

# تمرین سری سوم درس هدایت و ناوبری

علی بنی‌اسد

۳۱ اردیبهشت ۱۴۰۲

## ۱ سوال اول

در این بخش از مدل ارائه شده در تمرین سوم استفاده شده است، بنابراین از توضیح مجدد آن خودداری شده است. البته مدل جهت استفاده بهتر برای هدایت دو نقطه‌ای اندکی تغییر کرده است که در ادامه به توضیح آن پرداخته خواهد شد.

### ۱.۱ بخش الف

این بخش شامل دو قسمت بررسی شرایط اولیه و بررسی هدایت دو نقطه‌ای است.

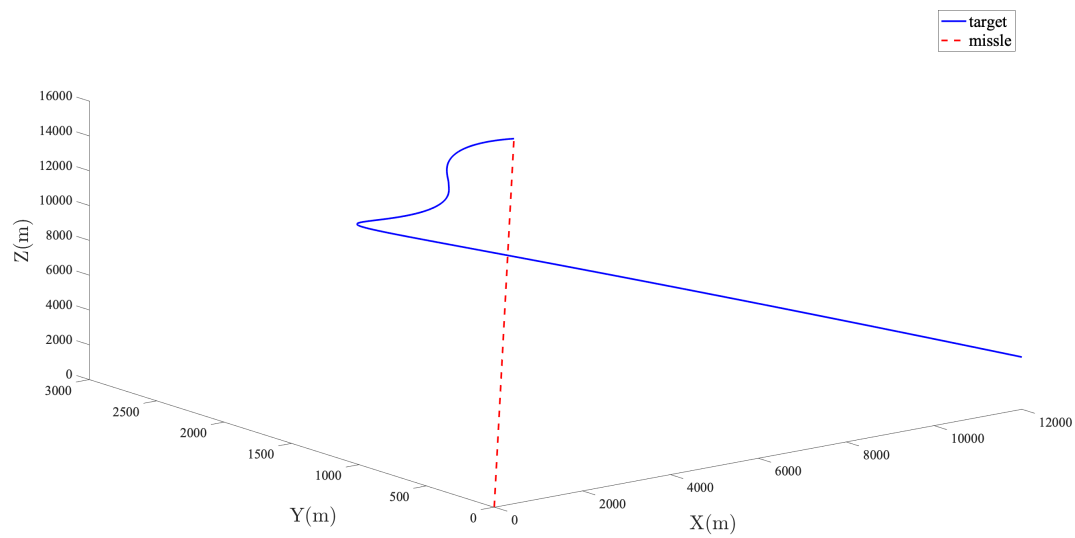
#### ۱.۱.۱ مسیر برخورد

در این قسمت با استفاده از بهینه‌سازی (کد optimization.m) زوایای اولیه جهت قرارگیری موشک بر روی مسیر برخورد<sup>۱</sup> قرار گیرد. شرایط اولیه و فاصله ازدست‌دهی در جدول ۱ آورده شده است.

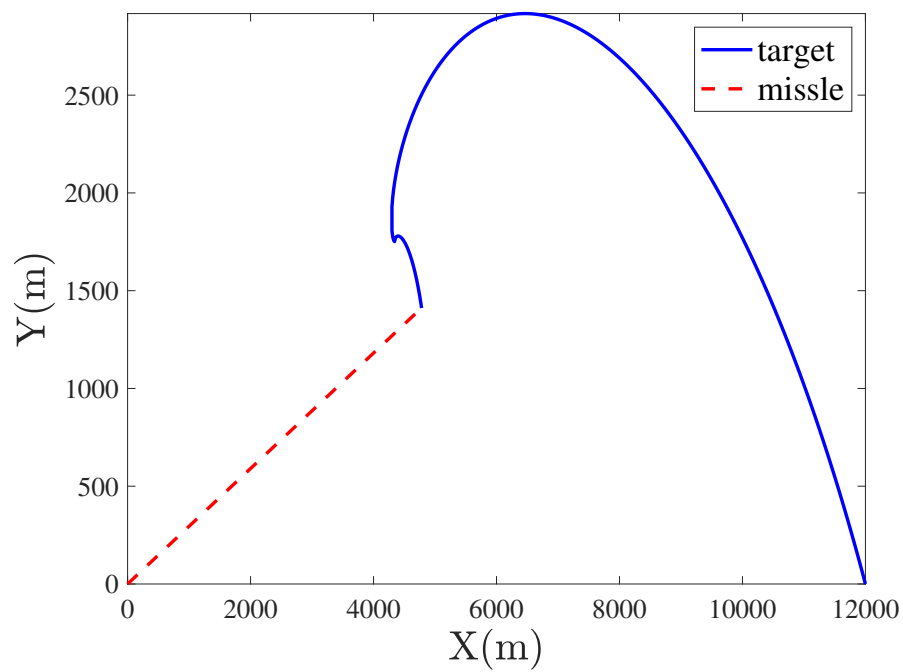
جدول ۱: شرایط اولیه و فاصله ازدست‌دهی

Parameter	Value
$\theta_0$	$72.1561^\circ$
$\psi_0$	$16.4500^\circ$
Miss Distance (m)	0.3738

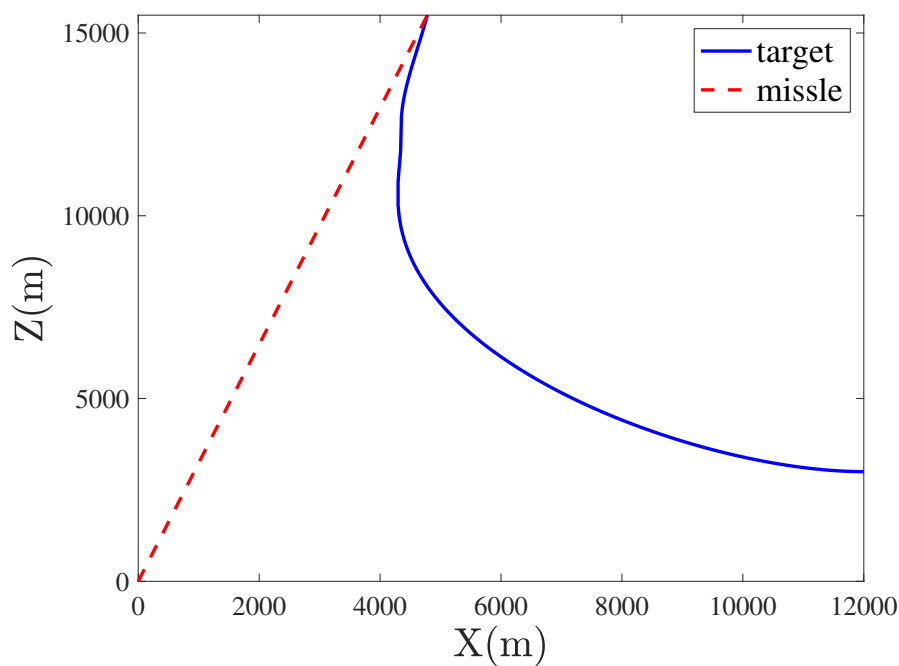
<sup>1</sup>Collision Course



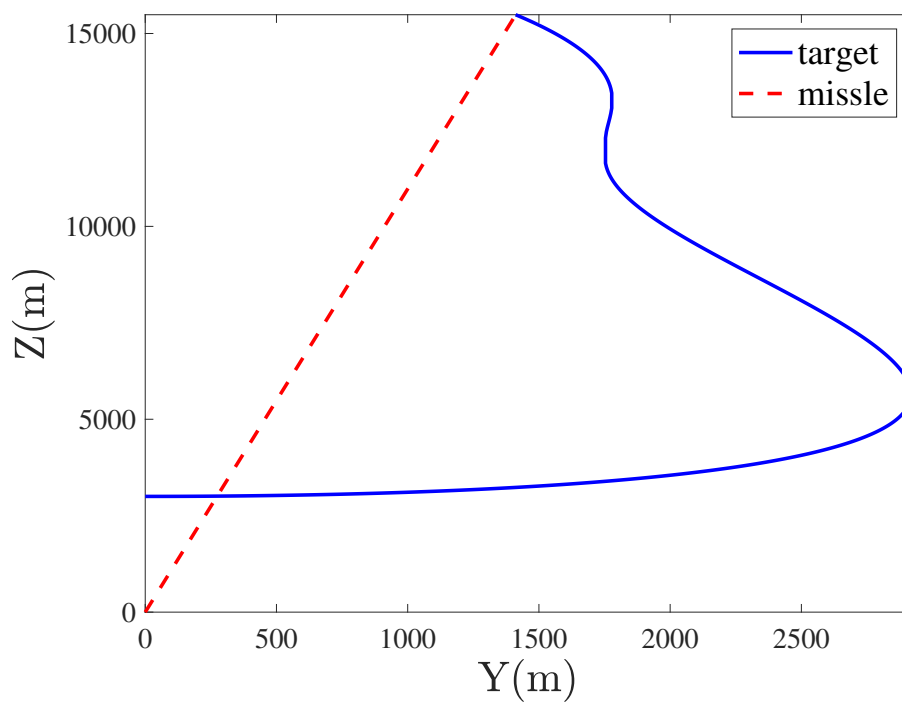
شکل ۱: موقعیت موشک و هدف به صورت سه بعدی با شرایط اولیه مسیر برخورد



