

«حبیب خسروشاهی» مدیر علمی طرح رصدخانه ملی در گفت وگو با «شرق»

بهره‌برداری کامل از رصدخانه ملی تا ۵ سال دیگر

خسروشاهی: امیدوارم نسل بعدی منجمان محدودیت‌های امروز را نداشته باشند

گروه علم: باوجود آنکه بسیاری از رشته‌های علوم‌ پایه در دانشگاه‌های کشور، هیات علمی قابل‌اعتنایی دارند، به‌دلیل نداشتن امکانات و در راس آن آزمایشگاه‌ها و تجهیزات علمی، کمتر توان عرض اندام در سطح مجامع علمی بین‌المللی را می‌یابند. بهترین مثال ازاین‌دست نیز نود یک‌تلسکوپ پژوهشی حرفه‌ای در کشور است. پس از انتشار اخبار مربوطبه ساخت یک‌رصدخانه ملی در حد و اندازه‌های رصدخانه‌های مطرح دنیا، بسیاری خوشحال و خرسند شدند، اما متأسفانه روند ساخت این طرح با کندی بسیار بیش می‌رود. باتوجه به اتمام کار ساخت آینه اصلی این تلسکوپ پس از پنج سال، با دکتر «حبیب خسروشاهی»، عضو هیات علمی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و رییس پژوهشکده نجوم، نایب‌رییس انجمن نجوم ایران و مدیر علمی طرح رصدخانه ملی، به گفت‌وگو نشستیم تا به پرسش‌های ما درباره ساختار و اجزای یک‌تلسکوپ پژوهشی پاسخ دهد و بگوید چرا ساخت چنین تلسکوپی پس از گذشت مدت‌ها، هنوز به سرانجام نرسیده است و چشم‌انداز آینده آن چگونه است.

❖ اگر امکان دارد به‌عنوان اولین پرسش، بگویید ساختار کلی و کارکرد تلسکوپ‌ها به چه صورتی است؟

اولین کار یک‌تلسکوپ این است که همانند یک قیف نوری عمل کند، یعنی تا حد امکان، پرتوهای نورهای بیشتری را جمع‌آوری کرده و آنها را کانوئند کند. در تلسکوپ ما، پرتوهای نور وارد تلسکوپ شده و به سطح آینه‌ه اولیه برخورد و از سطح آینه بازتاب می‌کند. این پرتوها پس از بازتاب، به سطح آینه دوم یا آینه ثانویه، که حدود پنج‌متر از آینه اولیه بالاتر است، برخورد می‌کنند. این پرتوهای بازتابی که اکنون کانوئی و متمرکز شده‌اند، از سوراخی در آینه اولیه رد می‌شوند و پشت آینه اولیه به‌هم می‌رسند. پس هر چه دهانه تلسکوپ ما بزرگتر باشد، نور بیشتری هم وارد آن می‌شود و ما می‌توانیم اجسام کوچک‌تر، دورتر یا کم‌نورتری را ببینیم. در تلسکوپ‌ها علاوه‌بر جمع‌آوری نور، موضوع دیگری نیز اهمیت دارد و آن توان تفکیک تلسکوپ است. هر چه سطح آینه تلسکوپ بزرگ‌تر باشد، توان تفکیک تلسکوپ هم بیشتر می‌شود. یعنی با دوربرابر شدن قطر آینه، توان تفکیک آینه هم دوبرابر می‌شود و در نتیجه اجسامی که فاصله کمتری از هم دارند یا بشند را نیز می‌توان از یکدیگر تفکیک کرد. پس با افزایش قطر تلسکوپ هم می‌توان اجرام دورتر و کم‌نورتر را دید و هم می‌توان اجسام را راحت‌تر از هم تفکیک کرد. پس از آنکه پرتوهای نور در کانوئ جمع شدند، باید بتوان آنها را به‌نحوی مشاهده و ثبت کرد. معمولاً در تلسکوپ‌های کوچک، رصدگر با چشم خود جسم را مشاهده می‌کند یا تصویر آن با استفاده از یک دوربین ثبت می‌شود اما در تلسکوپ‌های بزرگ پژوهشی، پرتوهای نور را با استفاده از آشکارسازهای به‌نام سی‌سی‌دی، ثبت و ضبط می‌کنند. البته بسیاری از این تلسکوپ‌ها به ابزارهایی به نام طیف‌نگار مجهزند. به کمک طیف‌سنج‌ها می‌توانیم ویژگی‌های جذبی و نشری اجرام آسمانی، ستارگان و کهکشان‌ها را مطالعه کرده و به دینامیک آنها نیز پی ببریم.

