

**انشگاه آزاد اسلامیn**

**واحد تهران جنوب**

**دانشکده تحصیلات تکمیلی**

**سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”**

**مهندسی مکاترونیک**

**عنوان:**

**بررسی سیستم های ردیابی مسیر خورشید (SOLAR TRACKING) و پتانسیل استفاده از آنها در پنل های خورشیدی**

**استاد راهنما:**

نگارش**:**



**فهرست مطالب**

[چکیده 1](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771706)

[مقدمه 2](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771707)

[فصل اول 4](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771708)

[بررسی اصول کلی روابط هندسی خورشید و زمین 4](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771709)

[فصل اول : بررسی اصول کلی روابط هندسی خورشید و زمین 5](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771710)

[تعاریف اولیه 5](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771711)

[1-2) بررسی رفتار حرکتی زمین و خورشید نسبت به هم 7](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771712)

[1-2)بررسی و مقایسه الگوریتم های مطرح در زمینه روابط هندسی زمین و خورشید 10](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771713)

[1-3)تشریح الگوریتم کوپر [COOPER] [17] 12](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771714)

[فصل دوم 15](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771715)

[بررسی روش های مختلف ردیابی خورشید 15](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771716)

[فصل دوم : بررسی روشهای مختلف ردیابی خورشید 16](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771717)

[فصل سوم 20](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771718)

[فصل سوم : تشریح استراتژی ردیابی هیبریدی در ردیابی خورشید 21](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771719)

[3-2) تشریح الگوریتم هیبریدی ردیاب خورشیدی 22](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771720)

[فصل چهارم 30](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771721)

[فصل چهارم : بررسی اقتصادی استفاده از سیستم ردیاب خورشیدی 31](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771722)

[فصل پنجم 36](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771723)

[نتیجه گیری 37](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771724)

[پیشنهادات 38](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771725)

[منابع 39](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771726)

[سایت ها 40](file:///G:\پایان%20نامه\پایان%20نامه%20مهندسی%20مکانیک\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی\بررسی%20سیستم%20های%20ردیابی%20مسیر%20خورشید%20و%20پتانسیل%20استفاده%20از%20آنها%20در%20پنل%20های%20خورشیدی.docx#_Toc322771727)

# چکیده

هدف از این مطلب بررسی اصول کارکرد سیستم های ردیاب خورشیدی و پتانسیل استفاده از آنها در تولید برق خورشیدی است. به این منظور ابتدا با بررسی رفتارهای حرکتی خورشید و زمین و موقعیت های آنها نسبت به هم ، به تشریح اصول کلی الگوریتم ها و روابط هندسی موقعیت خورشید و زمین (بر حسب مکان جغرافیایی، روز، ساعت و زاویه پنل خورشیدی ) پرداخته می شود و با انتخاب یکی از الگوریتم های مطرح ، محاسبه موقعیت زمین و خورشید و تعیین زوایای لازم انجام می گیرد. با استفاده از این الگوریتم موقعیت خورشید برای شهر تهران در روزهای اول بهار، اول پاییز، اول تابستان و اول زمستان محاسبه شده و به صورت نمودار نمایش داده می شود. سپس انواع روش ها و سیستم های ردیابی خورشیدی دسته بندی و معرفی گردیده و توضیحات لازم در این خصوص ارائه می گردد . با انتخاب یکی از روش های مطرح و پیچیده که ترکیبی از الگوریتم های مختلف می باشد ، جزییات بیشتری در مورد طراحی و فرآیند کار آن روش، ارائه خواهد شد. در انتها بررسی اقتصادی کاربرد روش ارائه شده برای شرایط مشخص انجام می گردد.

# مقدمه

امروزه یافتن منابع انرژی پاک برای آینده یکی از دغدغه های مهم جوامع بشری به حساب می آید و انرژی خورشید می تواند پاسخ مناسبی برای این موضوع به شمار آید. پاکی ، فراوانی ، تجدید پذیری ، پایداری و در دسترس بودن از بارزترین ویژگی های انرژی خورشید می باشد. بر همین اساس در سالیان اخیر طراحی ، ساخت و استفاده از انواع سیستم ها و دستگاه هایی مبتنی بر استفاده از انرژی خورشید پدیدار گردیده است. امروزه سیستم های خورشیدی به شکل گسترده ای در مصارف گوناگون صنعتی ، خانگی و کشاورزی و . . . مورد استفاده قرار می گیرند.

