

نظراتی درباره رصدخانه ملی خورشیدی

رضا رضایی
دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران
رصدخانه ملی، پژوهشگاه دانشهای بنیادی، تهران

چکیده

رصدخانه های خورشیدی در دنیا طی صد سال گذشته تحول شگرفی یافته اند. در حالی که تلسکوپهای نیمه اول قرن بیستم اغلب تونل هایی افقی یا عمودی بودند، تلسکوپهای خورشیدی مدرن کوچک ترند، نیازی به یک ساختمان چند ده متری ندارند، درون یک گنبد متعارف جای می گیرند و توان تفکیک بهتری ارائه می کنند. این همه چطور امکان پذیر است؟ با مروری به تکامل رصدخانه های خورشیدی در نیم قرن اخیر چند ایده برای یک رصدخانه خورشیدی ملی در ایران ارائه می شود. این طرح ها با توجه به تکنولوژی موجود و هزینه ساخت بهینه شده اند

A visionary national solar telescope

Reza Rezaei

Physics Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran
Iran National Observatory, Institute for Research in Fundamental Sciences, Tehran, Iran

Solar telescopes have seen dramatic changes during the past century. While telescopes before mid 20th were either a horizontal or vertical tunnel, modern telescopes have a quite different optical layout: they are short, fit into a conventonal dome, and deliver high spatial resolution observations. How is this possible? After a short review of the developements of the solar telescopes and techniques in the past 50 years, I present several options for a national solar telescope in Iran, considering the available technology and project costs.

مقدمه

در این طرح ویژگیهای یک رصدخانه نیمه اتوماتیک رصد خورشید را شرح می دهیم. اهداف اصلی از راه اندازی یک تلسکوپ سینیوتیک خورشیدی، رصد قرص خورشید در چند فیلتر بصورت روزانه در طی چند چرخه خورشیدی¹ است. این رصد ها به کشور امکان ارزیابی مستقل از وضعیت لایه های بالایی جو، بویژه یونوسفر، را می دهند. اهمیت یونوسفر و اختلالات در میدان مغناطیسی زمین بر کسی پوشیده نیست: از ناوبری هوایی، ارتباط با ماهواره ها، سیگنال رادیویی، جی پی اس، و ... همه متاثر از اختلالات یونوسفر در اثر طوفانهای خورشیدی هستند. رصد پیوسته خورشید به ما این توانایی را می بخشد تا پیش از وقوع طوفانها احتمال وقوع آنها را محاسبه کنیم. با توجه به اینکه نقاط بسیاری در ایران بیش از سیصد روز آفتابی دارند، می توانیم رصد روزانه خورشید داشته باشیم و بر مینای آن پیش بینی وضعیت جوی در فضا². این نخستین گام از یک برنامه جامع پایش خورشید در نزدیکی زمین هست که در آینده با استفاده از رصدخانه های مداری و رصد خورشید در طول موجهایی که از سطح زمین قابل مشاهده نیستند (نظیر فرابنفش و ایکس) تکمیل می گردد

پس از مقدمه ای درباره فعالیت های مغناطیسی خورشید به اثرات آن بر جو زمین اشاره می کنیم. در ادامه مشخصه های طراحی نوری تلسکوپ مورد بحث قرار میگیرد

فعالیت مغناطیسی خورشید: خورشید ستاره ای کم جرم با دوره تناوب دوران بیست و هفت روز است. به دلیل لایه همرفتی در زیر سطح خورشید، میدان مغناطیسی در اثر برهمکنش دوران دیفرانسیلی و اثر آلفا تولید می شود و در اثر نیروی شناوری به سطح خورشید می آید [۱]. این میدان مغناطیسی در سطح مریخی خورشید در اثر حرکت پلازما در راستاهای مختلف کشیده می شود چون میدان منجمد است. بزرگترین ساختار مغناطیسی در سطح خورشید لکه ها هستند، با ابعادی تا حدود ۶۰ مگا متر. لکه های خورشید نشانه مقادیر عظیم شار مغناطیسی هستند که در ناحیه کوچکی جمع شده است [۲]. از آنجا که برای رسیدن

