طراحی و ساخت ردیاب هوشمند خورشیدی

داریوش زارع[1]، حسن صفی یاری[2]، حسین علیدی[3]
[1]. استادیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز
[2]. دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز
[3]. دانشجوی کارشناسی بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز
dzare@shirazu.ac.ir

چکیده:
گستردگی نیاز انسان به منابع انرژی همواره از مسائل اساسی مهم در زندگی بشر بوده و تلاش برای دستیابی به یک منبع تمام نشدنی انرژی از آرزوهای دیرینه انسان بوده است. بنابر این امروزه تولید دستگاه هایی که بتواند انرژی خورشید را استحصال نماید رشد یافته است. در این تحقیق ردیابی خورشیدی طراحی و ساخته شده است که برخلاف سیستم های قبلی که از سنسورها و روش های مقایسه ای در سیستم ردیاب برای پیدا کردن مکان خورشید استفا ده می کردند، از روابط نجومی برای محاسبه موقعیت دقیق خورشید استفاده شده است. موقعیت مکانی دقیق حرکت خورشید در سطح زمین در طول روز توسط یک برنامه کامپیوتری (زبان برنامه نویسی C) در داخل میکروکنترلر شبیه سازی شد . برای دنبال نمودن خورشید نیاز به حرکت در دو جهت اصلی داشتیم، یکی شرقی- غربی و دیگری شمالی- جنوبی که برای حرکت در راستای شرقی- غربی از یک شافت عمودی استفاده شد که حرکت دورانی خود را از یک موتور پله ای (Stepper Motor) که به درایور متصل بود و فرمان مقدار و جهت حرکت را از میکروکنترلر می گرفت، تشکیل شده است . در واقع درایور با تولید یک سری موج های PWM با طول موج و فرکانس های متفاوت، میزان و جهت حرکت شافت عمودی را کنترل می نمود . شافت دیگر که صفحه جاذب نور بر روی آن نصب گردید در راستای افقی قرار گرفته بود و با دوران حول محور افقی، حرکت شمالی- جنوبی را به وجود م ی آورد. در واقع با ترکیب حرکات شمالی- جنوبی و شرقی- غربی، صفحه جاذب قادر به قرارگیری تقریبا عمود بر اشعه های دریافتی از خورشید بود.

کلمات کلیدی: ردیاب خورشیدی، انرژی، محیط زیست

مقدمه

استفاده از انرژی خورشید، باد، زمین گرمایی، هیدروژن، زیست توده و ... که به انرژی های تجدید پذیر موسومند، به ویژه برای کشور های در حال توسعه از جاذبه بیشتری برخوردار است . لذا در برنامه ها و سیاست های بین المللی از جمله در برنامه های سازمان ملل متحد در راستای توسعه پایدار جهانی نقش ویژه ای به منابع تجدید پذیر انرژی محول شده است . از سوی دیگر انرژی های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال سنگ سرانجام روزی به پایان خواهد رسید و با پایان گرفتن آن ها تمدن بشری که بستگی مستقیم به انرژی دارد دچار چالش جدید و بزرگ خواهد شد . این امر سبب شده است که کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با جدیت هرچه تمام تر استفاده از سایر انرژی های موجود در طبیعت و به خصوص انرژی های تجدید شونده را مورد توجه قرار دهند. [1] ، [4]

از این رو برنامه ریزی برای کاهش مصرف انرژی در این بخش باید یکی از مهم ترین اولویت های مسؤلان باشد چرا که نقش بسزایی در حفظ منابع و محیط زیست دارد. انرژی خورشیدی در مقایسه با سایر منابع انرژی یکی از مهمترین ، قابل دسترس ترین

و پاک ترین منابع روی کره زمین می باشد .به همین دلیل در سالهای اخیر تحقیق و توسعه فعالیت ها در زمینه کاربرد سیستم های خورشیدی افزایش یافته است. [5]

خورشید به عنوان منبع انرژی و سرآغاز حیات و منشأ تمام انرژی های دیگر شناخته شده است . طبق برآورد های علمی در حدود 600 میلیون سال از تولد این گوی آتشین می گذرد و در هر ثانیه 4/2 میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می شود بنابراین با توجه به وزن خورشید که 333 هزار برابر وزن زمین است، این کره نورانی را می توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا 5 میلیارد سال آینده به حساب آورد.