❖ کار بخش‌های مکانیکی تلسکوپ چیست؟

می‌دانیم که زمین به دور محور خود و به دور خورشید می‌گردد، در نتیجه تلسکوپ‌هایی هم که در زمین مستقرند، همراه زمین می‌چرخند. از طرفی شست نور دریافتی از اجرام موردبررسی بسیار کم است و لازم است تلسکوپ بتواند با دقتی بسیار زیاد و در زمانی طولانی روی هدف نجومی ثابت بماند تا تصویر دقیقی از این اجسام ثبت کند. پس تلسکوپ ما باید این ویژگی را هم داشته باشد که بتواند اجرام آسمانی را دنبال و پیگیری کند. پیگیری ستاره‌ها و دیگر اجرام آسمانی، به چند روش انجام می‌شود. در این حالت شیوه استقرار با نوع پایه تلسکوپ مطرح می‌شود؛ ازجمله شیوه‌های استقرار تلسکوپ‌ها می‌توان به استقرار استوایی یا سمتی- ارتفاعی اشاره کرد. در شیوه استقرار سمتی- ارتفاعی، پایه تلسکوپ دوموتور مجزا دارد که می‌تواند تلسکوپ را در جهت‌های سمتی و ارتفاعی حرکت دهد و با ترکیب این دوحرکت می‌توان ستاره‌ها یا اجرام آسمانی را دنبال یا رهگیری کرد. از طرف دیگر آینه‌ها و دیگر تجهیزات تلسکوپ باید روی پایه‌های مناسبی مستقر شوند. بخش مکانیک تلسکوپ وظیفه سرپانگه‌داشتن این ادوات و تجهیزات ازجمله آینه‌ها و هم‌محورنگه‌داشتن آنها را برعهده دارد. پس درمجموع می‌توان کارکرد تلسکوپ را در این سه‌سوره خلاصه کرد: جمع‌آوری نور، ثبت اطلاعات نوری و پیگیری یا دنبال‌کردن اجرام.

❖ در زمینه ثبت اطلاعات گفتید در کانوئ تلسکوپ طیف‌سنج یا طیف‌نگار نصب می‌شود. پرسش این است که این تلسکوپ در محدوده طول موج مرئی فعال است یا نامرئی؟

تلسکوپ مدنظر ما چنان طراحی شده است که می‌تواند طول‌موج ۳۰ نانومتر تا دو میکرون را پوشش دهد. پس این تلسکوپ در محدوده طول‌موج‌های نور مرئی و فروسرخ نزدیک فعال است. البته باتوجه به امکاناتی که در اختیار ما هست و باتوجه به محدودیت‌هایی که از نظر تأمین آشکارسازها در ناحیه فروسرخ وجود دارد، تلسکوپ در فاز اول در محدوده طول‌موج‌های مرئی (۳۲۰ نانومتر تا یک میکرون) فعال خواهد بود. در نتیجه طیف‌سنج یا طیف‌نگاری که در این تلسکوپ نصب شود نیز در این محدوده فعالیت خواهد کرد.

❖ برای تلسکوپ‌ها در حالت کلی سه‌وظیفه جمع‌آوری نور، ثبت نور و پیگیری اجرام آسمانی را بیان کردید. برای این تلسکوپ، تاکنون چه بخش‌هایی ساخته شده است و چه بخش‌هایی درحال ساخت است؟

آینه اصلی یا اولیه و آینه ثانویه و تیوب یا لوله تلسکوپ (که آینه اولیه و ثانویه را هم‌محور نگه می‌دارد)، از جمله مهم‌ترین بخش‌ها است. تلسکوپ ملی ما از نوع کنترل اثباتی اصلی از روش آنتن‌ها یا فعال استفاده می‌کند. یعنی آینه تلسکوپ روی ۶۰ پایه یا نگه‌دارنده قرار می‌گیرد. این نگه‌دارنده‌ها وظیفه دارند که شکل کلی آینه را در بهترین حالت آن حفظ کنند. به‌عبارت‌دیگر شکل آینه نباید در اثر عوامل گوناگون از جمله حرکت و جابه‌جایی (در هنگام رهگیری ستاره‌ها) یا وزش باد تغییر کند. این ۶۰ نگه‌دارنده را باید به نحوی کنترل کرد. مجموعه این آینه‌ها و نگه‌دارنده‌ها، در سلول آینه قرار می‌گیرند. این سلول آینه هنوز ساخته نشده و در مرحله طراحی است. معمولاً همه

آشنایی با بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های جهان

هم‌اکنون تلسکوپ «گرن تلسکوپوئو کاناریاس» بزرگ‌ترین تلسکوپ بازتابی جهان است که در لاپالمای اسپانیا مستقر است. قطر آینه این تلسکوپ ۱۰/۴ متر است. اما تا چندسال دیگر تلسکوپ‌های بسیار بزرگ‌تری کارشان را آغاز می‌کنند.

