

# پروژه درس تحلیل و طراحی حرارتی ماهواره

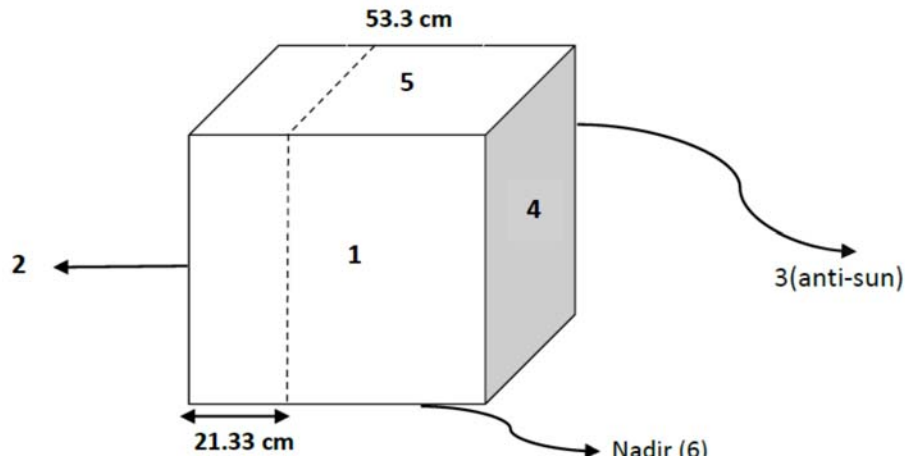
زمان تحویل: ۵ / ۱۱ / ۱۳۹۵

نمره پروژه: ۷ نمره

**نکته: انجام پروژه اختیاری است. در صورت تحویل پروژه در زمان مقرر نمره امتحان میان ترم و پایان ترم از ۱۳ محاسبه می گردد.**

**تعریف پروژه:** ماهواره نصیر-۱، ماهواره ایست مکعب مربع به ابعاد 53.3 سانتی متر و وزن 75 کیلوگرم که چهار سطح از سطوح خارجی ماهواره با سلول های خورشیدی پوشانده می شوند. ضرایب جذب خورشیدی 0.83 و ضریب صدور IR سلول های خورشیدی را برابر با 0.87 در نظر بگیرید. دو سطح خارجی دیگر شامل سطح ندیر<sup>۱</sup> یا Z+ و سطح مخالف خورشید<sup>۲</sup> یا Y+ از عایقهای چند لایه حرارتی (MLI) پوشانده شده اند. در فضا، این لایه ها غالباً از طریق تشعشع با محیط اطراف خود تبادل حرارت دارند. خواص تشعشعی عایق های چند لایه بکار گرفته شده از پارامترهای طراحی بوده و با استفاده از مرجعی مناسب مقادیر آن را انتخاب کنید.

در فاصله 21.32 سانتی متری از صفحه X-، صفحه ای مربعی عمود بر محور X و جوه Y-، Y+، Z- و Z+ را به یکدیگر مربوط کرده است.



ماهواره مورد تحلیل، در مدار دایروی 662 کیلومتری خورشید آهنگ قرار دارد. شار خورشید 1400 وات بر متر مربع، شار زمین 240 وات بر متر مربع، و ضریب آلبیدو 0.3 در نظر گرفته شود. تغییرات زاویه خورشید با صفحه مدار (زاویه بتا) را برای مدت یک سال رسم نموده برای چند زاویه بتا بحرانی سرد و گرم (حدافل ۳ زاویه بتا) طراحی حرارتی خود را ارزیابی نمائید.

<sup>1</sup> Nadir

<sup>2</sup> Anti sun

از تبادله تشعشعی بین اجزا در داخل ماهواره به دلیل ناچیز بودن آن صرف نظر نمائید. اما در سمت بیرون تبادل تشعشعی با اطراف وجود دارد. فرض کنید که تمام صفحات ماهواره از جنس آلومینیوم با ضخامت برابر بوده و فاقد چهارچوب می‌باشد و سازه تنها از ۶ صفحه آلومینیومی و صفحه دیگری در داخل آن تشکیل شده است.