1 هر چرخه خورشیدی تقریباً یازده سال به طول می انجامد

2 Space Weather

به حالت تعادل، فشار در درون و بیرون این لوله شار عظیم باید برابر باشد شدت میدان مغناطیسی در درون لکه ها به حدود دو تا چهار کیلو گاوس می رسد. برای مقایسه متوسط شدت میدان در سطح خورشید در حدود پنجاه تا صد گاوس هست [۳]. سطح خورشید بیرون از لکه ها از دانه ها تشکیل شده است؛ واحد هایی شبیه لانه زنبور که در اثر همرفت سطحی بوجود می آیند؛ ماده داغ از وسط دانه بر اثر نیروی شناوری بالا می آید، با تابش انرژی آزاد می کند و سرد می شود و از حاشیه این دانه به لایه های عمیق تر خورشید بر می گردد. از زمان اختراع تلسکوپ توسط گالیله تاکنون، فعالیت خورشید از روی شمارش تعداد لکه ها در چهارصد سال گذشته ثبت شده است. این رصد ها نشان می دهند که فعالیت مغناطیسی خورشید یک دوره یازده ساله دارد؛ در ابتدای چرخه تعداد لکه ها کم است، به تدریج طی چهار سال به بیشینه می رسد، و سپس کاهش میابد تا کمینه بعدی [۴]. لکه ها تنها مکانهایی در سطح خورشید هستند که انرژی مغناطیسی بر انرژی جنبشی پلاسما غالب هست. برهمکنش میدان مغناطیسی با پلاسما موجب پدید آمدن رویدادهای نظیر طوفان مغناطیسی یا خروج جرم از تاج خورشید می شود که توانایی اختلال جدی در خطوط مخابراتی و نیز انتقال نیرو (بویژه در عرضهای جغرافیایی بالا تر از شصت درجه) را دارد

داده ها

تلسکوپهای مختلفی در سی سال گذشته به بهره برداری رسیده اند که تحول اساسی در درک ما از پدیده های جو خورشیدی ایجاد کرده اند. نمونه این تلسکوپ ها تلسکوپ برج خلا آلمانی³ با ارتفاع ۳۸ متر و دهانه ۷۰ سانتیمتر و تلسکوپ خورشیدی سوئدی⁴ با دهانه یک متر است. در کنار آنها می توان از رصدخانه یک و نیم متری گرگور نام برد که امسال ده ساله می شود. در جدول زیر اساسی ترین پیشرفت های فیزیک خورشید و تکنولوژی های مربوطه فهرست شده اند

year	observational finding / instrument development	who
1223BC	The oldest eclipse record	The Babylonians
250BC	The distance to the Sun	Aristarchus
1543	The Sun moves to the center	Copernicus
1610	Sunspot observations	Galilei
1687	The solar mass	Newton
1817	Solar spectroscopy	Fraunhofer
1838	The solar constant	Pouillet
1843	The solar cycle	Schwabe
1908	Magnetic field in sunspots	Hale (Mount-Wilson observatory)
1953	Magnetogram	Kiepenheuer/Babcock
1975	Solar oscillations	Deubner (Capry)
1990	Adaptive optics	Rimmele, von der Lühe (DST)

کشفیات مهم تاریخی در زمینه فیزیک خورشید

تلسکوپ های مختلف در طول زمان سعی کردند با مشکل دید نجومی کنار بیایند. در آغاز رصدها فقط در زمانهایی که دید به شکل تصادفی خوب بود انجام می شد مثل تلسکوپ دان در نیو مکزیکو که به تازگی بازنشسته شده است. سپس در دهه هفتاد و هشتاد قرن بیستم، ایده خلا کردن تلسکوپ ها مورد توجه قرار گرفت و تلسکوپ ها از جمله تلسکوپ برج خلا آلمانی و نیز تلسکوپ خورشیدی سوئدی هر دو از این تکنولوژی استفاده می کنند. ایده اصلی در طراحی اپتیکی این تلسکوپ ها دستیابی به توان تفکیک بهتر بود. هر دو گروه چند تلسکوپ دیگر طی دهه های گذشته ساخته بودند و با درس هایی که از آنها گرفتند این دو را طراحی کردند. مهم ترین این درس ها سادگی در طراحی اپتیکی بود: تلسکوپ آلمانی چهار و تلسکوپ سوئدی پنج المان نوری دارند. در نیمه دهه هشتاد روشن بود که نمی توان بخش عمده پول را صرف ساخت برج های بلند کرد. ایده تلسکوپ های کاسگرین از نوع گرگوری در اینجا مطرح شد و تلسکوپ گرگوری کوده