تلسکوپ‌ها از سه بخش اپتیکی، مکانیکی و کنترل تشکیل شده‌اند. خوشبختانه در بخش اپتیک، آینه اصلی ساخته شده، اما آینه ثانویه هنوز ساخته نشده است، ولی ساخت آن نسبت به آینه اصلی زمان کمتری نیاز دارد. سیستم نگهدارنده و سلول آینه به انضمام سیستم کنترل آینه باید ساخته شود. ساخت این تجهیزات حدود دو یا سه‌سال طول می‌کشد. سازه مکانیکی هم از بخش‌های مهم تلسکوپ است. این سازه حول محوره‌های سمتی و ارتفاعی می‌چرخد. کل سازه تلسکوپ حدود ۶۰تن وزن دارد. ولی در هر صورت ما برای ساخت این بخش مشکل فنی نداریم. مهندسان ما در بخش مکانیک، دوسال پیش یاتاقان هیدرواستاتیکی این تلسکوپ را طراحی و به کمک یک شرکت داخلی ساختند. پس ما بخش‌های مکانیکی را می‌توانیم در مدت کمی در داخل کشور بسازیم. طراحی و ساخت بخش اپتیک هم تا حدود زیادی انجام شده است و تنها آینه ثانویه باقی مانده است. طراحی بخش کنترل نیز انجام شده و امیدواریم تجهیزات مربوطه در اسرع وقت تهیه و در اختیار این بخش قرار گیرد. بخشی از تجهیزات رصدی طراحی شده، اما هنوز ساخته نشده‌اند و این فرآیند زمانبر است. مهم‌ترین قسمت یک تلسکوپ قیف نوری یا آینه است و تلسکوپ‌سازها هم اول از همه به سراغ آن می‌روند. ما هم از شش‌سال پیش، فعالیت برای ساخت آینه ۳/۴متری این تلسکوپ را آغاز کردیم و خوشبختانه این آینه با بهترین کیفیت ممکن، آماده و به تهران منتقل شد. یک فرآیند پیچیده دیگری که باید انجام شود، لایه‌نشانی روی آینه اولیه ثانویه تلسکوپ است. در واقع باید لایه‌ای یکنواخت به ضخامت ۷۰نانومتر از جنس آلومینیم خالص را روی شیشه‌ای که بسیار صاف و صیقلی است، نشانیم. هدف من از ذکر این موارد و پیچیدگی‌های فنی این است که تاکید کنم طراحی و ساخت یک تلسکوپ پژوهشی امروزی کار بسیار سخت و دشواری است و باید ملاحظات فنی بسیاری را در نظر داشت. انجام درست چنین کاری هم نیاز به صوری دارد، یعنی باید قدم‌ها را به آهستگی و با دقت بسیار برداشت تا کیفیت محصول نهایی تضمین شود.

❖ گفتید کار باید با صوری انجام شود. آیا مشخص است همه این فرآیندها و مراحل کاری دشواری که به برخی از آنها اشاره کردید، چه زمانی تمام می‌شود؟

زمان دقیق اتمام کار به چندین عامل بستگی دارد، مدیریت ساخت ابزارهای علمی پیچیده‌ای مانند تلسکوپ کاری بسیار پیچیده است که نمونه‌های نادری از آن قیلا در کشور انجام شده است. سایر بخش‌های مقدماتی نیز در اجرای به‌موقع طرح موثرند. ما در یکی، دو سال گذشته با مشکلات مالی جدی مواجه بودیم که اگر این مشکلات برطرف شود، باید انتظار داشت که بهره‌برداری کامل از تلسکوپ در یک دوره زمانی پنج تا شش‌ساله ممکن شود. یادمان نرود که ایران موقعیت رصدی ویژه‌ای دارد، اما کشورهای هم‌جوار ما نیز از این امتیاز غافل نیستند و تاخیر در تأمین مالی طرح می‌تواند صدمات علمی بیشتری به ما تحمیل کند. تاکنون اقداماتی برای شروع فعالیت‌های علمی در محل نصب تلسکوپ آغاز شده است ولی همانگونه که اشاره کردم برای آنکه این کار به اتمام برسد، لازم است که همه کارها بدون فوت وقت انجام شود. در نظر داشته باشید که کارهای مربوط به طراحی و ساخت آینه اصلی هم که به دست ما رسید، از شش‌سال پیش آغاز شده بود. پس روی این نکته تاکید می‌کنم که فرآیند طراحی و ساخت یک تلسکوپ پژوهشی فی‌نفسه، کاری زمانبر است که اگر موارد پیش‌بینی‌نشده و عوامل ناشناخته به آن اضافه شود، کار از اینکه هست هم طولانی‌تر می‌شود. از پارامترها و عوامل ناشناخته می‌توان به تأمین مالی و مباحث مربوط به مدیریت فنی اشاره کرد؛ اگر طرح می‌خواست صرفاً براساس منابع مالی‌ای که در ردیف بودجه آن دیش‌بینی‌شده بود، فعالیت کند تقریباً هیچ‌یک از فعالیت‌های انجام‌شده عملی نمی‌شد. حمایت معاونت علمی فناوری ریاست‌جمهوری و پژوهشگاه دانش‌های بنیاد در این خصوص قابل تقدیر است. البته باید به این موضوع هم تاکید کنم که کندی در اجرای پروژه‌های علمی بزرگ خاص کشور ما نیست و هر کشور دیگری که تلسکوپ ساخته، مانند ما از این دست مسایل و مشکلات داشته است، حتی آن کشورهایی که به قدر کافی پول داشته‌اند. اما مسایل در کشور ما ضاعف است!