فرض کنید جرم کل ماهواره، به غیر از وزن ۷ جعبه 1100 گرمی، بر روی این صفحات بصورت یکنواخت توزیع شده است. در داخل ماهواره و در وسط هر یک از صفحات X- و X+ یک جعبه به ابعاد 10.66 در 10.66 در 7 سانتیمتر به ترتیب در راستای Z ، Y ، و X نصب شده اند. بر روی هر یک از صفحات Y- و Y+ بفاصله 15.99 سانتیمتر از صفحه X+ و 21.32 سانتیمتر از صفحه Z- نصب یک جعبه به ابعاد 10.66 در 5.33 در 5 سانتیمتر به ترتیب در راستای Z ، X ، و Y شروع شده است. همچنین بر روی هر یک از صفحات Z- و Z+ بفاصله 5.33 سانتیمتر از صفحه X- و 21.32 سانتیمتر از صفحه Y- نصب یک جعبه به ابعاد 10.66 در 10.66 در 3 سانتیمتر به ترتیب در راستای X ، Y ، و Z نصب شده اند. در وسط طرف X+ صفحه میانی نیز یک جعبه به ابعاد 21.32 در 21.32 در 2 سانتیمتر به ترتیب در راستای Z ، Y ، و X نصب شده اند. با استفاده از مرجع معتبر کوپلینگ مناسبی را در نصب هر یک از جعبه ها بکار بگیرید (با توجه به ابعاد جعبه و تعداد پیچ در نظر گرفته شده از کتاب R. Karam می‌توانید استفاده کنید). هر جعبه را هم دما فرض کنید. از ضخامت عایقهای چند لایه و صفحات خور شیدی نصب شده بر روی ماهواره صرف نظر گردد. همچنین کوپلینگ بین صفحات خور شیدی و ماهواره، و عایقهای چند لایه و ماهواره کامل در نظر گرفته می‌شود، (به عبارتی از مقاومت حرارتی تماسی در محل تماس این اجزا صرف نظر شود).

در صورتی محاسبه از نقطه ورود به آفتاب، سناریو اتلاف انرژی در این ماهواره که پیروید چرخش آن به دور زمین ۶۰۰۰ ثانیه بطول می‌انجامد، در جدول زیر داده شده است.

زمان	جعبه X+	جعبه X-	جعبه Y+	جعبه Y-	جعبه Z+	جعبه Z-	جعبه میانی
۰،۳۵ اول از زمان در آفتاب	4W	3W	0	7W	4W	3W	4W
۰،۱۵ دوم از زمان در آفتاب	4W	0	7W	7W	4W	3W	0
۰،۲۵ سوم از زمان در آفتاب	0	0	0	7W	4W	0W	10W
۰،۲۵ چهارم از زمان در آفتاب	0	3W	2W	0	0	3W	10W
۰،۱۵ اول از زمان در سایه	8W	3W	2W	0	0	8W	4W
۰،۴۵ دوم از زمان در سایه	8W	3W	2W	2W	0	8W	4W
۰،۴۰ سوم از زمان در سایه	0	3W	7W	2W	0	8W	4W
حد چابین مجاز قطعه	-20	-20	-20	-15	-20	-15	-10
حد بالای مجاز قطعه	+60	+50	+50	+60	+50	+70	+45

مطلوب است توزیع دما را بر روی صفحات ماهواره به دست آورید. بنابراین در هر صفحه یک شبکه دو بعدی  $n \times n$  در نظر بگیرید. سپس نرخ تغییرات دمای به تعادل رسیده را در نقاط مختلف صفحات ماهواره در یک پیروید از چرخش آن بدور زمین بدست آورید. توجه کنید که با استفاده از مراجع، کوپلینگ مناسب بین لبه های صفحات را که به هم وصل می‌شوند انتخاب کنید. ابتدا  $n=10$  قرار دهید اما سپس پاسخ را برای  $n=20$  بدست آورید.

با فرض یک سان بودن محدوده مجاز دمایی قطعات در حالت روشن و خاموش، و بر اساس بازه دمایی قطعات ارائه شده در جدول فوق طراحی حرارتی خود را انجام داده، و محدوده دمایی قطعات را کنترل نمائید. دمای مجاز سلول های خورشیدی را بین 70- الی 100+ درجه سانتی گراد کنترل نمائید.

در صورت نیاز می توانید در جوهی که سلول خورشیدی قرار ندارد از رادیاتور استفاده نمائید. استفاده از هیتر و سایر سخت افزارهای حرارتی نیز مجاز است. با توجه به بودجه وزنی ۲ درصد وزن کل و بودجه توانی ۳ درصد از توان کل (توان کل از متوسط زمانی مصرف اجزا در یک مدار محاسبه شود) مجاز می باشد.