیط سیمولینک باز می‌کنیم. تمامی اجزا را فولادی در نظر گرفته و چگالی آن را به صورت دستی در متلب وارد می‌کنیم:

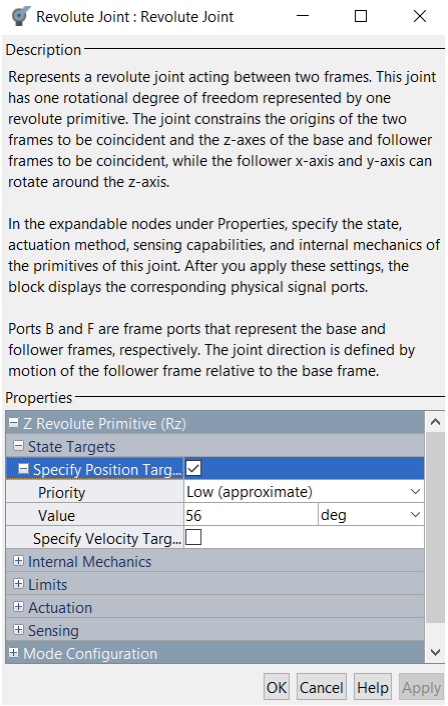


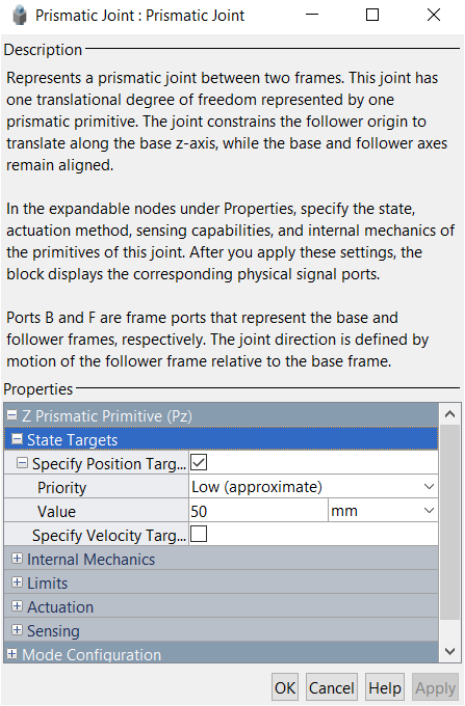


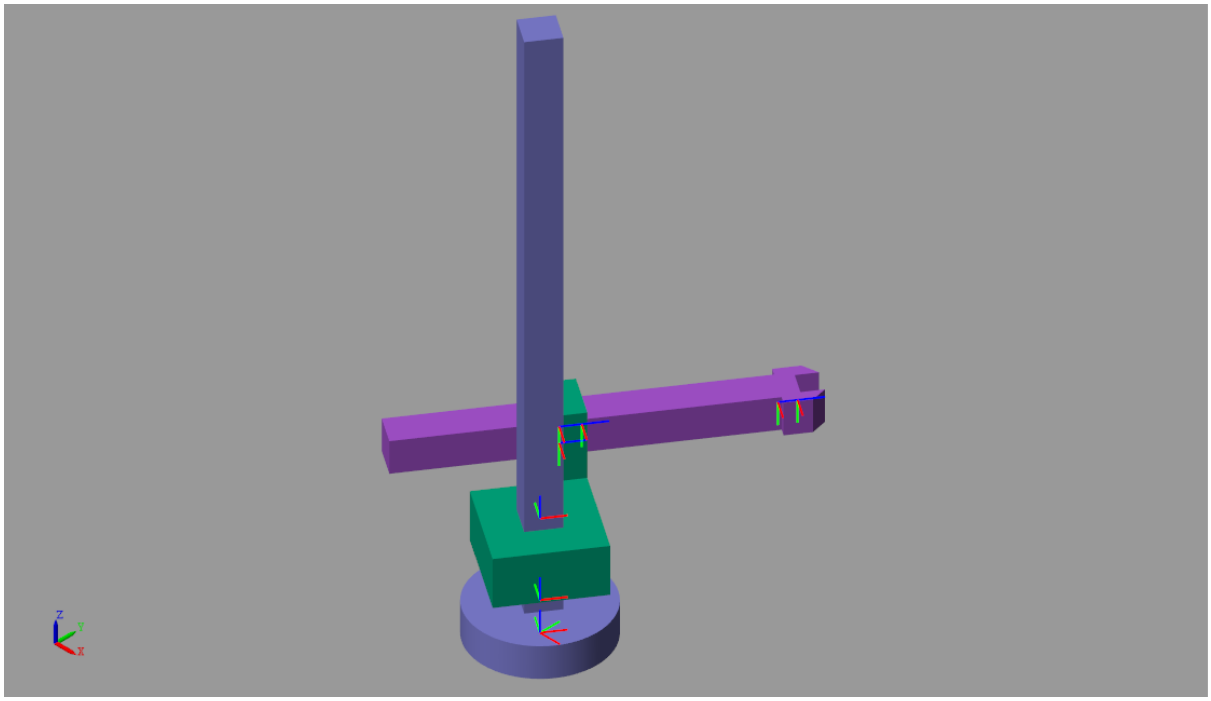


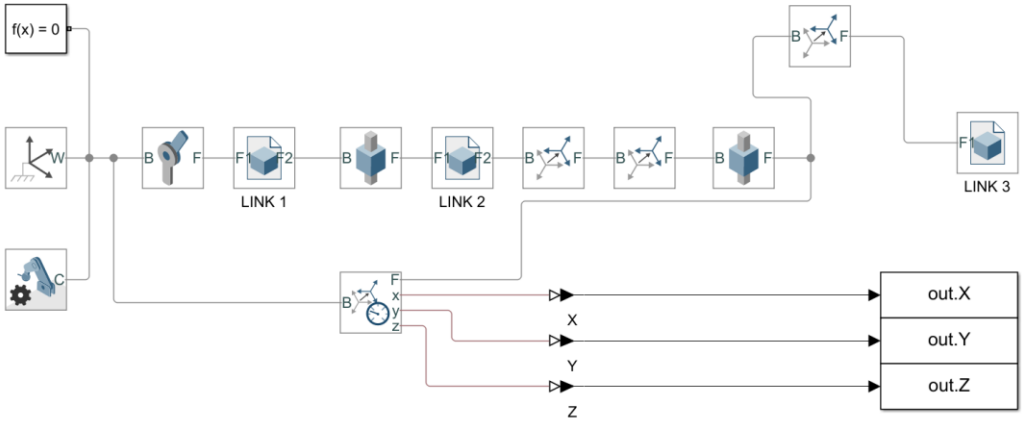
دستگاه‌های متناسب به فراخور استفاده هر لینک روی آن نصب شده‌اند. سپس، با استفاده از یک مفصل Revolute و دو مفصل Prismatic، مکانیزم داده شده را سرهم‌بندی می‌کنیم.

به جای استفاده از بلاک IC، از بخش State Targets و Specify Position Target در تنظیمات هر مفصل استفاده می‌کنیم و در حالت اولیه شرایط را به شکل زیر قرار می‌دهیم تا نمای کلی از مکانیزم داشته باشیم:







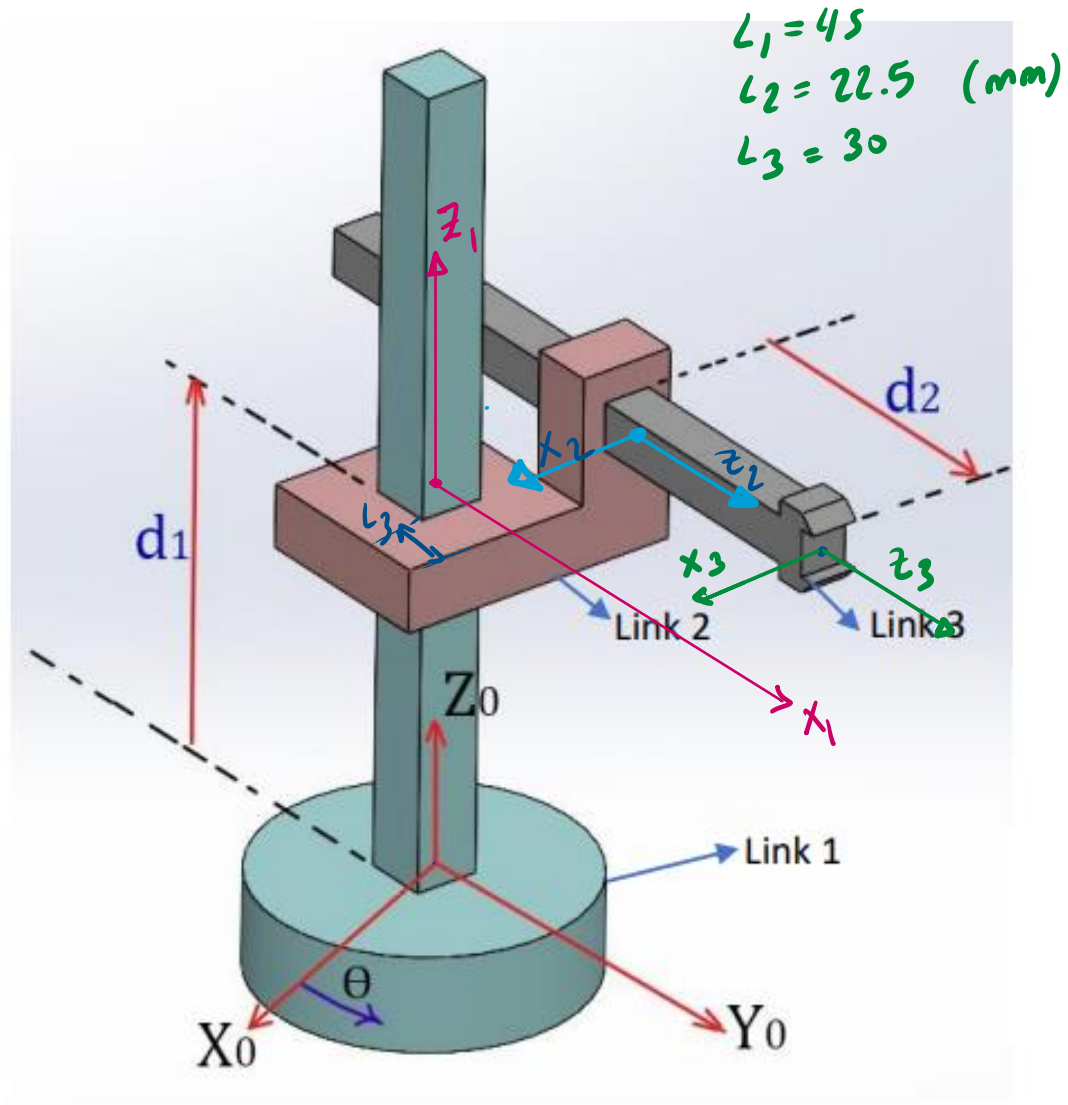


حال، برای شش حالت گفته شده، با استفاده از State Targets در تنظیمات هر مفصل، موقعیت‌های داده شده را قرار می‌دهیم و موقعیت عملگر نهایی نسبت به دستگاه صفر را برای هر حالت یادداشت می‌کنیم. برای خواندن موقعیت عملگر نهایی از بلاک Transform Sensor بهره می‌بریم:

Mode	1	2	3	4	5	6
θ_1	-90	30	150	-18	56	280
d_1	150	120	30	100	30	220
d_2	100	80	0	0	170	110
$x\ (mm)$	45	72.8	-48.5	42.4	74.5	68.6
$y\ (mm)$	-130	94.0	-24.0	33.5	191.0	-130.1
$z\ (mm)$	192.5	162.5	72.5	142.5	72.5	262.5

۲.۲ سوال دوم

روش دنویت هارتنبرگ را به شکل زیر روی مکانیزم داده شده پیاده می‌کنیم:



جدول دنویت هارتنبرگ به شرح زیر خواهد بود:

	$\boldsymbol{\theta}$	$\boldsymbol{d}$	$\boldsymbol{l}$	$\boldsymbol{\alpha}$
1	θ_1	d_1	0	0
2	-90	L_2	$-L_1$	-90
3	0	$d_2 + L_3$	0	0

$$H_3^0 = R_{z,\theta_1} T_{z,d_1} R_{z,-90} T_{z,L_2} T_{x,L_1} R_{x,-90} T_{z,d_2+L_3} \qquad (L_3 = 30mm)$$

$$P_0^0 = H_3^0 P_0^3$$

$$P_0^3 = [0; 0; 0; 1]$$

به منظور محاسبه موقعیت عملگر نهایی در هر ۶ حالت با استفاده از روش دنویت هارتنبرگ، اسکریپت زیر را در متلب می‌نویسیم و آن را اجرا می‌کنیم. خروجی این اسکریپت، جدولی را به ما می‌دهد که هر ۶ حالت بالا در آن قرار داده شده است.

```
theta1 = [-90,30,150,-18,56,280];
d1 = [150,120,30,100,30,220];
d2 = [100,80,0,0,170,110];
L1 = 45;
L2 = 22.5;
L3 = 30;
P00 = ones(4,6);

for i = 1:6
    H03 = Rot('z', theta1(i))*Trans('z',d1(i))*Rot('z',-90)*Trans('z',L2)*Trans('x', -
L1)*Rot('x',-90)*Trans('z',d2(i)+L3);
    P00(:,i) = H03*[0; 0; 0; 1];
end

P00 = P00(1:3,:);


table = [theta1;d1;d2;P00(1,:);P00(2,:);P00(3,:)]
```

خروجی اسکریپت:

```
table =
  -90.0000   30.0000  150.0000  -18.0000   56.0000  280.0000
  150.0000  120.0000   30.0000  100.0000   30.0000  220.0000
  100.0000   80.0000         0         0  170.0000  110.0000
   45.0000   72.7628  -48.4808   42.4375   74.5319   68.6271
 -130.0000   93.9711  -23.9711   33.5270  190.9712 -130.0589
  172.5000  142.5000   52.5000  122.5000   52.5000  242.5000
```

مرتب شده‌ی جدول بالا به شکل زیر خواهد بود:

Mode	1	2	3	4	5	6
θ_1	-90	30	150	-18	56	280
d_1	150	120	30	100	30	220
d_2	100	80	0	0	170	110
$x\ (mm)$	45	72.7628	-48.4808	42.4375	74.5319	68.6271
$y\ (mm)$	-130	93.9711	-23.9711	33.5270	190.9712	-130.0589
$z\ (mm)$	172.5	.1425	52.5	122.5	52.5	242.5

مشاهده می‌شود که تمامی اعداد جدول‌های سوال یک و دو بغیر از ردیف z با یکدیگر برابرند. اختلاف ۲۰ میلیمتری اعداد ردیف z در دو جدول، از این موضوع ناشی می‌شود که در شبیه‌سازی با سیمولینک، دستگاه مرجع ما در زیر بخش استوانه‌ای لینک یک قرار دارد و ضخامت این بخش نیز ۲۰ میلیمتر است. به همین دلیل، نتایج به دست آمده برای مختصات z در شبیه‌سازی، ۲۰ میلیمتر بیشتر از نتایج بدست آمده با روش دنویت هارتنبرگ می‌باشند.

*کدها و فایل‌های مربوط به پیوست قرار گرفته‌اند.