❖ گفتید سیستم اپتیک تلسکوپ، آکتیو یا فعال است. سیستم آکتیو یا فعال به چه معنی است و چه مزیتی دارد؟

تلسکوپی که با توان تفکیک نیم‌تانویه قوسی کار می‌کند می‌تواند دو سکه کوچک کنار هم را از فاصله هشت‌کیلومتری از هم تفکیک کند. درست است که اجرام آسمانی بسیار بزرگتر از سکه هستند، اما فواصل آنها نیز بسیار زیاد است یعنی میلیاردها میلیارد کیلومتر! در نتیجه هر اختلالی در حرکت تلسکوپ و جو بالای سر آن، آثار مخرب زیادی دارد و توان تلسکوپ را کاهش می‌دهد. وقتی پرتوهای نور از جو زمین رد می‌شوند، به دلیل وجود اختلاف دما



دکتر خسروشاهی در کنار آینه اصلی تلسکوپ ملی

و تلاطم جو زمین، پرتوها شکسته می‌شوند و در نتیجه اعوجاج دارند. از سوی دیگر وزش باد و وزن سازه نیز بر هم‌محور بودن آینه‌ها موثرند. سیستم اپتیکی فعال آینه، می‌تواند بخشی از این اختلا‌ل‌ها را تصحیح کند، به بیان دیگر به ۶۰ نگه‌دارنده آینه دستورهایی می‌دهد که این اعوجاج را به حداقل می‌رسانند. البته اگر بخواهیم این اعوجاج را به حداقل برسانیم و آثار تلاطم جو را نیز کاهش دهیم، باید از سیستم اپتیک تطبیقی استفاده کنیم که دشواری‌های فنی خاص خودش را دارد و ما در فاز اول چنین برنامه‌ای نداریم. استفاده از چنین سیستمی مستلزم آن است که آینه ثانویه هم ویژگی‌های فنی خاصی داشته باشد. پس عمده کاری که سیستم اپتیک فعال انجام می‌دهد، این است اشکالاتی را که در خود تلسکوپ، به دلیل باد یا وزن آینه‌ها به وجود می‌آید و مثلاً آینه اولیه و ثانویه را از حالت هم‌محوری خارج می‌کند، تصحیح می‌کند.

این کار توسط حسگرهای جبهه موج انجام می‌شود.

❖ گفتید حسگرها و طیف‌سنج‌ها هم وظیفه مهمی در تلسکوپ‌ها دارند. کار

این بخش‌ها چیست و آیا ساخت آنها آغاز شده است؟

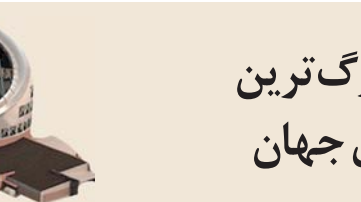
هر تلسکوپی باید علاوه بر اینها که نام بردیم، آشکارساز و دوربین تصویری یا سی‌سی‌دی‌ها و طیف‌نگارهایی داشته باشد. ما پیش‌بینی کردیم سه تا چهارابزار رصدی را هم‌زمان پشت تلسکوپ داشته باشیم. هر کدام از این ابزارهای رصدی، کار جداگانه‌ای مانند تصویربرداری، طیف‌سنجی یا قطبش‌سنجی انجام می‌دهند. در این حالت، دیگر نیازی نیست که ما مرتب ابزار رصدی را از تلسکوپ جدا کرده و ابزار رصدی دیگری را به آن متصل کنیم. یکی از ابزارهای رصدی که برای این تلسکوپ پیش‌بینی شده، طیف‌نگار چندجسمی رباتیک است. به بیان دیگر این طیف‌نگار به‌طور هم‌زمان، از چندجرم آسمانی موجود در میدان دید تلسکوپ (که حدود ۲۰دقیقه قوسی است)، طیف می‌گیرد. البته طراحی این بخش هنوز شروع نشده و امیدواریم در آینده نزدیک با رفع محدودیت‌ها، بتوانیم کار طراحی و ساخت این ابزار را هم شروع کنیم.