زمین در فاصله ی 150 میلیون کیلومتری خورشید واقع است و 8 دقیقه و 18 ثانیه طول می کشد تا نور خورشید به زمین برسد. سوختهای فسیلی ذخیره شده در اعماق زمین، انرژی های باد، آبشار و امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر از جمله نتایج همین مقدار اندک انرژی دریافتی زمین از خورشید است. [9]

شناخت انرژی خورشید و استفاده از آن برای منظورهای مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می گردد، شاید به دوران سفالگری . در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جامهای بزرگ طلایی صیقل داده شده و اشعه ی خورشید آتشدان های محرابها را روشن می کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب آن بسته می شد . ولی مهمترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بیان شده داستان ارشیمدس، دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید ب ه آتش کشید . گفته می شود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آئینه های کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی یک پایه متحرک قرار داشته است اشعه خورشید را از راه دور روی کشتیهای رومیان متمرکز ساخته و به این ترتیب آنها را به آتش کشیده است . در ایران نیز معماری ایرانیا ن باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و مؤثر از انرژی خورشید در زمان های قدیم بوده است . با وجود آنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به خوبی شناخته شده بود ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین سیستمهایی از یک طرف و عرضه نفت و گاز ارزان از طرف دیگر سد راه پیشرفت این سیستم ها شده بود . تا اینکه پس از افزایش قیمت نفت در سال 1973، کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند به مسئله انرژی جدی تر بنگرند. [2] , [10]

تاکنون طرحهای مختلفی در دنیا جهت ساخت جذب کننده های خورشیدی ارائه شده است . اما قسمت مهم و حائز اه میت این مجموعه ها، طراحی دنبال کننده های خورشید آن هاست.

لاری و آزرم (1378) اقدام به طراحی و ساخت مجموعه متمرکز کننده خورشیدی سهموی باز کرده اند که از اجزای اصلی زیر تشکیل شده است:

1) متمرکز کننده سهموی شکل
2) لوله دریافت کننده با سطح جاذب منتخب جهت جذب نوری بالا و انتشار نوری حداقل
3) سیستم ردیاب خورشیدی برای دریافت مولفه مستقیم پرتوهای خورشیدی
4) سیستم انتقال حرکت که توسط ردیاب کنترل می شود.
5) سازه و فونداسیون

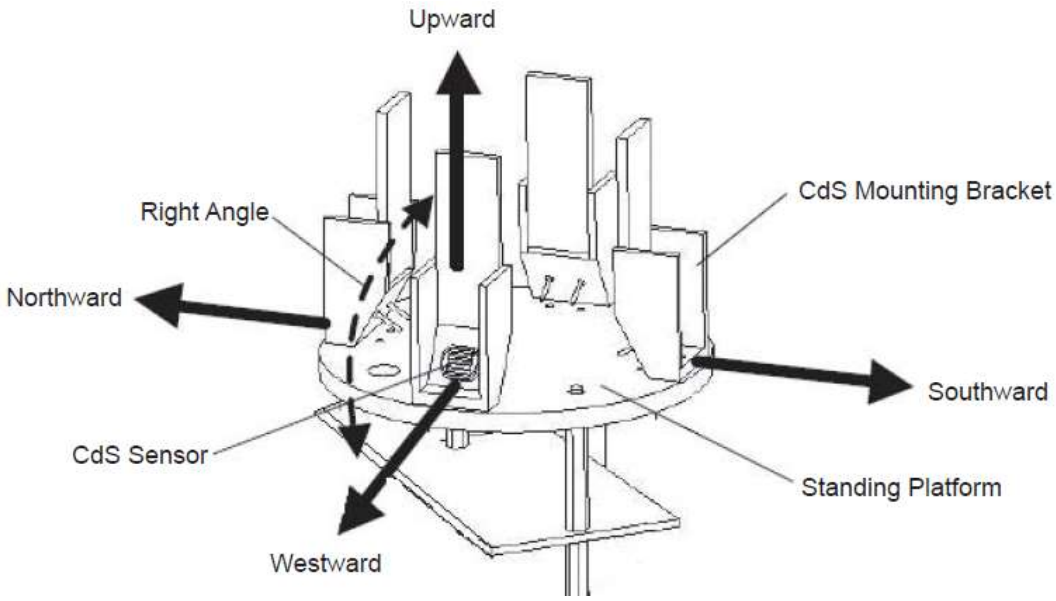
یکی از پارامترهایی که در دریافت انرژی دخالت می کند، وضعیت قرار گرفتن متمرکز کننده نسبت به خورشید است. محور متمرکز کننده می تواند به دو حالت شرقی- غربی و یا شمالی-جنوبی نسبت به خورشید قرار گیرد . در حالت شرقی-غربی حرکت سهمی با حرکت فصلی خورشید تغییر می کند . به بیان دیگر سهمی در هر روز کمتر از نیم درجه انحراف پیدا کرده و برای اینکه متمرکز کننده در مسیر م دار حرکتی خورشید قرار گیرد نیاز به یک تنظیم روزانه دارد که این سادگی طرح، مزیت آن نسبت به