شکل ۲: موقعیت موشک و هدف در صفحه xy با شرایط اولیه مسیر برخورد



شکل ۳: موقعیت موشک و هدف در صفحه  $xz$  با شرایط اولیه مسیر برخورد



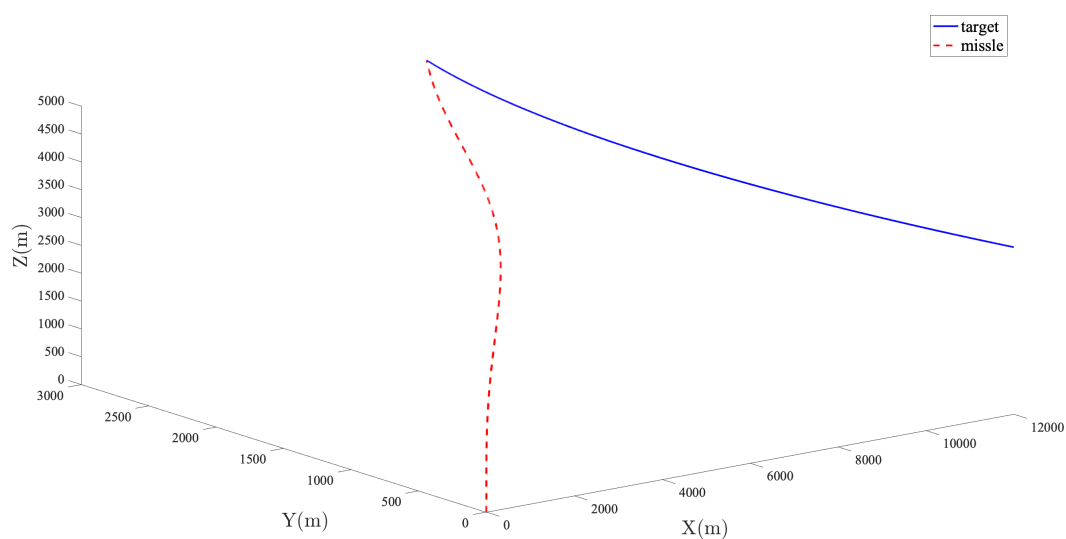
شکل ۴: موقعیت موشک و هدف در صفحه  $yz$  با شرایط اولیه مسیر برخورد

## ۲.۱.۱ هدایت دو نقطه‌ای

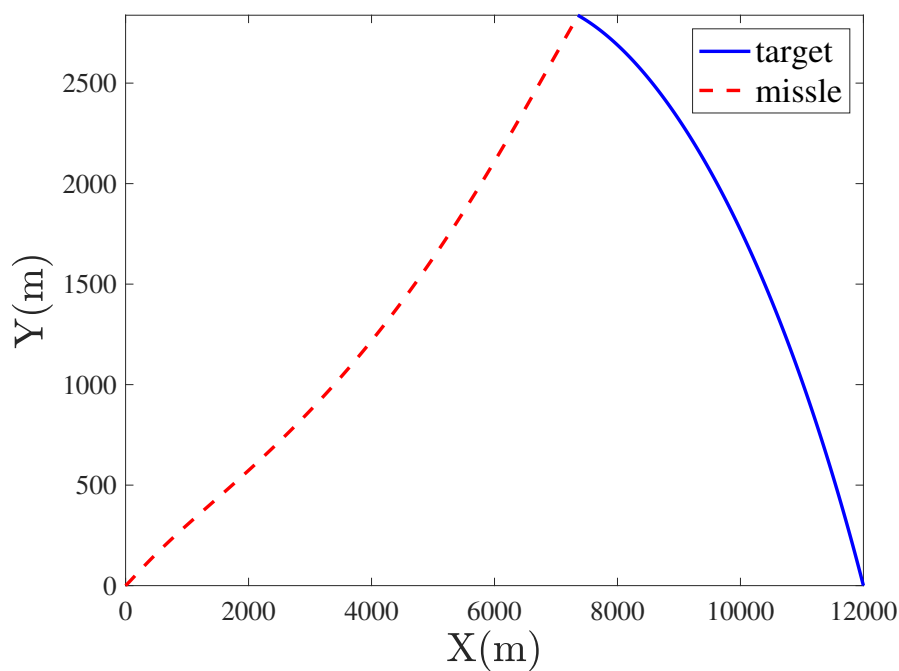
در این بخش به بررسی هدایت تناسبی پرداخته شده است. نتایج برای  $N = 4$  در ادامه آورده شده است.

جدول ۲: پارامترها و نتایج هدایت تناسبی

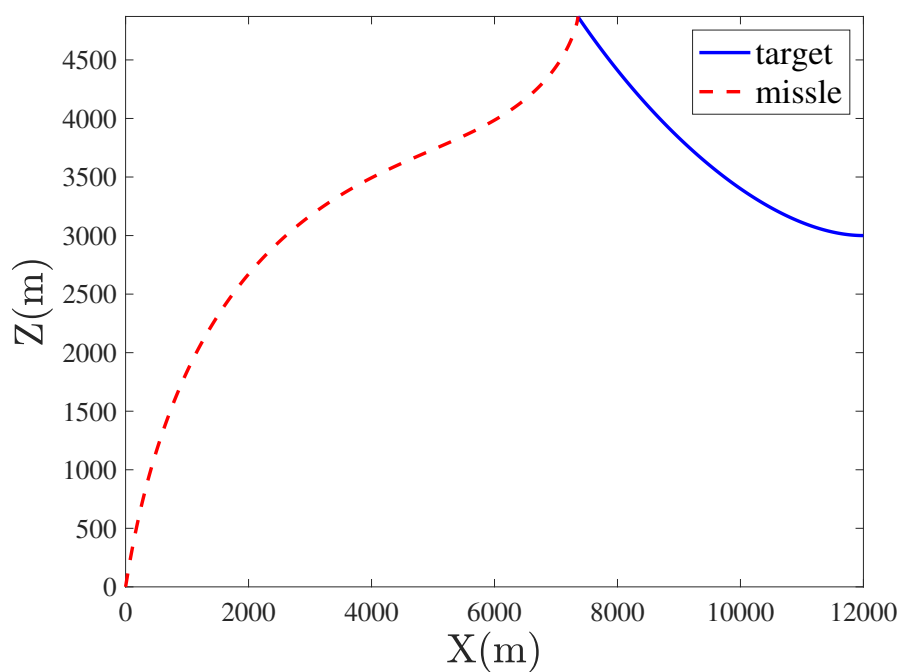
Parameter	Value
$N$	4
$\theta_0$	$72.1561^\circ$
$\psi_0$	$16.4500^\circ$
Miss Distance (m)	0.8344
Control effort	1278



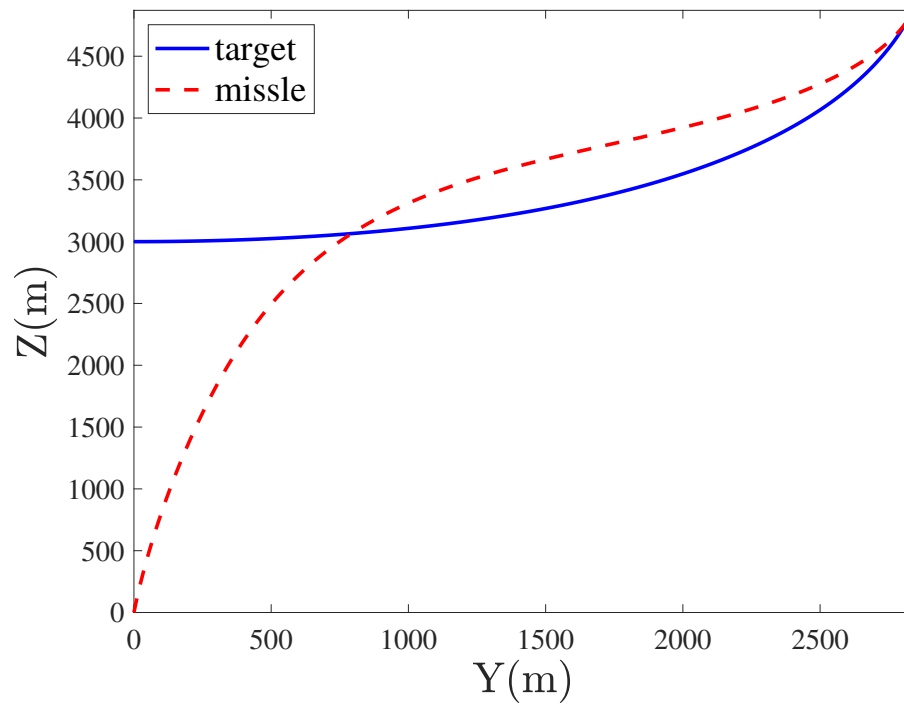
شکل ۵: موقعیت موشک و هدف به صورت سه بعدی با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی



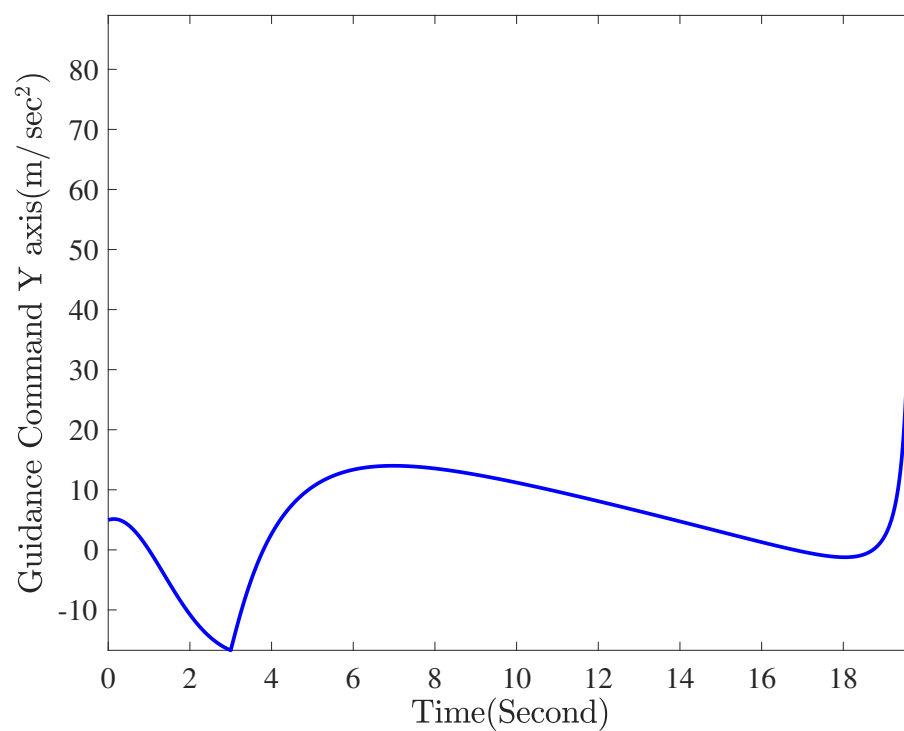
شکل ۶: موقعیت موشک و هدف در صفحه  $xy$  با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی



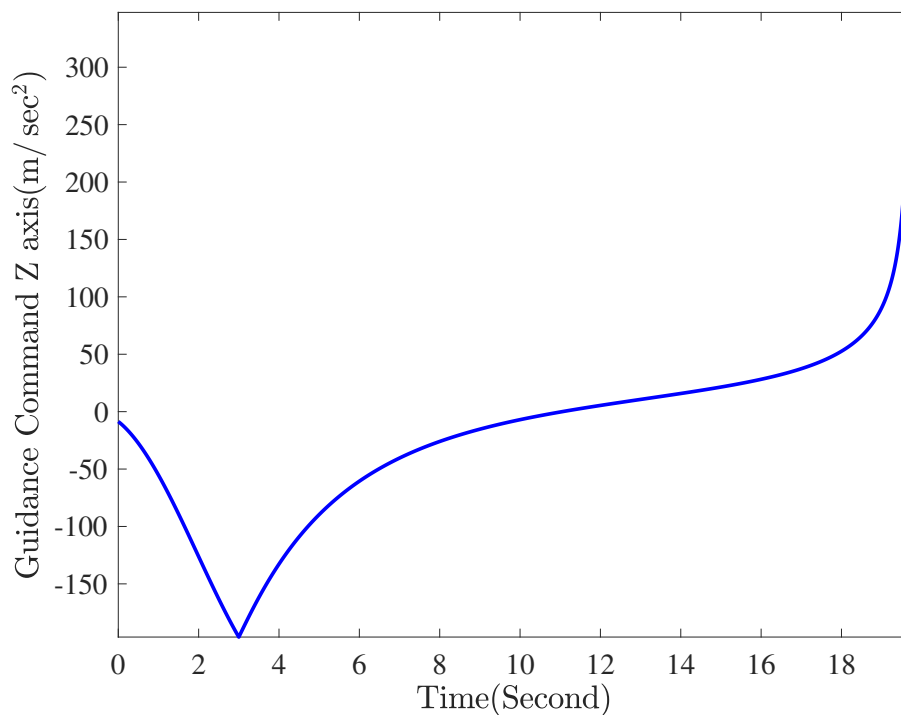
شکل ۷: موقعیت موشک و هدف در صفحه  $xz$  با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی



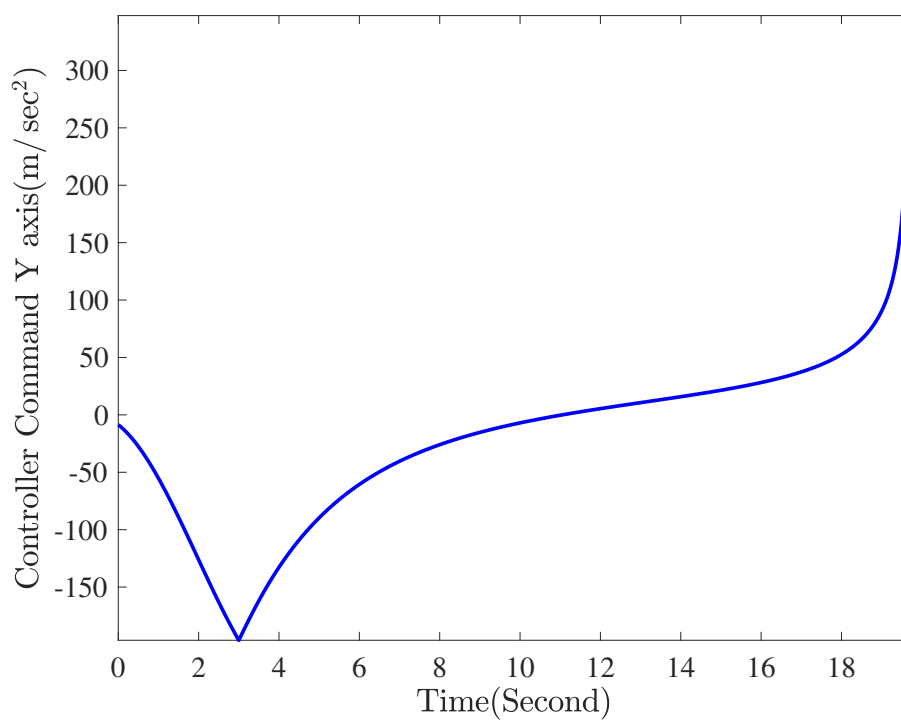
شکل ۸: موقعیت موشک و هدف در صفحه  $yz$  با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی



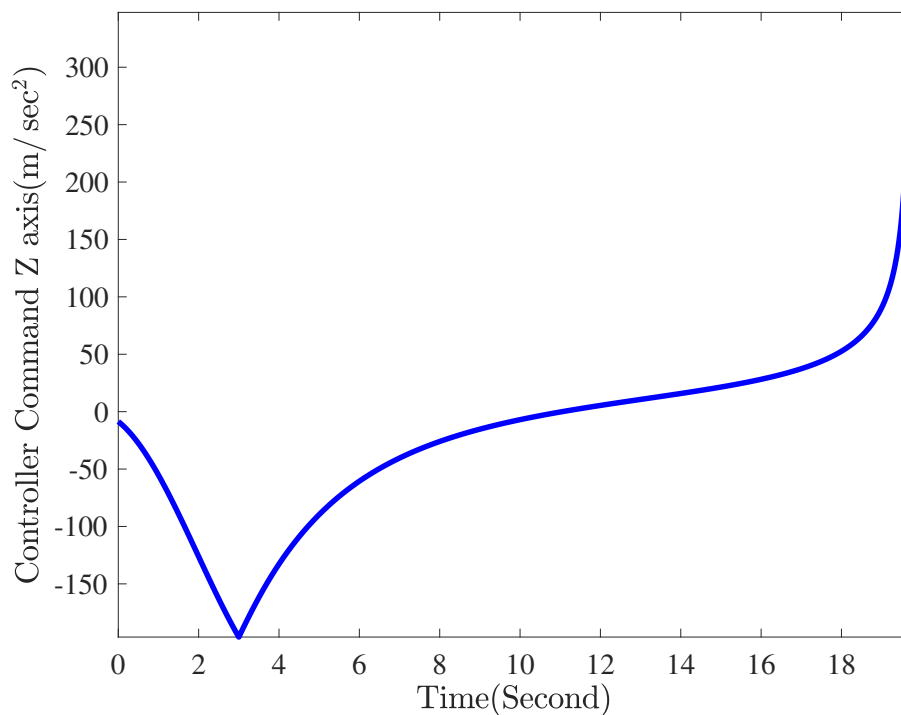
شکل ۹: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $y$