❖ سازه اصلی رصدخانه چه زمانی آماده می‌شود؟

یکی از بخش‌های بسیار مهم رصدخانه (که اتفاقاً هم بیشتر از همه به چشم می‌آید و دیده می‌شود)، محفظه یا گنبد تلسکوپ است. طراحی و ساخت این بخش هم بسیار مهم است. بخش پایینی محفظه تلسکوپ یک سازه بتنی است. قطر گنبد نیز حدود ۱۵متر و ارتفاع آن بیش از ۲۰متر است. این مجموعه باید طوری ساخته شود که لرزش‌ها هیچ‌گونه تأثیری بر کار تلسکوپ نداشته باشد. یکی از ویژگی‌های این تلسکوپ این است به جای آنکه فقط بخش بالایی با گنبد آن، هنگام رهگیری اجرام همراه با تلسکوپ بچرخد، کل محفظه همراه تلسکوپ می‌چرخد یعنی محفظه از نوع همگردان است. پس لازم است یک سازه با وزن حدود ۲۰۰تن بتواند روی ریل بچرخد. علاوه بر اینها در کنار ساختمان اصلی تلسکوپ، باید ساختمان پشتیبانی هم وجود داشته باشد که کنترل تلسکوپ و دستگاه‌های آن در این ساختمان انجام می‌شود. معمولاً در تلسکوپ‌های امروزی، کنترل تلسکوپ از درون محفظه انجام نمی‌شود، زیرا حضور انسان با تجهیزات کنترلی، گرما تولید می‌کند. یکی از مهم‌ترین مشکلات هر رصدخانه‌ای هم کنترل دمایی آن است. حتی یک درجه اختلاف دما در بخش‌های مختلف می‌تواند در کار تلسکوپ و رصد اختلال ایجاد کند، به همین دلیل همه این موارد به ساختمان جنبی یا پشتیبانی منتقل می‌شود. این بخش جانبی دربرگیرنده سیستم لایه نشانی نیز خواهد بود.

❖ یکی از مهم‌ترین موضوعات در مورد تلسکوپ، بهره‌برداری از آن است. آیا ما هم اکنون کارشناسان زبده‌ای داریم که بتوانند از یک تلسکوپ پژوهشی بهره‌برداری کنند؟

بله، این هم نکته بسیار مهمی است و من باید روی این موضوع تاکید کنم که ما کارهای عملی مربوط به انجام رصد را از چندسال پیش و با استفاده از تلسکوپ‌هایی در اندازه تلسکوپ مورد نظر خود شروع کرده‌ایم. متأسفانه ما پیش از این در کشور منجمان خیره‌ای که بتوانند با ابزارهای رصدی امروزی کار کنند، نداشتیم. ما در طرح رصدخانه ملی از پنج‌سال پیش کار با یک تلسکوپ دوونیم‌متری را آغاز کردیم تا بتوانیم متخصصان این حوزه را آماده کنیم. خوشبختانه این بخش از کار هم بسیار پربازده بوده است. برای مثال ما در یک طرح سه‌ساله، جاب محلی رصد کردیم و نقشه‌ای از مواد آلی موجود در آن ارائه کردیم که بازتاب خوبی هم در مجامع علمی داشته است. می‌خواهم روی این نکته تاکید کنم ما منتظر نماندیم تا تلسکوپ آماده شود و سپس کارهای رصدی را آغاز کنیم، بلکه از همین الان داریم روی یک تلسکوپ مشابه تلسکوپ ملی خودمان فعالیت می‌کنیم تا زمانی که تلسکوپ ما آماده شد، نیروی انسانی کارآمد برای بهره‌برداری از آن را در اختیار داشته باشیم. هدف اصلی ما گسترش عمل نجوم در تمام ابعاد آن است و امیدوارم نسل بعدی منجمان، محدودیت‌های زیرساختی امروز را نداشته باشند.

		
تلسکوپ بسیار بزرگ ماژلان	تلسکوپ بسیار بزرگ اروپا	تلسکوپ ۳۰متری
قطر آینه اصلی: ۲۴/۵ متر	قطر آینه اصلی: ۳۹/۳ متر	قطر آینه اصلی: ۳۰متر
تعداد قطعات آینه: ۷	تعداد قطعات آینه: ۷۹۸	تعداد قطعات آینه: ۴۹۲
مکان استقرار: رصدخانه لاس‌کامپاناس شیلی	مکان استقرار: سرو آرمازونز شیلی	مکان استقرار: مانوانکی هاوایی
زمان آغاز بهکار: سال ۲۰۲۰	زمان آغاز بهکار: ابتدای دهه ۲۰۲۰	زمان آغاز بهکار: ابتدای دهه ۲۰۲۰