حالت دیگر است. برای سیستم دوم یعنی در حالت شمالی- جنوبی، با توجه به حرکت انتقالی زمین نیاز به حرکت متمرکز کننده به میزان 15 درجه در هر ساعت می باشد بنابراین، سیستم حر کتی متمرکز کننده در تمام روز باید کار کرده و همواره خورشید را تعقیب نماید. با وجود اینکه سیستم حرکتی دوم پیچیده تر است ولی به علت دریافت انرژی بیشتر خورشید، در مجموع مناسب تر می باشد.

سیستم حرکتی دنبال کننده در طرح ارائه شده توسط یک سلول فتورزسیتور با استفاده از موتور DC راه اندازی می شود. اختلاف پتانسیل فتورزیستور در یک برد الکتریکی، تبدیل به فرمان های حرکتی با دقت مورد نظر می گردد که به صورت پالسی، موتور الکتریکی سیستم انتقال حرکت را تغذیه می کند. متداول ترین سیستم انتقال حرکت جهت تأمین نیروی محرکه متمرکز کننده از دو قسمت اصلی گیربکس و الکتروموتور ساخته می شود . فرمان های خروجی برد الکترونیکی سیستم دنبال کننده مستقیماً وارد الکتروموتور شده و شافت آن به صورت متناوب به گردش در می آید . گیربکس طراحی شده توسط یک الکتروموتور DC با توان مصرفی بسیار کم عمل نموده و متمرکز کننده را در مسیر پرتوهای مستقیم خورشیدی قرار می دهد. [3]

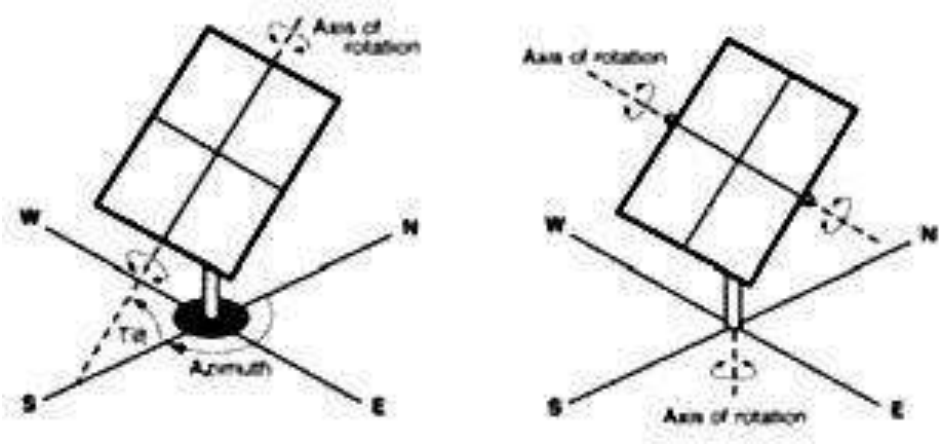
ژانگ سین هنگ و همکاران اقدام به ساخت ردیاب خورشیدی هوشمند نمودند (شکل 1). در مهمترین قسمت این طرح که طراحی سنسورهای ردیاب عملکرد آن می باشد، از چهار سنسور CDS استفاده نموده اند (شکل 2) که هر کدام از آنها در یک جهت شمال، جنوب، مشرق و مغرب به منظور یافتن اشعه های خورشید در هر چهار طرف قرار گرفته اند . سنسورهاس CDS با زاویه 45 درجه نسب به منبع نوری قرار گرفته اند . در مکان سنسورهای CDS، کروشه ها (قلاب) هایی قرار گرفته اند که نور را از جهات دیگر عایق می کنند تا رسید ن به موقعیت دقیق خورشید هر چه سریعتر اتفاق افتد (شکل 3). چهار سنسور به دو گروه شرقی- غربی و شمالی- جنوبی تقسیم می شوند. در گروه شرقی-غربی، سنسورهای CDS، شدت نور دریافتی را با هم مقایسه می کنند. اگر شدت نیروی دریافتی سنسورها با هم متفاوت باشد، سیستم سیگنال ه ایی را از ولتاژ خروجی سنسورها دریافت می کند . سیستم تعیین می کند که کدام سنسور شدت بیشتری از نور را دریافت کرده است (به وسیله ی دریافت کننده ی ADC که آنالوگ را به دیجیتال تبدیل می کند) سیستم موتور پله ای را به مقدار و جهتی که سنسور فرمان می دهد می چرخاند، ا گر خروجی دو سنسور با هم برابر باشد اختلاف ولتاژ دریافتی برابر صفر است و بنابراین موتور پله ای در راستای شرقی- غربی حرکتی نمی کند. از همین سیستم سنسورها در جهت شمالی- جنوبی نیز استفاده می شود و با ترکیب این دو، مکان دقیق خورشید مشخص می گردد. [6]