شکل ۱۰: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور z

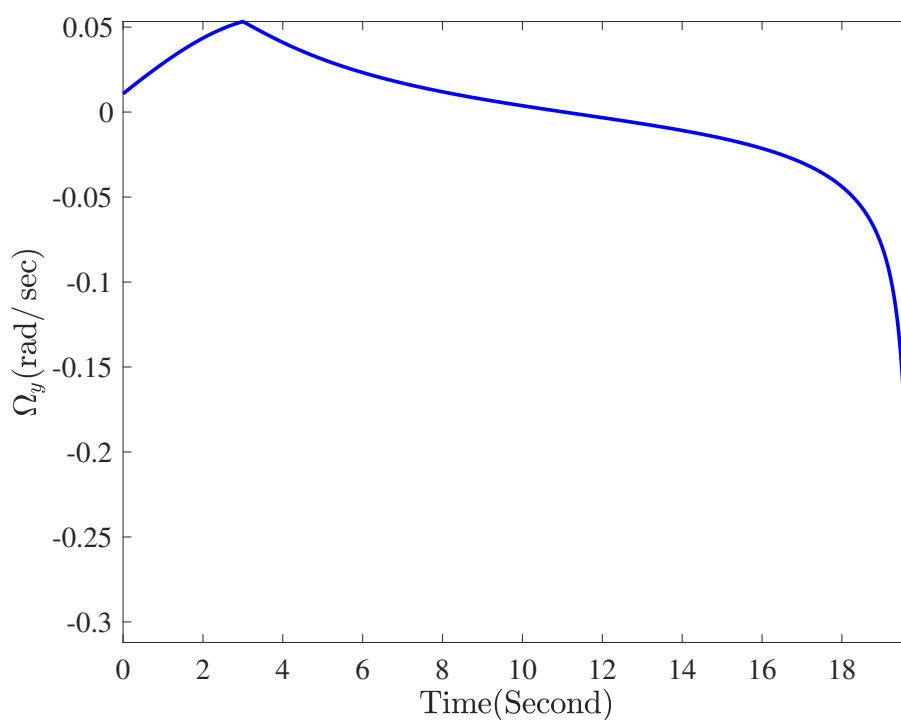


شکل ۱۱: فرمان کنترل‌کننده در جهت محور y



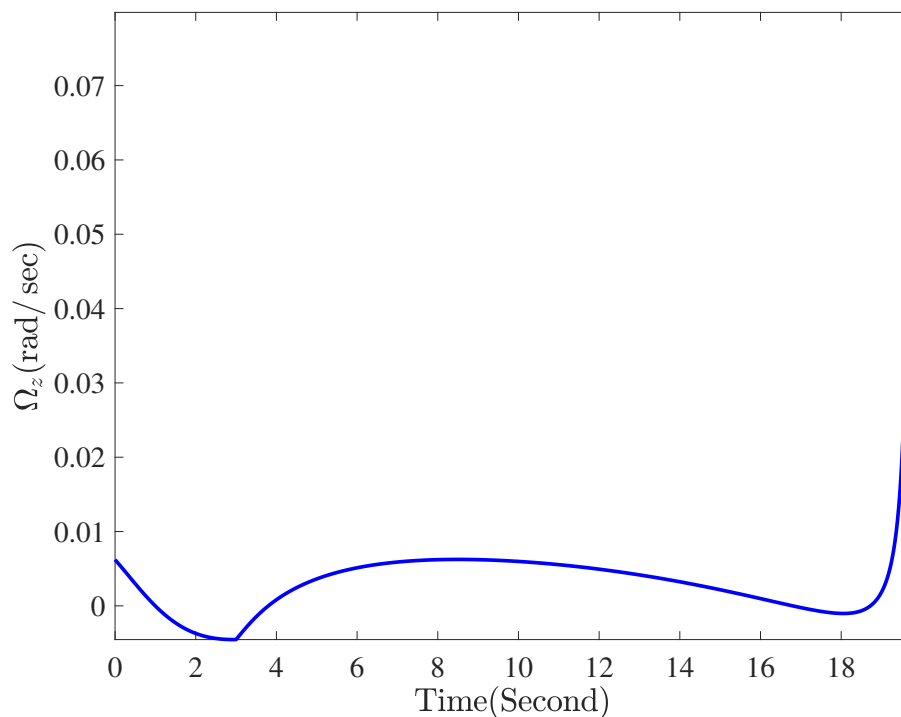
شکل ۱۲: فرمان کنترل‌کننده در جهت محور z

یرخ چرخش خط دید حکل محکر y z ادی



شکل ۱۳: نرخ چرخش خط دید حول محور y

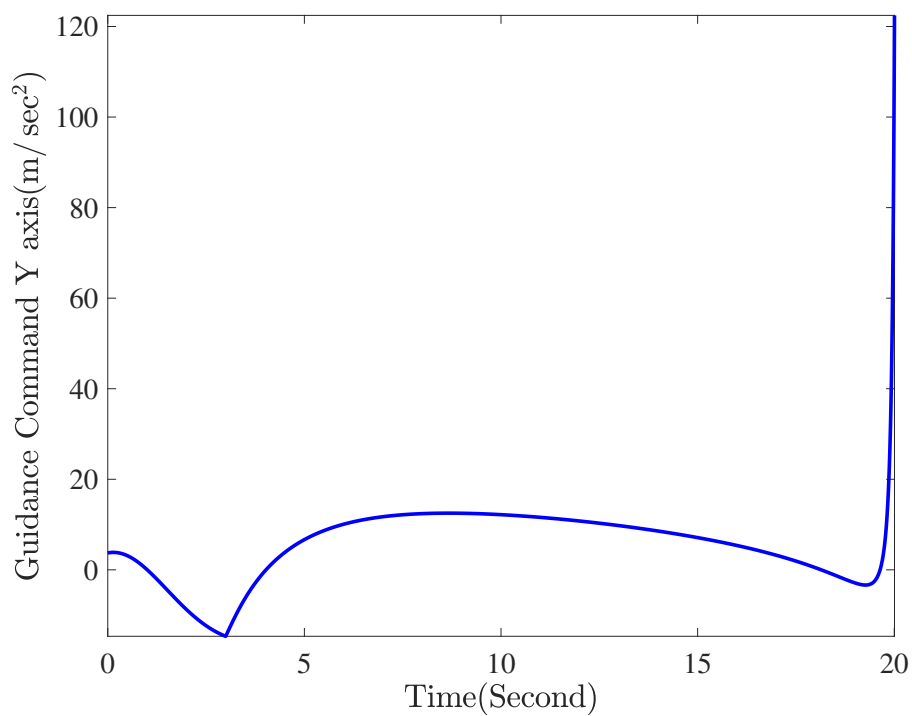




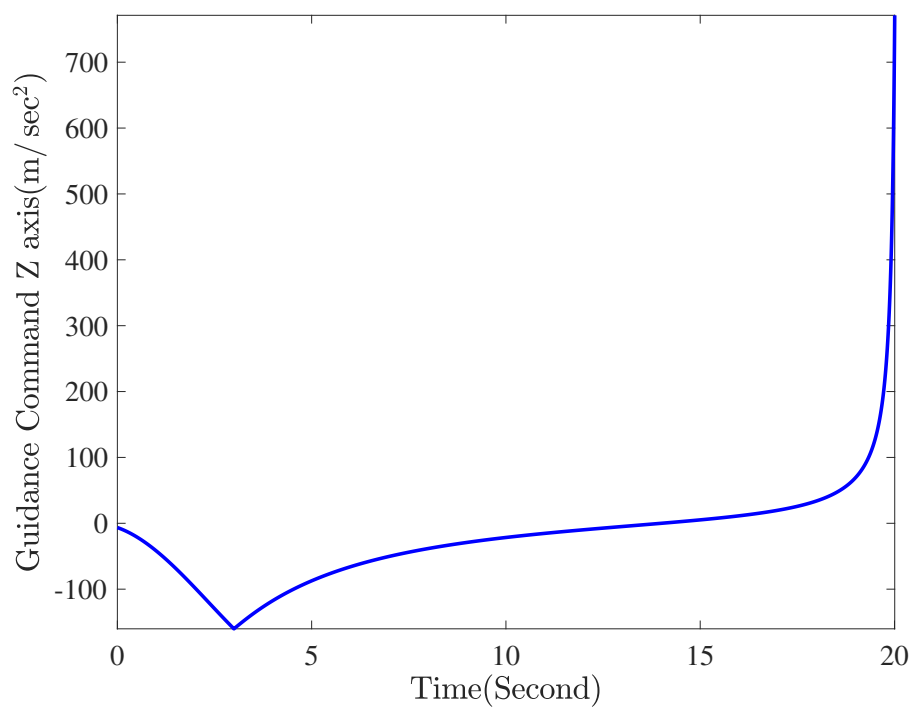
شکل ۱۴: نرخ چرخش خط دید حول محور z

## ۲.۱ بخش ب

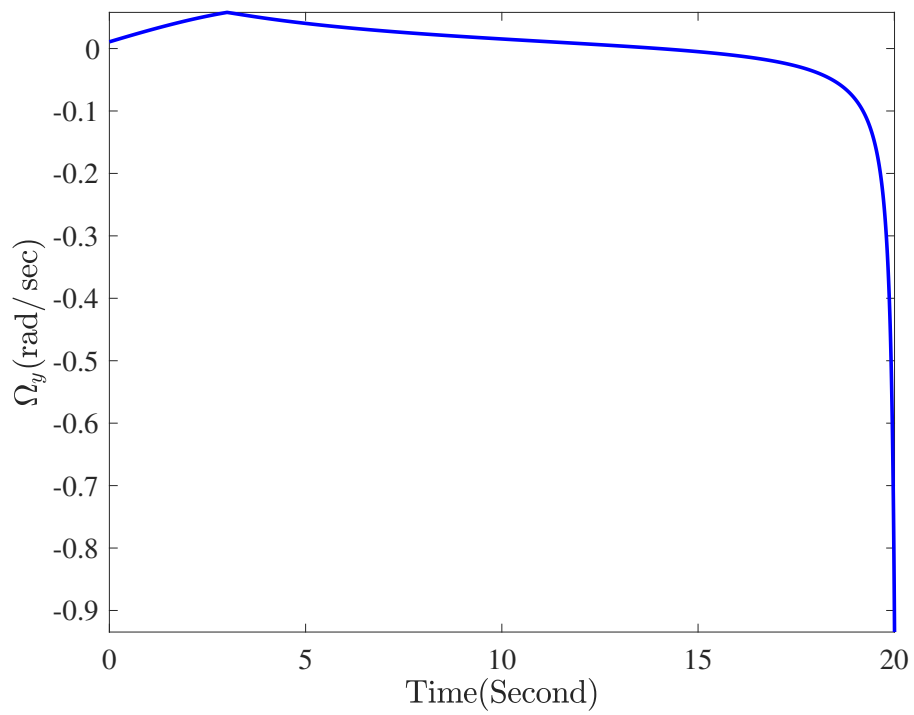
در این بخش به بررسی عملکرد هدایت تناسبی خالص برای مقادیر مختلف N پرداخته شده است. نتایج فرمان هدایت و نرخ چرخش آمده است.



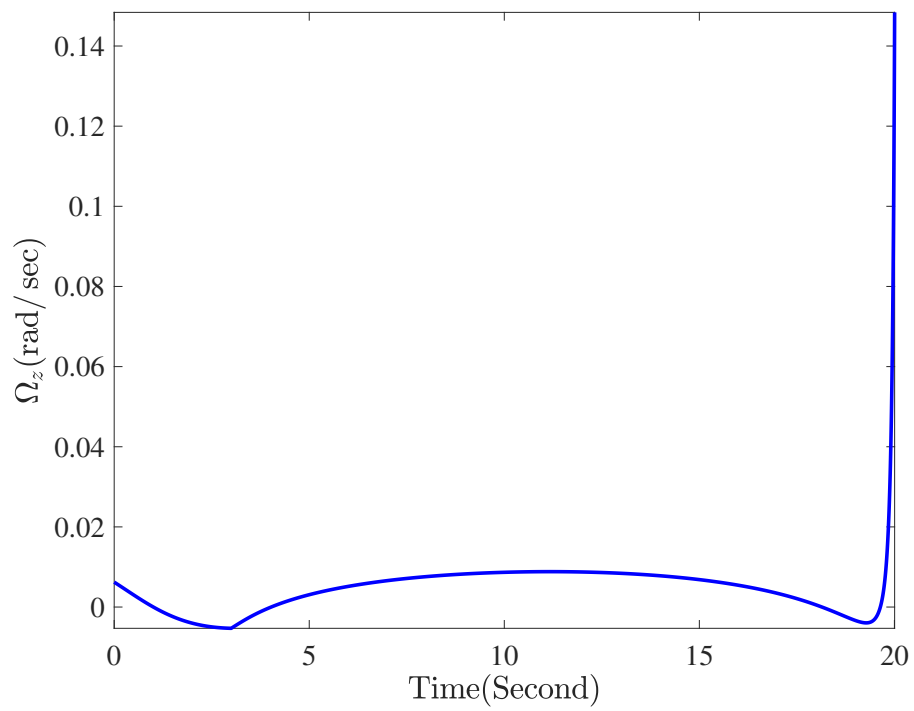
شکل ۱۵: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $y$  برای  $N = 3$