علم

زاویه دید

اولین قطعه تلسکوپ ملی ایران

دقیق‌ترین آینه منطقه



سپهر اربابی*

تلسکوپ ملی ایران با نام «INO34۰» از نوع تلسکوپ‌های انعکاسی و دارای آینه اولیه با قطر ۳/۴متر است و در رده تلسکوپ‌های چهارمتری جهان قرار می‌گیرد. سازه‌ای به وزن تقریبی ۶۰تن در دست طراحی است. این تلسکوپ از نوع سمتی، ارتفاعی است و آینه‌های اولیه و ثانویه آن تلسکوپ نیز مجهز به سامانه پیشرفته کنترل فعال است. آینه این تلسکوپ نیز که به‌تازگی تحویل شده است، از ماده‌ای به نام شیشه-سرامیک ساخته شده که ویژه فعالیت‌هایی نظیر اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق است. گفتنی است ماده لازم برای ساخت آینه‌های نجومی باید از شیشه یا جنسی انتخاب شود که به هیچ‌وجه تحت‌تأثیر اختلاف دما و گرم‌وسردشدن، تغییر شکل ندهد. در نهایت جنس آن از نوعی شیشه-سرامیک با نام تجاری «زرودور» از کارخانه شوت آلمان (که تنها تولیدکننده این نوع آینه است)، انتخاب شد.

آماده‌سازی ماده اولیه آینه تلسکوپ برای صیقل پیدا کردن یک‌سال زمان می‌برد. خوشبختانه ماده اولیه شیشه موردنیاز ما قبلاً فرایند تولید را گذرانده بود، اما یکی از دلایل طولانی‌شدن خرید شیشه از شرکت سازنده آلمانی، جزئیات فنی، حقوقی و مالی بسیار زیادی بود که به‌خصوص در ابزار رصدی را از تلسکوپ جدا کرده و ابزار رصدی دیگری را به آن متصل کنیم. یکی از ابزارهای رصدی که برای این تلسکوپ پیش‌بینی شده، طیف‌نگار چندجسمی رباتیک است. به بیان دیگر این طیف‌نگار به‌طور هم‌زمان، از چندجرم آسمانی موجود در میدان دید تلسکوپ (که حدود ۲۰دقیقه قوسی است)، طیف می‌گیرد. البته طراحی این بخش هنوز شروع نشده و امیدواریم در آینده نزدیک با رفع محدودیت‌ها، بتوانیم کار طراحی و ساخت این ابزار را هم شروع کنیم.

برای کسب مجوز خروج شیشه از کشور آلمان، از بزرگان نجوم کشورهای اروپایی توصیه‌نامه دریافت کردیم. درنهایت نیز مجوز خروج یک‌ساله اخذ شد و در این زمان شیشه را از آلمان خارج کردیم، اما پس از انعقاد قرارداد، نظام بانکی آلمان اعلام کرد به‌دلیل تحریم نمی‌تواند پول آینه را دریافت کند، ولی درنهایت هزینه شیشه، با سحتی‌های فراوان به‌دست شرکت سازنده رسید. شرکت سازنده نیز ماده اولیه آینه تلسکوپ را به حالت هندسی‌ای که ما سفارش داده بودیم، تراش داد و آینه خام را برای صیقل، به کشور فلاندن ارسال کردیم. آینه اولیه به خودی فلاندن نیز با مشکلات همراه بود. برای مثال دریای بالتیک، در زمان ارسال آینه یخ زد و کارگران بندر اعصاب کردند، اما با تلاش شبانه‌روزی ما و آلمانی‌ها، بالاخره آینه پنج‌سال پیش، به کشور فلاندن منتقل شد. شرکت فلاندنی نیز به‌مرور بار صیقل را آغاز کرد که حدود پنج‌سال ادامه داشت. ابتدا برجی ساخت تا بتواند آینه را تست کند و نزدیک به چهارسال آینه زیر دستگاه ساید شد و حدود یک‌سال هم تست آینه‌زمان ایجاد کند، به دلیل اندازه‌گیری‌های دقیق توسط کارشناسان طرح، شرکت صیقل‌دهنده مجبور شد به وقت ما تن دهد و ابزاری را تهیه کند و سایش مجدد را طبق اندازه‌گیری‌های درخواستی انجام دهد. از نظر فنی، باید کار کارشناسان طرح رصدخانه ملی ایران را شاهکار توصیف کرد، چراکه آینه را با مشخصات فوق‌العاده (که شاید بین تمام تلسکوپ‌های این اندازه نمونه باشد)، تهیه کردند.