شکل 1. ردیاب خورشیدی به همراه صفحات فتوولتائیک



شکل 3. سنسور ها و جهات جغرافیایی

شرکت پارس التک انرژی برای اولین بار در ایران اقدام به طراحی و ساخت دنبال کننده خورشیدی از نوع دو محوره کرده است(شکل 4). این دستگاه هم اکنون در محل شرکت نصب شده و به مدت 16 ماه است که مراحل تست عملکردی را طی می کند.



شکل 4. دنبال کننده دو محوری و تک محوری

مشخصات دنبال کننده ساخته شده در پارس التک انرژی:

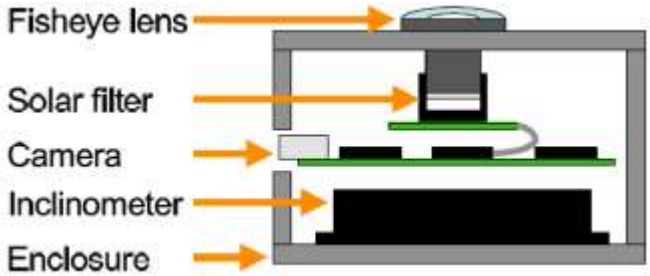
1) سطح ماژول های فتو ولتائیک: 9/9 متر مربع
2) توان ماژول ها: 230 – 210 وات
3) توان تولیدی: 1380 وات
4) زاویه چرخش در جهت سمت: 240 درجه (120 تا 120- درجه)
5) زاویه ارتفاع: 120 – 0 درجه
6) ارتفاع پایه: 4 متر
7) سیستم حرکت سمت: slew drive
8) سیستم حرکت ارتفاع: جک التکریل خطی
9) موتورهای خطی: 24 یا 48 ولت
10) نوع پایه: چند وجهی فولادی با گالوانیزه گرم
11) کنترلر: PE Smart Track ساخته شده در شرکت پارس التک

12) سنسور: مقایسه ای

13) امکانات اضافی: پشتیبانی از سنسور های حرارت و باد

روش کار به این صورت است که کنترلر موقعیت خورشید را از طریق سنسور ها دریافت کرده و در صورتی که کلکتور درست رو به خورشید نباشد فرمان های لازم برای موتورهای محرک صادر گردیده و سیستم را در موقعیت رو به خورشید قرار می دهد. [11]