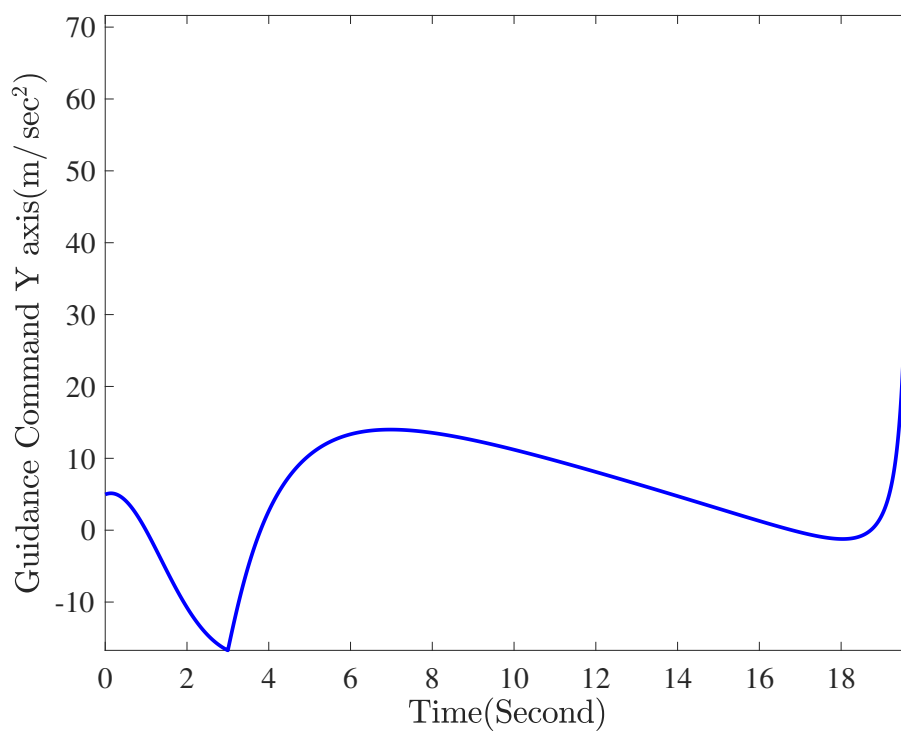
شکل ۱۶: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $z$  برای  $N = 3$



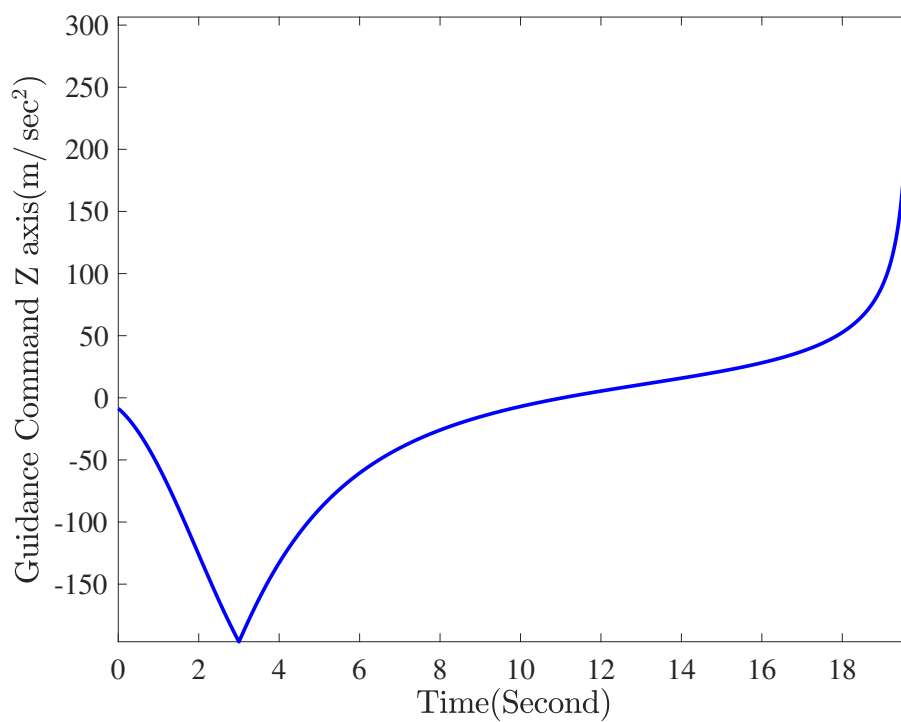
شکل ۱۷: نرخ چرخش حول محور  $y$  برای  $N = 3$



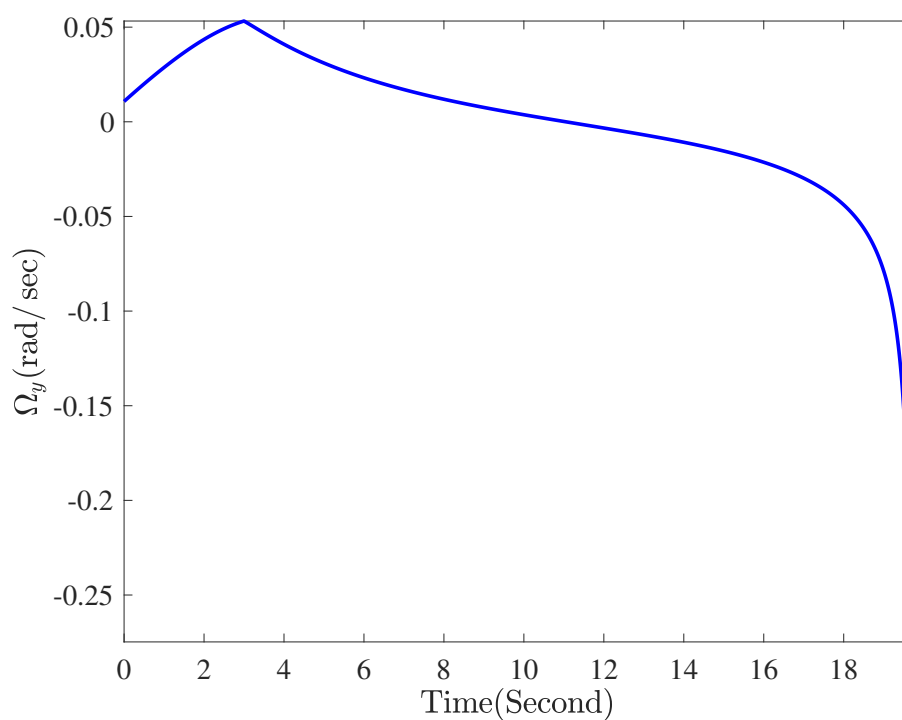
شکل ۱۸: نرخ چرخش حول محور  $z$  برای  $N = 3$



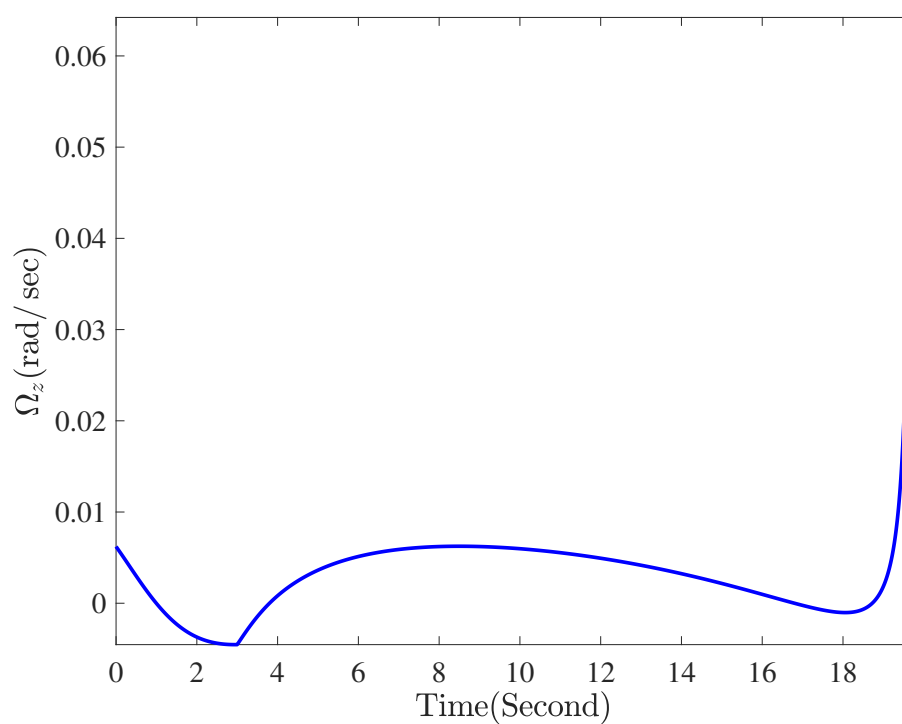
شکل ۱۹: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $y$  برای  $N = 4$