3 German Vacuum Tower Telescope (VTT)

4 Swedish Solar Telescope

در سال ۱۹۸۵ در جزایر قناری به بهره برداری رسید. سپس در دهه نود میلادی زمان بکارگیری دو تکنولوژی مهم فرا رسید: قطبش سنجی و اپتیک سازگار. تا این زمان توان تفکیک فضایی از مرتبه دو یا چند ثانیه کمانی بود. با بهره برداری نجومی از اولین آینه تغییر شکل پذیر، فصل جدیدی در رصدهای نجومی آغاز شد. هرچند قفل کردن روی یک ستاره به مراتب ساده تر از دانه های سطح خورشیدی است و توان پردازش کامپیوترها در دهه نود در حد یک گوشی رده پایین امروزی هم نبود اما در سال ۲۰۰۰ میلادی اولین داده های اپتیک سازگار خورشیدی ثبت شدند. از آن پس تلسکوپهای موجود تلاش کردند با تجهیز به سنسورهای جبهه موج خود را به توان تفکیک یک ثانیه کمانی و بهتر برسانند

بحث و جمع بندی

تاکنون تلسکوپ خورشیدی دانشگاه تهران بزرگترین تلسکوپ خورشیدی کشور است: یک تلسکوپ شکستی با دهانه حدود چهار سانتیمتر که در دهه شصت میلادی برای طرح جامع پایش دید نجومی در خاورمیانه و اروپا به کار گرفته شد و در دهه هشتاد خورشیدی جمع شد. نمونه موجود این تلسکوپ هنوز در رصدخانه جزیره قناری وجود دارد. این تلسکوپ نماد تکنولوژی گذشته است. امروزه ما می توانیم با بهره گیری از فناوری های اینترنتی یک تلسکوپ کوچک تر را به شکل ربائیک به کار بگیریم. این تلسکوپ در سایتی مستقر می شود که توان تفکیک قابل قبول برای یک دهانه ده تا پانزده سانتیمتری داشته باشد و قادر خواهد بود تصاویر سینوپتیک قرص کامل خورشید را ثبت کند. هزینه اجرای این پروژه با توجه به دستاوردهای پروژه رصدخانه ملی به شکل چشم گیری کاهش یافته است. از گزینه های دیگر می توان به یک تلسکوپ مدرن با اندازه متوسط (۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر) اشاره کرد که به تکنولوژی تثبیت تصویر مجهز باشد. چنین تلسکوپی گران تر است اما می تواند توان تفکیک یک ثانیه کمانی و بهتر را در یک میدان دید محدود ثبت کند

مراجع

- 1- Stix, M., "The Sun: An introduction", 2002, 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin.
- 2-Solanki, S.K., "Sunspots: An overview", Astronomy & Astrophysics Reviews 2003, Vol. 11, p.153-286
- 3-Trujillo Bueno, J., Shchukina, N., & Asensio Ramos, A., "A substantial amount of hidden magnetic energy in the quiet Sun", Nature 2004, Vol. 430, p. 326-329
- 4-Hathaway, D.H., "The Solar Cycle", Living Reviews in Solar Physics 2010, Vol. 7, P.1
- 5- Zhang, J., Richardson, I.G., Webb, D. F. et al., "Solar and interplanetary sources of major geomagnetic storms (Dst # #100 nT) during 1996–2005", Journal of Geophysical research 2007, Vol. 112, A.10102