دینز و همکاران ردیابی راطراحی نمودند که در آن از دوربین و زاویه سنج جهت دنبال نمودن خورشید و سیاره ها استفاده می شود. این دستگاه که از محافظ های آلومینیومی تشکیل شده است، حاوی حسگر مکان یاب (Position Sensing Device(PSD)) جهت فراهم نمودن سیگنال های آنالوگ م ناسب به منظور شناسایی مرکز نور می باشد . همچنین از دوربین و لنز چشم ماهی(Fisheye Lens) جهت فراهم آوردن تصویری کامل از محیط اطراف استفاده شده است. سپس عکس گرفته شده برای تحلیل به دستگاه زاویه سنج (Inclinometer) فرستاده می شود و با توجه به موقعیت قرارگیری لکه نورانی(خورشید) در صفحه، موقعیت خورشید تخمین زده می شود. [7]



شکل 5. ردیاب خورشیدی و تجهیزات استفاده شده

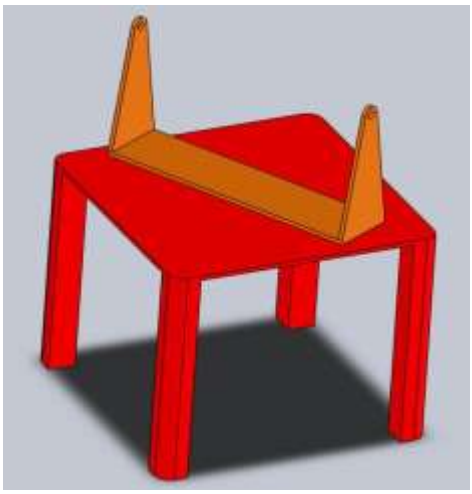
ولی تاکنون در ایران هیچ گونه اطلاعاتی در رابطه با ردیاب خورشیدی که بر اساس موقعیت مکانی خورشید که از طریق شبیه سازی حرکت خورشید کار می کند در د ست نیست. بنابر این در این طرح برآنیم که این سیستم را برای اولین بار در ایران با مکانیزم حرکتی نوین طراحی و ساخت نمائیم.

مواد و روش ها

توضیح قسمت های مختلف دستگاه

1. شاسی دستگاه

شاسی دستگاه از یک محور افقی و یک محور عمودی تشکیل شده است که محور عمودی جهت شرقی – غربی و محور عمودی جهت شمالی – جنوبی را فراهم می نماید و بر روی محور افقی صفحه فتو ولتائیک نصب شده است.