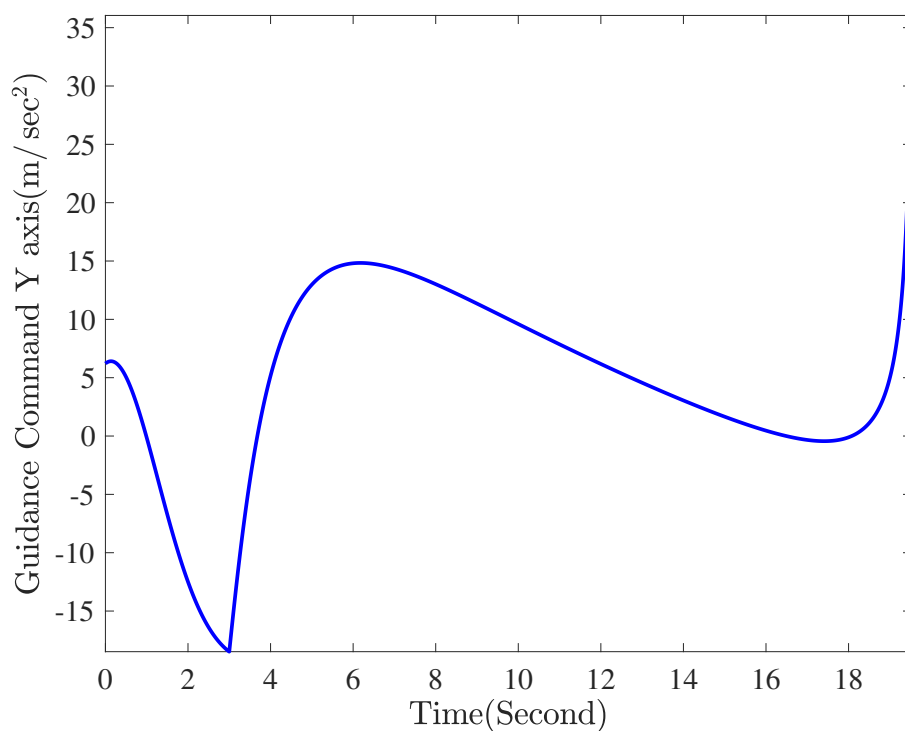
شکل ۲۰: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $z$  برای  $N = 4$



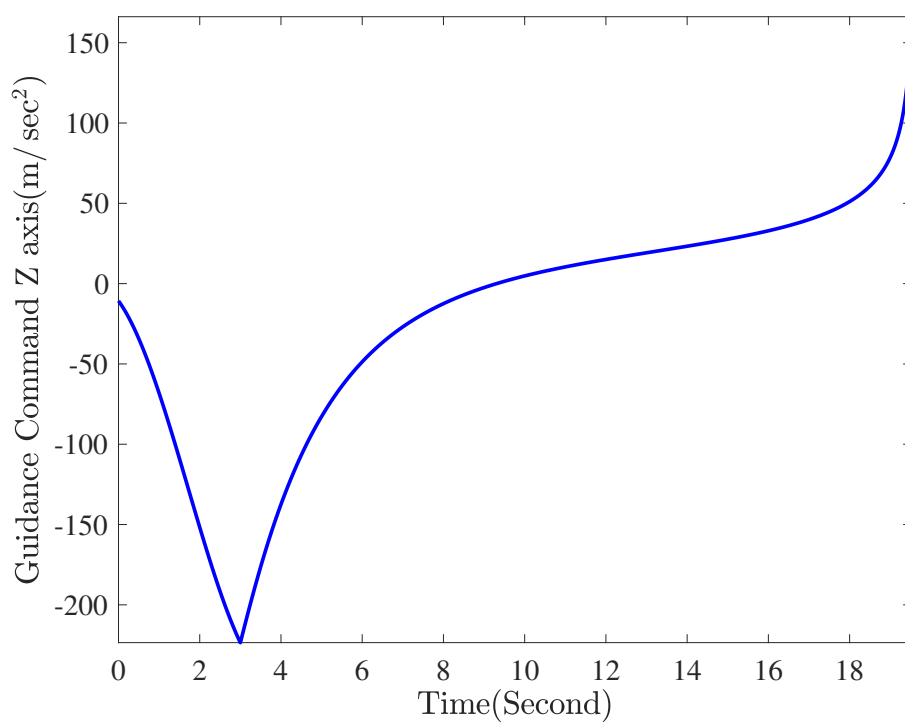
شکل ۲۱: نرخ چرخش حول محور y برای  $N = 4$



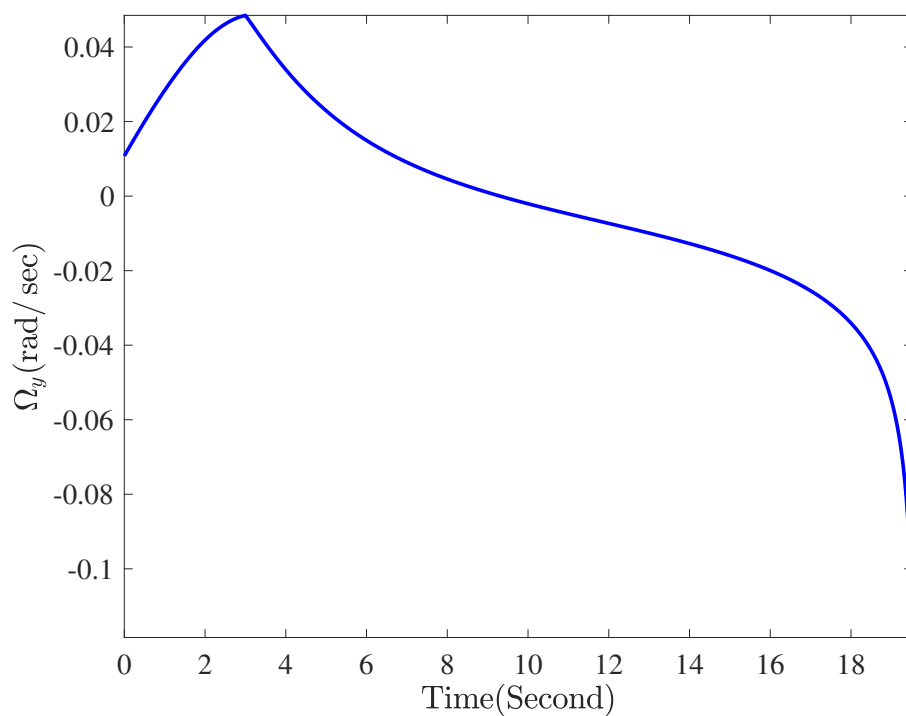
شکل ۲۲: نرخ چرخش حول محور z برای  $N = 4$



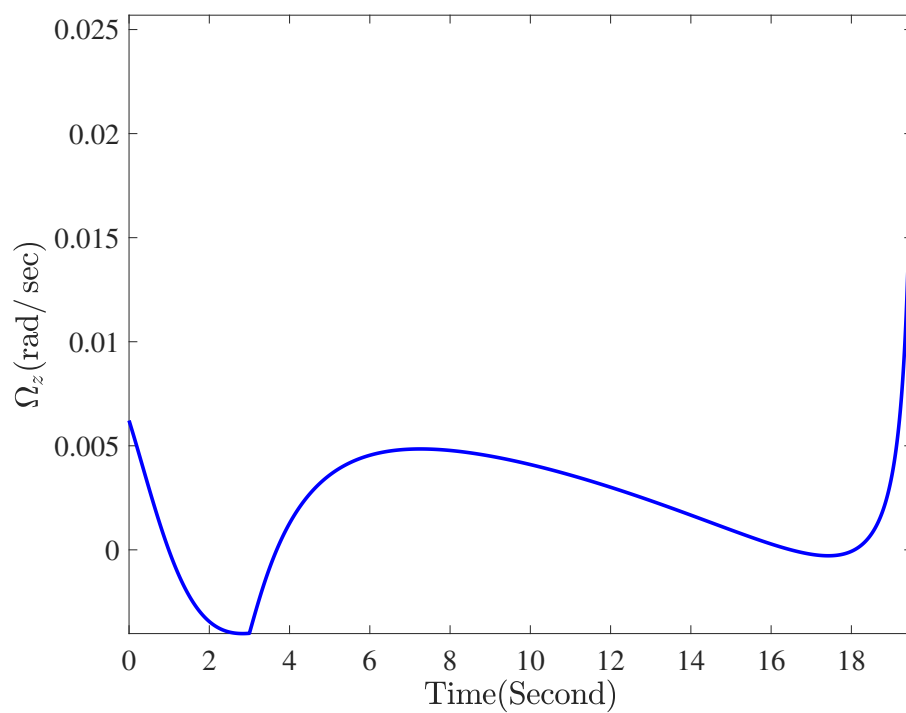
شکل ۲۳: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $y$  برای  $N = 5$



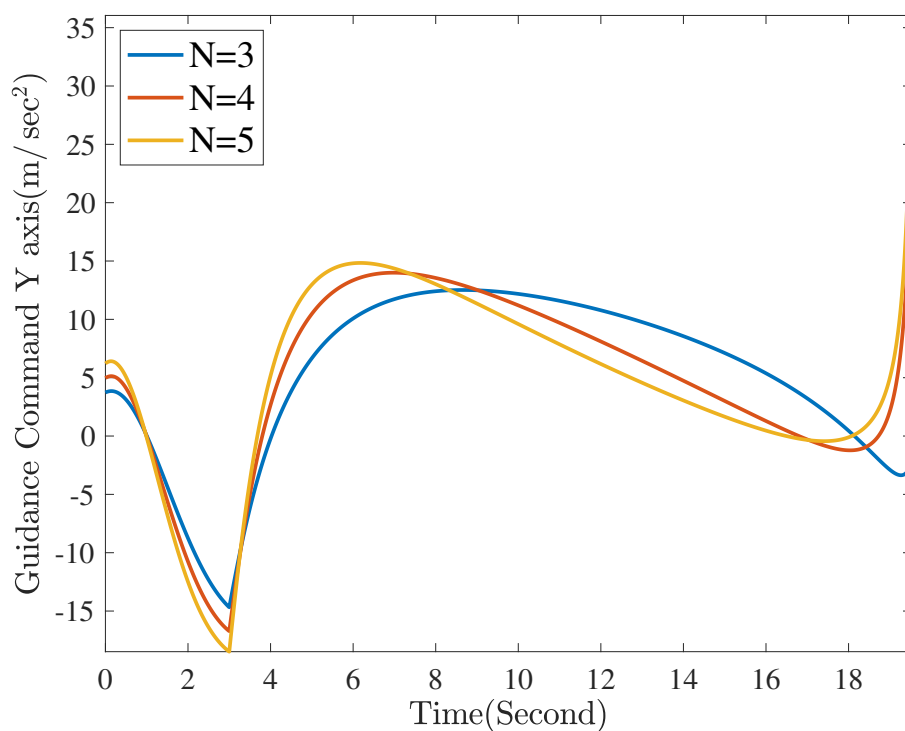
شکل ۲۴: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $z$  برای  $N = 5$



