

Dr. Davaie Markazi  
Mohsen Khodadadi

Mechatronic Lab

دکتر دوائی مرکزی، محسن خدادادی  
آزمایشگاه مکترونیک

### Abstract

A system having a photovoltaic -sensor sun-tracking system was designed, simulated and fabricated. The sensor was composed of two set of two photovoltaic-cells placed side by side on the bottom of the small box. Sun-tracking can be achieved by rotating the heliostat equipped with the sensor, while maintaining the two photo-cells under illumination by the sun through a slit in the box. The fabricated heliostat employed Right ascension- Declination system that permits the rotating speed of the right ascension axis to be nearly constant for the diurnal motion of the sun. The use of two additional sensors, a cloud sensor and an east-west sensor, permitted stable tracking with high accuracy even in a cloudy sky. System is made of aluminum and turn around axis are achieving with two stepper motors and two transmissions that are coupled to motors

### چکیده طرح

سیستمی مبتنی بر حرکت بعد-انحراف با کنترل حلقه بسته و حسگرهایی از جنس سلول فتوولتائیک، ساخته شده است. سه نوع حسگر برای سیستم در نظر گرفته شده است. حسگر ردیابی به شکل دو جفت سلول فتوولتائیک که درون دو محفظه که روی آن‌ها یک روزنه قرار دارند تا نور مستقیم به سلول‌ها برسد، طراحی شده است. دو حسگر هوای ابری و حسگر تشخیص جهت شرق و غرب برای عملکرد پایدار سیستم در هوای ابری در سیستم طراحی شده است. سیستم از جنس آلومینیوم ساخته شده و دوران حول محورها به کمک دو موتور پله‌ای و دو گیربکس که به موتورها کوپل شده‌اند، صورت می‌گیرد.

### هدف سیستم

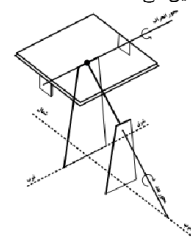
ساخت سیستم پرتابل با هزینه کم و بازدهی معقول جهت رساندن نور خورشید به مکان‌هایی که دسترسی به نور مستقیم را ندارند.

### ۱- مقدمه

خورشید در نیم‌کره شمالی زمین همواره به سمت جنوب متمایل است. این امر موجب می‌شود تا پنجره‌های شمالی ساختمان‌ها از دریافت نور مستقیم خورشید محروم بمانند. سیستم کنترل تابش انعکاسی نور خورشید به پنجره‌های شمالی ساختمان‌ها که اصطلاحاً هلیواستات نامیده می‌شود، امکان دسترسی به نور مستقیم خورشید را برای پنجره‌های شمالی ساختمان‌ها فراهم می‌کند. هلیواستات آینه‌ی تختی می‌باشد که وظیفه انعکاس نور خورشید به هدفی ثابت را برعهده دارد. این هدف می‌تواند پنجره در نمای شمالی یک ساختمان باشد. با توجه به قوانین بازتابش نور می‌بایست برای انعکاس درست نور، بردار عمود برصفحه آینه نیم‌ساز زاویه بین بردار اشاره کننده به هدف از مرکز آینه و بردار اشاره کننده به خورشید از مرکز آینه باشد. هلیواستات‌ها برای انجام درست وظیفه خود می‌بایست توانایی چرخش در دو درجه آزادی را داشته باشند.

### ۲- شرح سیستم

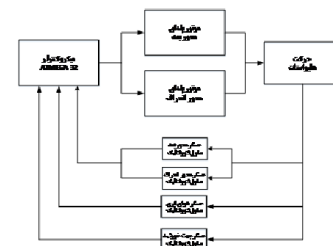
سیستم هلیواستات ساخته شده دارای دو درجه آزادی جهت حرکت دورانی است. محورهای دورانی بعد و انحراف، دو درجه آزادی سیستم را تأمین می‌کنند.