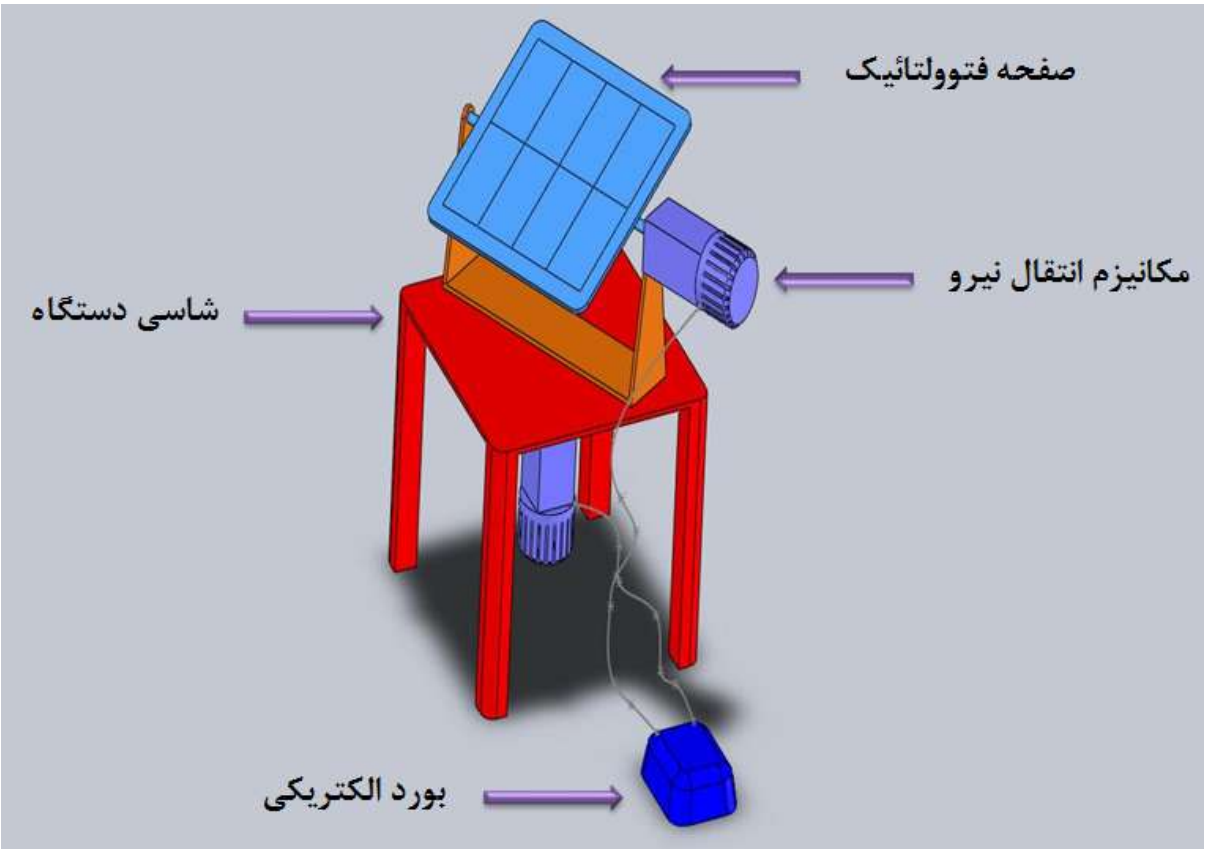
2. صفحه فتوولتائیک

صفحه فتوولتائیک از سلول های خورشیدی تشکیل شده است که نور خورشید را جذب نموده و تولید برق می نماید

3. مکانیزم انتقال نیرو

برنامه مختصات حرکت دقیق خورشید در سطح زمین در طول شبانه روز در داخل یک میکروکنترلر ریخته می شود و در واقع میکروکنترلر، مغز دستگاه می باشد که با قسمتهای مختلف دستگاه اعم از درایور (Driver) و میکروسوئیچ ها (Microswitch) در ارتباط است و با توجه به برنامه نوشته شده در آن توسط طراح و در زبان برنامه نویسی C، به این قسمت ها فرمان های لازم را صادر می کند. به طور کلی برای دنبال نمودن خورشید نیاز به حرکت در دو جهت اصلی داریم، یکی شرقی – غربی و دیگری شمالی – جنوبی که حرکت دورانی خود را از یک موتور پله ای (Stepper Motor) که به درایور متصل است و فرمان مقدار و

جهت حرکت را از میکروکنترلر می گیرد تشکیل شده است . در واقع درایور با تولید یک سری موج های PWM با طول موج و فرکانس های متفاوت، میزان و جهت حرکت شافت ها را کنترل می نماید.



منابع

1) حاجی سقطی، ا. 1370، راهنمای طرحهای انرژی خورشیدی در ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

2) ثقفی، م. 1388، انرژی های قابل تجدید، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

3) لاری، ح. 1378. طراحی و ساخت مجموعه متمرکز کننده خورشیدی سهموی باز. دومین همایش ملی انرژی

4) شورای جهانی انرژی، 1375، منابع انرژی تجدیدپذیر ایران

5) سبوحی، ی. 1378، تحلیل سیستم های انرژی، دانشگاه صنعتی شریف

6) Xinhong ,s. Zongxian, Yu Zhengd, Intelligent Solar Tracking Control System Implemented on an FPGA, Institute of Electrical Engineering, Yuan Ze University

7) Deans, M. Wettergreen, D. Villa, D. A SUN TRACKER FOR PLANETARY ANALOG ROVERS, NASA Ames Research Center.

8) National Renewable Energy Laboratories, "NREL Solar Cell Sets World Efficiency Record at 40.8 Percent," NREL Newsroom, August 13, 2008, http://www.nrel.gov/news/press/2008/625.html (accessed 9/10/2008).

9) Perez, R.; Moore, K.; Wilcox, S.; Renne, D.; Zelenka, A. (2007). Forecasting Solar Radiation—Preliminary Evaluation of an Approach Based upon the National Forecast Database. Solar Energy. Vol. 81(6), 2007; pp. 809-812; NREL Report No. JA-581-41774.

10) Vick, B., and Clark, N., Large Scale Deployment of Renewable Energy by Combining Wind Farms with Solar Thermal Power Plants, Proceedings of the SOLAR 2006 Conference, American Solar Energy Society, 2006

11) Iran renewable energy organization/ www.suna.org.ir