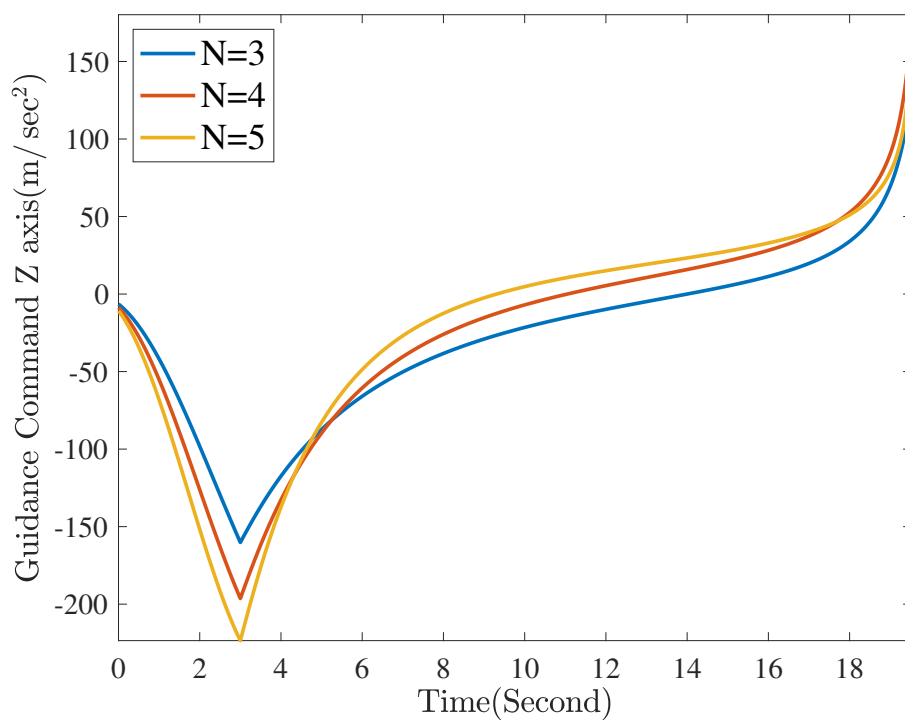
شکل ۲۵: نرخ چرخش حول محور  $y$  برای  $N = 5$



شکل ۲۶: نرخ چرخش حول محور  $z$  برای  $N = 5$

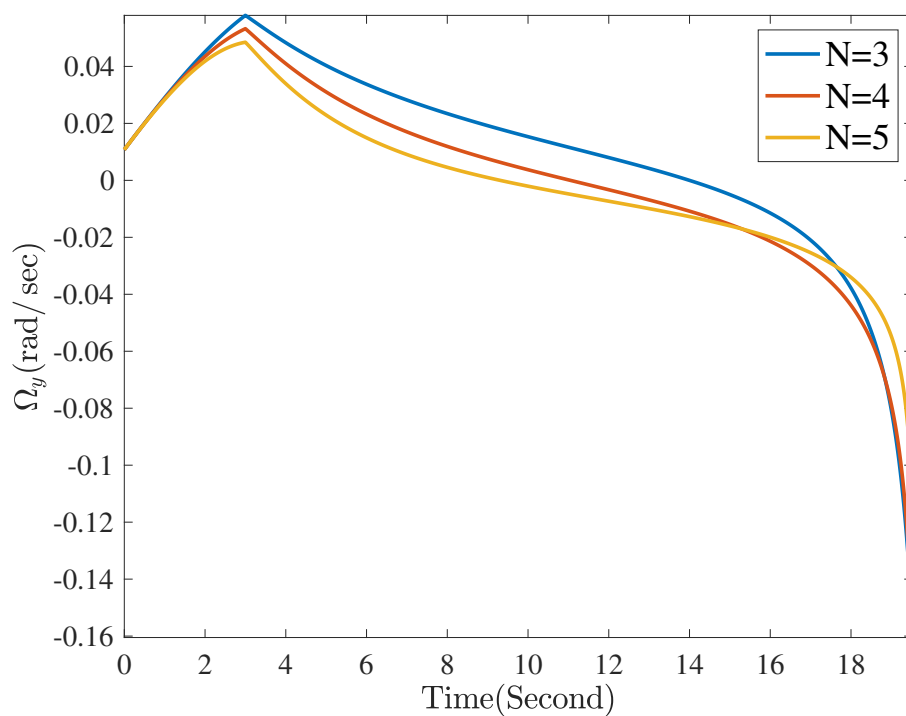


شکل ۲۷: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $y$  برای تمامی مقادیر  $N$

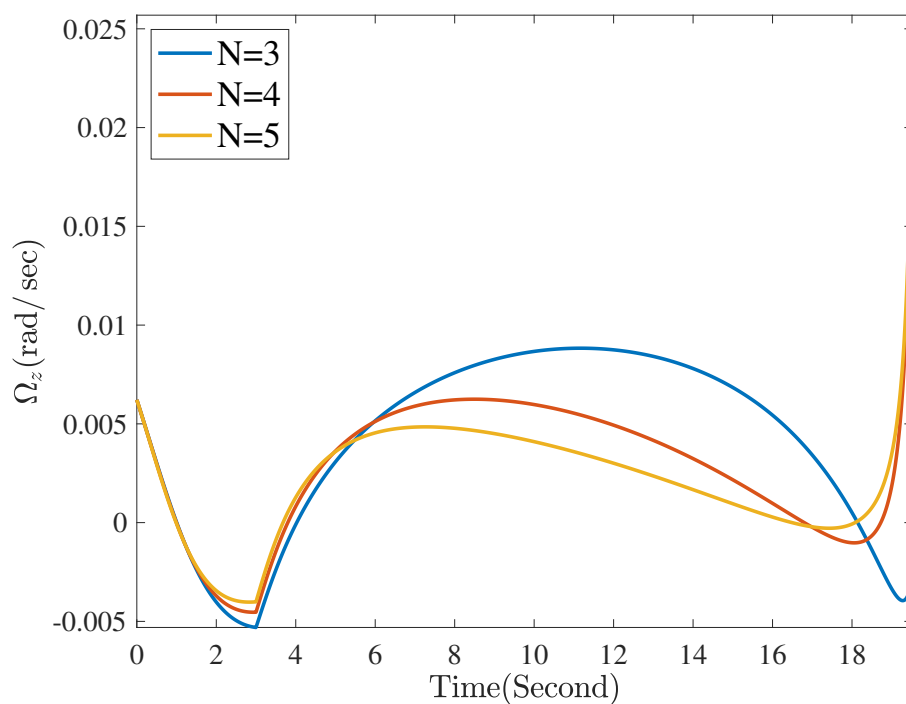


شکل ۲۸: فرمان هدایت تناسبی در جهت محور  $z$  برای تمامی مقادیر  $N$





شکل ۲۹: نرخ چرخش حول محور  $y$  برای تمامی مقادیر  $N$



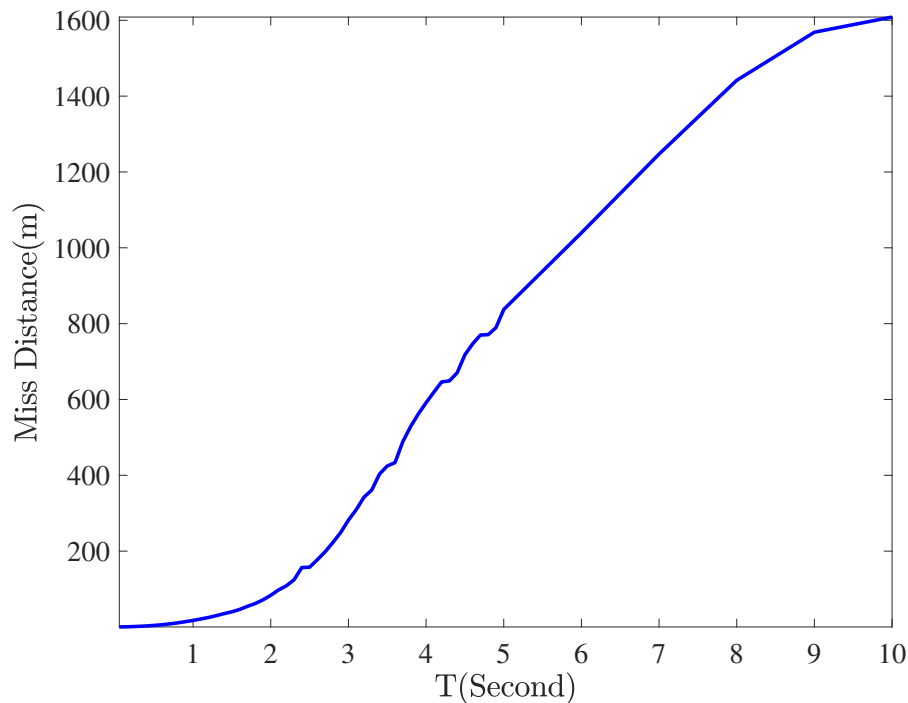
شکل ۳۰: نرخ چرخش حول محور  $z$  برای تمامی مقادیر  $N$