شکل (۱) محورهای سیستم هلیواستات ساخته شده

از آنجا که کنترل هلیواستات ساخته شده حلقه بسته می‌باشد، چهار حسگر در سیستم تعبیه شده است. تمامی حسگرها از نوع سلول‌های فتوولتائیک می‌باشند. حسگرهای محور بعد و محور انحراف، حسگرهای ردیابی سیستم هستند، که به لحاظ ساختاری مشابه یکدیگر هستند و در مسیر پرتو بازتابی نور خورشید به هدف قرار می‌گیرند. حسگر هوای ابری یک سلول فتوولتائیک است که به کمک سطح ولتاژ آن وجود ابر در آسمان یا شب و روز تشخیص داده می‌شود. حسگر جهت خورشید از دو سلول فتوولتائیک که به صورت پهلوی به پهلوی کنار هم قرار گرفته اند و بینشان یک جداره قرار دارد تشکیل شده است. این جداره به گونه‌ای قرار می‌گیرد، که بردار عمود آن در راستای شرق به غرب باشد. این حسگر برای تشخیص صبح و عصر و جهت کلی خورشید در آسمان به کار می‌رود.

ولتاژ تولیدی هر یک از حسگرها از طریق پایه‌های آنالوگ به دیجیتال به یک میکروکنترلر داده می‌شود. میکروکنترلر دستورهای کنترلی را صادر می‌کند.

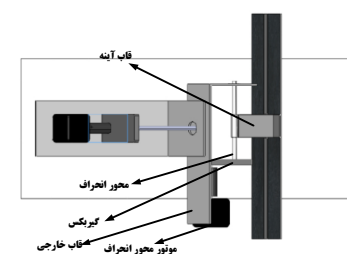


شکل (۲) بلوک دیاگرام کنترلی سیستم

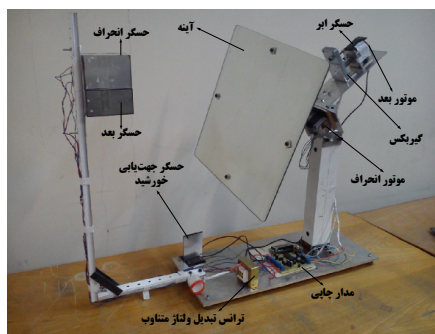
### ۴- تست سیستم

سیستم در یک روز آفتابی تست شده است. در چهار زمان مختلف از هدف عکس گرفته شده است. شکل (۷) عکس‌های گرفته شده را نشان می‌دهد.

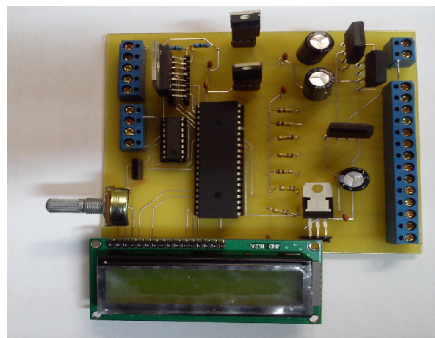
### ۳- سیستم ساخته شده



شکل (۳) سیستم منعکس کننده نور خورشید از نمای بالا



شکل (۵) سیستم منعکس کننده نور خورشید



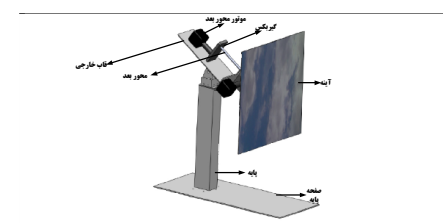
شکل (۶) مدار الکترونیکی سیستم



شکل (۷) نتیجه تست سیستم

### ۵- خلاصه ای از نتایج ، دستاوردها و یافته‌های پروژه

- با توجه به نقشه جامع علمی کشور این طرح به دلیل گستره کاربردش می‌تواند در سطوح اولیوتی مختلفی در نقشه جامع علمی کشور قرار گیرد که عمده آن در بخش انرژی‌های نو و تجدیدپذیر و سلامت که اولویت الف و بخش خودکارسازی و رباتیک که اولویت ب نقشه است قرار می‌گیرد.
- نتایج شبیه سازی نشان داد، استفاده از مکانیزم حرکتی بعد-انحراف باعث تغییرات ملایم‌تر و کم‌تر محورهای دورانی شده است.
- سیستم کاملاً پرتابل بوده و جهت راه‌اندازی نیاز به تنظیمات زیادی نداشته و به تنظیمات روزانه یا هفتگی نیاز ندارد.
- دو مقاله در کنفرانس‌های بین‌المللی از این سیستم ارائه شده است.
- این سیستم مسیر ثبت اختراع قرار دارد.



شکل (۴) سیستم مدل شده در سالدورکس