سيستم هاى فتوولتايیك يا برق خورشيدى متشكل از تعدادى پنل خورشيدى مى باشند كه نور خورشيد را جذب كرده و آن را مستقيما به الكتريسيته تبديل مى كنند. الكتريسيته توليدى توسط اين پنل ها از نوعDC يا مستقيم است و براى مصارف عمومى توسط اينورتر تبديل به جریان AC مى شود. در بسيارى از كاربردها انرژى توليد شده براى مصارف بعدى يا استفاده در شب هنگام، می بايستى ذخيره گردد كه براى اين عمل نياز به شارژ كنترلر و باطرى هاى مناسب مي باشد. به دليل بالا بودن قيمت الكتريسیته توليدى از اين سيستم ها، بهتر است كه تمامى اجزاء تشكيل دهنده سيستم داراى راندمان هاى بالا باشند تا تلفات به حداقل ميزان ممكن برسد.

مهمترين بخش و گرانقيمت ترين جزء اين سيستم ها، پنل هاى خورشيدى هستند . نحوه استقرار و جهت نصب و میزان تابش دریافتی اين پنل ها ، نقش كليدى در ميزان دريافت انرژى از خورشيد و به تبع آن میزان توليد انرژی توسط سيستم ایفا می کند.

با توجه به وابستگی شدید سیستم های خورشیدی به نور خورشید و همچنین تغییر وضعیت تابش خورشید در طول روز، ماه و سال ، طراحی و ساخت سیستم هایی که بتواند متناسب با این تغییرات ، حداکثر بهره را از نور خورشید به دست آورند مورد بررسی قرار گرفت و تا به امروز مطالعات ، مقالات و کارهای فراوانی در این خصوص صورت گرفته و نتایج خوبی هم حاصل شده است که از مهمترین نتایج این اقدامات را می توان افزایش بهره وری سیستم های خورشیدی ، حداکثر به میزان 40 درصد و در نتیجه کاهش هزینه های تولید انرژی دانست. یکی از مهمترین موضوعاتی که در این خصوص مطرح می باشد طراحی و استفاده از سیستم ردیاب خورشیدی (SOLAR TRACKER) می باشد. سیستم های ردیاب خورشیدی (SOLAR TRACKER) در واقع با استفاده از روش های مختلف، مسیر حرکت نور خورشید را محاسبه یا مشاهده و ردیابی می کنند و توسط مکانیزم های مختلف پنل خورشیدی را به گونه ای که حداکثر بهره برداری از نور خورشید صورت گیرد تنظیم می کنند.

در سال های اخیر و به منظور بهینه سازی ، ارتقا و افزایش کارایی سیستم های خورشیدی، علومی همچون الکترونیک ، کنترل ، کامپیوتر ، نجوم ، فیزیک و شیمی به کار گرفته شدند و هرکدام به سهم خود در این امر دخیل و موثر بوده اند. همگام با پیشرفت های تکنولوژی، انواع روش های الکترونیکی و کنترلی و کامپیوتری در طول چند دهه اخیر برای طراحی ، محاسبات و شبیه سازی ، اجرا و عملیاتی کردن ایده های مختلف و . . . در این عرصه مطرح گردیده است. ساختارها ، سیستم های مکانیکی و مکانیزم های مختلفی در کاربری های مختلفی برای این امر ارائه شده است و الگوریتم ها و روش های مناسبی هم در مورد هندسه زمین و خورشید که امکان محاسبه دقیق موقعیت خورشید را در زمان ها و مکان ها مختلف می دهند معرفی گردیده است. از این رو همانطور که مشخص است بهره مندی از علوم مختلف در بهینه سازی این سیستم ها امری اجتناب ناپذیر بوده و مسلما نتایج مطلوبی برای آیندگان به همراه خواهد داشت.