بر اساس نمودارهای فرمان شتاب، ضریب هدایت بیشتر فرمان شتاب هدایت بیشتری تولید

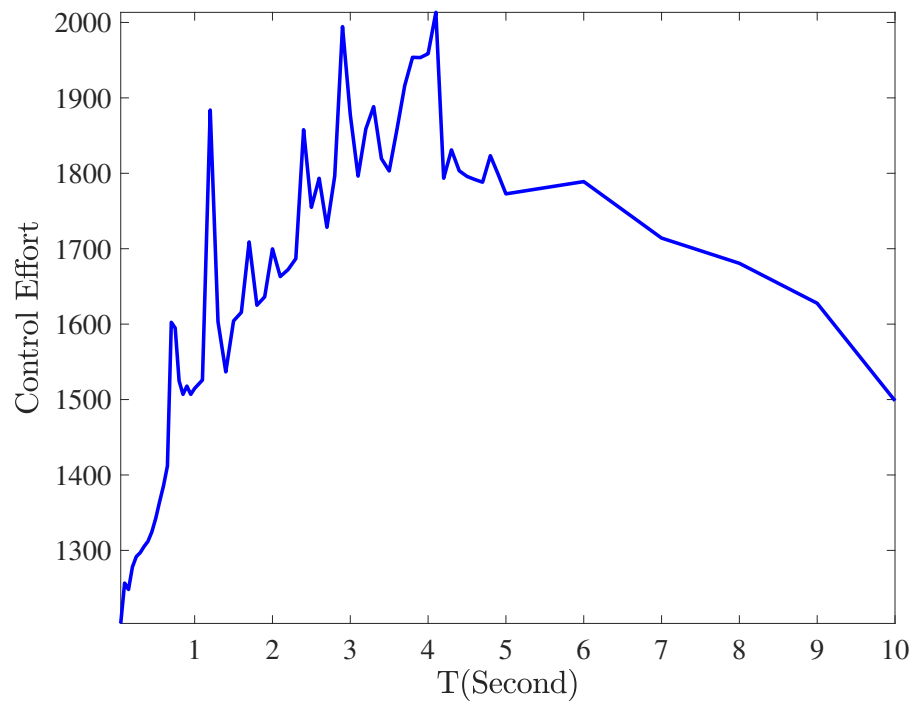
می‌کند. بنابراین نرخ چرخش خط دید سریع‌تر کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. به همین دلیل، در انتهای ماموریت دستور شتاب کمتری دارد و باعث می‌شود وارد محدوده اشباع نشود. در انتهای ماموریت  $t = t_f$  تکینگی وجود دارد که در نمودارها دیده می‌شود. در بخش‌های آینده با استفاده از فرمان‌های قبلی در نزدیکی هدف، این مشکل برطرف شده است.

### ۳.۱ بخش پ

در این بخش به بررسی تاثیر  $T$  بر فاصله از دست‌دهی و تلاش کنترلی پرداخته شده است.



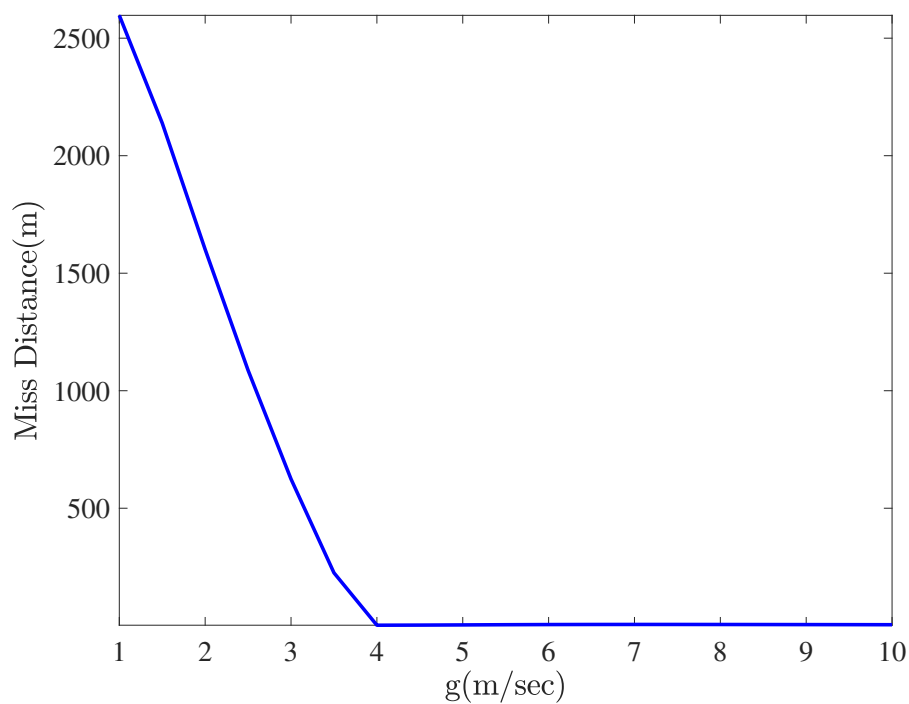
شکل ۳۱: فاصله از دست‌دهی برای مقادیر مختلف  $T$



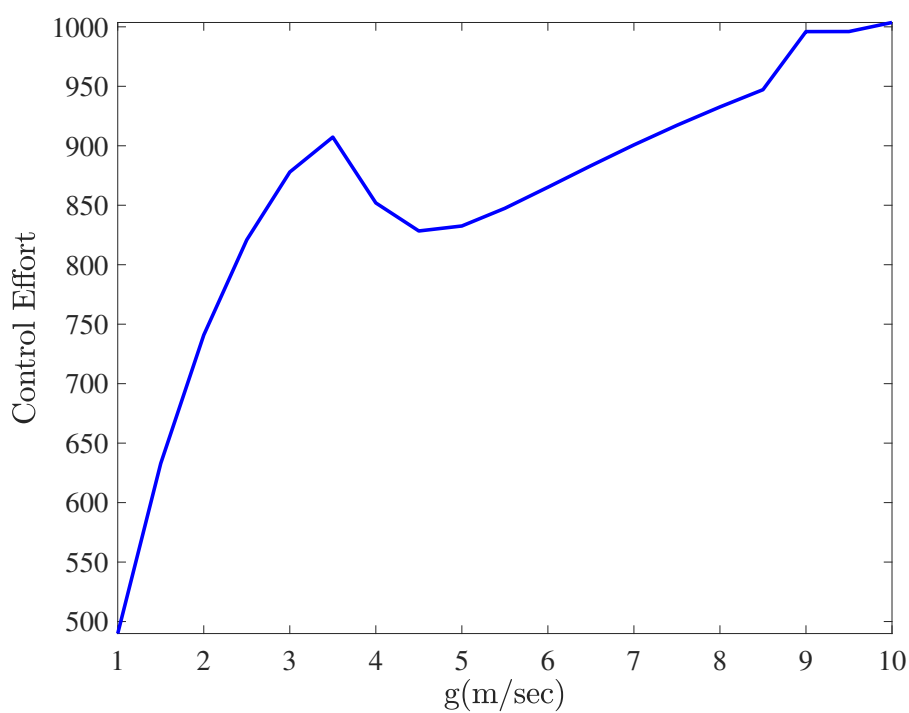
شکل ۳۲: تلاش کنترلی برای مقادیر مختلف T

## ۴.۱ بخش ت

در این بخش به بررسی تاثیر اشباع عملگر بر فاصله ازدست‌دهی و تلاش کنترلی پرداخته شده است.



شکل ۳۳: فاصله از دست‌دهی برای مقادیر مختلف اشباع عملگر



شکل ۳۴: تلاش کنترلی برای مقادیر مختلف اشباع عملگر

## فهرست مطالب

۱	سوال اول	۱
۱	بخش الف	۱۰۱
۱	مسیر برخورد	۱۰۱.۱
۴	هدایت دو نقطه‌ای	۲۰۱.۱
۹	بخش ب	۲۰۱
۱۸	بخش پ	۳۰۱

## فهرست تصاویر

۲	موقعیت موشک و هدف به صورت سه بعدی با شرایط اولیه مسیر برخورد	۱
۲	موقعیت موشک و هدف در صفحه $xy$ با شرایط اولیه مسیر برخورد	۲
۳	موقعیت موشک و هدف در صفحه $xz$ با شرایط اولیه مسیر برخورد	۳
۳	موقعیت موشک و هدف در صفحه $yz$ با شرایط اولیه مسیر برخورد	۴
۵	موقعیت موشک و هدف به صورت سه بعدی با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی	۵
۴	موقعیت موشک و هدف در صفحه $xy$ با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی	۶
۵	موقعیت موشک و هدف در صفحه $xz$ با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی	۷
۵	موقعیت موشک و هدف در صفحه $yz$ با شرایط اولیه مسیر برخورد در هدایت تناسبی	۸
۶	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $y$	۹
۷	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $z$	۱۰
۷	فرمان کنترل‌کننده در جهت محور $y$	۱۱
۸	فرمان کنترل‌کننده در جهت محور $z$	۱۲
۸	نرخ چرخش خط دید حول محور $y$	۱۳
۹	نرخ چرخش خط دید حول محور $z$	۱۴
۱۰	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $y$ برای $N = 3$	۱۵
۱۰	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $z$ برای $N = 3$	۱۶

۱۷	نرخ چرخش حول محور $y$ برای $N = 3$ . . . . .	۱۱
۱۸	نرخ چرخش حول محور $z$ برای $N = 3$ . . . . .	۱۱
۱۹	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $y$ برای $N = 4$ . . . . .	۱۲
۲۰	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $z$ برای $N = 4$ . . . . .	۱۲
۲۱	نرخ چرخش حول محور $y$ برای $N = 4$ . . . . .	۱۳
۲۲	نرخ چرخش حول محور $z$ برای $N = 4$ . . . . .	۱۳
۲۳	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $y$ برای $N = 5$ . . . . .	۱۴
۲۴	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $z$ برای $N = 5$ . . . . .	۱۴
۲۵	نرخ چرخش حول محور $y$ برای $N = 5$ . . . . .	۱۵
۲۶	نرخ چرخش حول محور $z$ برای $N = 5$ . . . . .	۱۵
۲۷	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $y$ برای تمامی مقادیر $N$ . . . . .	۱۶
۲۸	فرمان هدایت تناسبی در جهت محور $z$ برای تمامی مقادیر $N$ . . . . .	۱۶
۲۹	نرخ چرخش حول محور $y$ برای تمامی مقادیر $N$ . . . . .	۱۷
۳۰	نرخ چرخش حول محور $z$ برای تمامی مقادیر $N$ . . . . .	۱۷
۳۱	فاصله ازدست‌دهی برای مقادیر مختلف $T$ . . . . .	۱۸
۳۲	تلاش کنترلی برای مقادیر مختلف $T$ . . . . .	۱۹

## فهرست جداول

۱	شرایط اولیه و فاصله ازدست‌دهی . . . . .	۱
۲	پارامترها و نتایج هدایت تناسبی . . . . .	۴