

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی هوافضا

« مکانیک پرواز ۲ »

تمرین شماره ۱

مدرس: نیک خواه

۹۴/۷/۱۴

مهلت ۲ هفته

سوال ۱) ماتریس تبدیل از دستگاه مختصات قائم همراه به دستگاه بدنی هواپیما به صورت زیر داده شده است. مطلوبست محاسبه مقادیر زوایای اویلر هواپیما در این وضعیت برای ترتیب چرخشها بصورت  $(\psi \rightarrow \theta \rightarrow \phi)$ .

$$T_V^B = \begin{pmatrix} 0.86 & 0.331 & -0.388 \\ -0.038 & 0.8 & 0.599 \\ 0.509 & -0.5 & 0.701 \end{pmatrix}$$

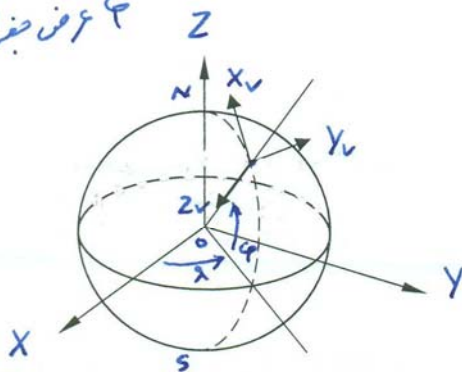
سوال ۲) با توجه به شکل ۱، ماتریس تبدیل از دستگاه مختصات قائم همراه هواپیما به دستگاه مختصات زمین مرکز زمین ثابت (ECEF) را بدست آورید.

سوال ۳) مولفه های بردار سرعت هواپیما در دستگاه مختصات مسیر به صورت  $(250 \text{ m/s}, 0, 0)$  می باشد. اگر مولفه های سرعت هواپیما در دستگاه بدنی به صورت  $(U = 240 \text{ m/s}, W = 70 \text{ m/s})$  باشند، زوایای لغزش و حمله هواپیما را بدست آورید.

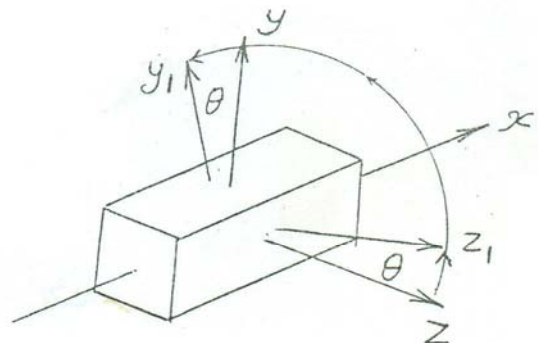
سوال ۴) مطلوبست استخراج ماتریس تبدیل مختصات، از دستگاه مختصات قائم همراه هواپیما به دستگاه مختصات مسیر.

سوال ۵) اگر محورهای دستگاه  $xyz$  در امتداد محورهای اصلی ممان اینرسی جسم بوده، و ممان اینرسیهای اصلی جسم در این دستگاه بصورت  $I_x, I_y, I_z$  باشند، با توجه به شکل ۳ نشان دهید، که ممان اینرسی جسم حول محور  $y_1$   $(I_{y_1})$  برابر خواهد بود با  $I_{y_1} = I_y \cos^2 \theta + I_z \sin^2 \theta$ .

۹ طول جغرافیایی  
۴ عرض جغرافیایی



شکل ۱



شکل ۲

سوال ۶) اگر تانسور اینرسی یک هواپیما مافوق صوت در دستگاه بدنی و دستگاه قائم همراه هواپیما به ترتیب به صورت زیر باشند:

$$\begin{Bmatrix} I_{XX} & -I_{XY} & -I_{XZ} \\ -I_{XY} & I_{YY} & -I_{YZ} \\ -I_{XZ} & -I_{YZ} & I_{ZZ} \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} I_x & 0 & 0 \\ 0 & I_y & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{Bmatrix}$$

نشان دهید با کوچک فرض کردن زوایای اوایلر هواپیما و صرف نظر کردن از توان دوم مقادیر کوچک، حاصل ضرب‌های اینرسی  $I_{YZ}$  و  $I_{XZ}$  به صورت زیر خواهند بود:

$$I_{XZ} = (I_x - I_z)\theta$$

$$I_{YZ} = (I_y - I_x)\phi$$

که  $\theta$  و  $\phi$  به ترتیب زوایای فراز و غلت هواپیما هستند.

سوال ۷) برای روابط سینماتیکی هواپیما به شکل زیر، مطلوبست

الف) تعیین سرعت‌های زاویه‌ای اوایلر بر حسب  $r, q, p$ .

ب) تعیین ترتیب چرخش‌های اوایلر بطور مستدل.

$$\begin{aligned} p &= \dot{\theta} \cos(\phi) \sin(\psi) + \dot{\phi} \cos(\psi), \\ q &= \dot{\theta} \cos(\phi) \cos(\psi) - \dot{\phi} \sin(\psi), \\ r &= -\dot{\theta} \sin(\phi) + \dot{\psi}. \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \dot{\theta} = ? \\ \dot{\phi} = ? \\ \dot{\psi} = ? \end{cases}$$