برای ساخت آینه ثانویه نیز هنوز به توافق نرسیدیم و در مرحله بررسی و تأمین بودجه است. خوشبختانه طراحی تلسکوپ به اتمام رسیده و آماده ساخت است و به‌محض اینکه بودجه تأمین شود می‌توان ساخت آن را آغاز کرد. ❖ مدیر توسعه طرح رصدخانه ملی

آسمان پرستاره

ویژگی‌های فنی آینه‌اولیه تلسکوپ ملی ایران

صاف همچون آسمان ایران



احمد درودی*

داشتن یک تلسکوپ ملی که با استفاده از آن بتوان پژوهش‌های علمی سطح بالا انجام داد، یکی از آرزوهای دیرینه جامعه نجوم کشور بود. به‌تازگی کار ساخت آینه اصلی این تلسکوپ تمام و این قطعه بهمن‌ماه گذشته وارد کشور شد و مسوولان طرح رصدخانه آن را تحویل گرفتند. به‌این‌ترتیب ما یک‌گام دیگر به ساخت این تلسکوپ نزدیک شدیم. به‌همین‌مناسبت ویژگی‌های فنی این تلسکوپ را مرور می‌کنیم: یک‌تلسکوپ پژوهشی از چندین‌بخش اصلی مانند بخش‌های اپتیکی، مکانیکی، کنترل، ابزار رصدی و... تشکیل شده است. بخش اپتیک نیز از دویخش آینه اصلی یا آینه اولیه و آینه ثانویه تشکیل شده است. قطر آینه اولیه ۳۴۰سانتیمتر (۳/۴متر) و قطر آینه ثانویه ۶۰سانتیمتر (۶/۶متر) است. شعاع انحنای آینه اولیه این تلسکوپ ۵۰۶۰میلیمتر (۵/۶۰متر) است.

❧ شکل کلی این آینه هذلولی است، هرچند برخی گمان می‌کنند که سهمی است. البته بسیاری از این نوع تلسکوپ‌ها که به کسکین معروفند، آینه اولیه سهمی دارند، ولی آینه اولیه و ثانویه تلسکوپ ملی ایران هذلولی است به همین سبب این تلسکوپ به ریچی‌کرتین معروف است و این موضوع یکی از دلایل منحصربه‌فردبودن آینه اولیه تلسکوپ ملی است. همین موضوع باعث می‌شود ابزاریهی کروی و کما در تصویر تا مقدار زیادی کمتر شود. البته هذلولی‌بودن آینه اولیه آزمون آن را مشکل می‌کند.

❧ ابزاریی یکی از مشکلاتی است که در هنگام تشکیل تصویر در تلسکوپ‌ها پدید می‌آید و مانع تشکیل یک تصویر دقیق، شفاف و واضح می‌شود. جبهه موج نور رسیده از ستاره هنگام بازتاب از آینه تلسکوپ، ممکن است از شکل ایده‌آل تغییر کند. این پدیده ابزاریی نام دارد. برای مثال اگر جبهه موج فرودی موازی باشد، انتظار داریم پس از انعکاس از یک سطح تخت، باز هم موازی باشد اما اگر تغییر کند، می‌گوییم ابزاریی رخ داده است. معمولاً در طراحی تلسکوپ‌ها سعی می‌کنند کمترین مقدار ابزاریی روی دهد یا در صورت امکان، جلو ابزاریی گرفته شود یا اثر آن را به کمترین مقدار ممکن برسانند.

❧ جنس شیشه استفاده‌شده برای آینه تلسکوپ، سرامیکی است که به «Zerodur» معروف است که حباب یا ناخالصی بیش از ۰/۲میلیمتر در شیشه آن وجود ندارد. البته لازم به ذکر است وجود حباب درون شیشه به‌طور معمول مشکل چندان مهمی نیست، اما اگر این حباب‌ها در نزدیکی سطح وجود داشته باشد، مشکلات هنگام سایش و صیقل آینه پدیدار می‌شود زیرا حباب‌ها در سطح ظاهر شده و سبب پراکندگی نور بازتابی از سطح آینه می‌شود. بنابراین باید مطمئن بود که تا عاق چندمیلیمتر زیر سطح شیشه خام آینه تلسکوپ، حبابی وجود ندارد. این موضوع هنگام انتخاب شیشه خام آینه اولیه تلسکوپ ملی ایران در نظر گرفته شده است.

❧ ضریب انبساط خطی شیشه آینه اولیه تلسکوپ ملی بسیار پایین است به‌طوری‌که در اثر ای که درجه‌سانتیگراد تغییر دما، قطر آینه فقط حدود یک‌میکرون تغییر می‌کند و حساسیت دمایی آن در مقایسه با شیشه‌های معمولی ا ۱ به ۲۰۰ است. یکی از مهم‌ترین نکات برای طراحی و ساخت تلسکوپ‌ها توجه به تغییرات دمای درون گنبد تلسکوپ است. معمولاً ممکن است دمای همه بخش‌های درون گنبد تلسکوپ به یک اندازه نباشد، معمولاً سمتی از گنبد تلسکوپ که در روز رو به خورشید است، گرم‌تر از بخش‌های دیگر است. علاوه‌براین موتورهایی که درون گنبد تلسکوپ فعالند، ممکن است حرارت ایجاد کنند و همین موضوع باعث می‌شود در بخش‌های مختلف تلسکوپ اختلاف دما پیدا آید. اگر ضریب انبساط حرارتی شیشه زیاد باشد، در اثر این انبساط حرارتی، شیشه تغییرشکل می‌دهد و در نتیجه تصویری که حاصل می‌شود، تصویر چندان مطلوبی نخواهد بود، اما ضریب انبساط شیشه آینه آینه به‌دست شرکت سازنده رسید. شرکت سازنده نیز ماده اولیه آینه تلسکوپ را به حالت هندسی‌ای که ما سفارش داده بودیم، تراش داد و آینه خام را برای صیقل، به کشور فلاندن ارسال کردیم. آینه اولیه به خودی فلاندن نیز با مشکلات همراه بود. برای مثال دریای بالتیک، در زمان ارسال آینه یخ زد و کارگران بندر اعصاب کردند، اما با تلاش شبانه‌روزی ما و آلمانی‌ها، بالاخره آینه پنج‌سال پیش، به کشور فلاندن منتقل شد. شرکت فلاندنی نیز به‌مرور بار صیقل را آغاز کرد که حدود پنج‌سال ادامه داشت. ابتدا برجی ساخت تا بتواند آینه را تست کند و نزدیک به چهارسال آینه زیر دستگاه ساید شده و حدود یک‌سال هم تست آینه‌زمان ایجاد کند، به دلیل اندازه‌گیری‌های دقیق توسط کارشناسان طرح، شرکت صیقل‌دهنده مجبور شد به وقت ما تن دهد و ابزاری را تهیه کند و سایش مجدد را طبق اندازه‌گیری‌های درخواستی انجام دهد. از نظر فنی، باید کار کارشناسان طرح رصدخانه ملی ایران را شاهکار توصیف کرد، چراکه آینه را با مشخصات فوق‌العاده (که شاید بین تمام تلسکوپ‌های این اندازه نمونه باشد)، تهیه کردند.

❧ برای ساخت آینه ثانویه نیز هنوز به توافق نرسیدیم و در مرحله بررسی و تأمین بودجه است. خوشبختانه طراحی تلسکوپ به اتمام رسیده و آماده ساخت است و به‌محض اینکه بودجه تأمین شود می‌توان ساخت آن را آغاز کرد. ❖ مدیر توسعه طرح رصدخانه ملی

❧ آینه اصلی تلسکوپ با قطر ۳/۴متر و ضخامت ۱۸۴میلیمتر با دقت زبری حدود ۰/۶ نانومتر (دقت مورد درخواست در قرارداد دونانومتر) و ابزاریی سطح کمتر از هفت‌نانومتر (دقت مورد درخواست کمتر از ۱۵نانومتر) تراش داده است. وزن آینه ۴۰۸۵کیلوگرم است، به‌خاطر کوچک‌بودن نسبت شعاع انحن به قطر این آینه، فاصله آینه ثانوی تلسکوپ به آینه اولیه نیز کمتر می‌شود و در نتیجه طول تلسکوپ را کوتاه‌تر می‌کند. این امر سبب شده این تلسکوپ نسبت به همونان خود در دنیا با همین قطر کوچک‌تر باشد و مزایای زیادی برای تلسکوپ به همراه دارد.

❧ آزمون آینه اولیه تلسکوپ ملی ایران حدود دوسال و در دومرحله انجام شد، در مرحله اول آزمون، زبری آینه بیشتر از مشخصات مورد درخواست بود و این امر سبب شد شرکت مجدد آینه را صیقل دهد و تصمیم گرفته شد آزمون تکمیلی روی آینه انجام شود. مرحله‌دو آزمون به روش جدید روی آینه انجام شد و اندازه‌گیری شرکت مورد تایید قرار گرفت. پس از آن آزمون‌های چندمرحله‌ای، می‌توان به جرات گفت کیفیت آینه رصدخانه ملی ایران، بی‌نظیر است.

❧ فرآیند سفارش، بستن قرارداد، برش اولیه، صیقل و آزمون تا تحویل‌گرفتن شیشه پنج‌سال به‌طول انجامید یعنی کار سفارش و نظارت بر آینه تلسکوپ از بهار ۱۳۸۸ آغاز شد و در زمستان ۱۳۹۳ محصول را تحویل گرفتیم. اکنون این آینه با مشخصات فنی و دقتی فراتر از آنچه در قرارداد بود (و بدون پرداخت هزینه اضافه) آماده و تحویل شده است.

❖ مسوول گروه اپتیک طرح رصدخانه ملی ایران