

تلسکوپ رادیویی

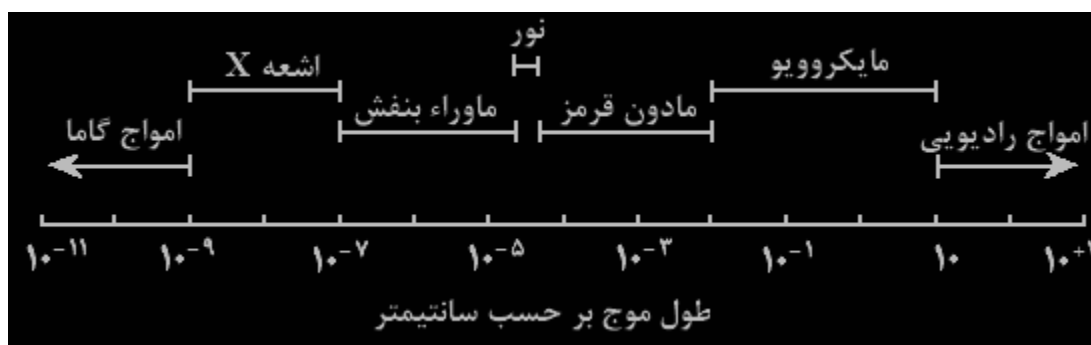
ابزاری که برای مشاهده رادیویی آسمان مورد استفاده قرار می‌گیرد را تلسکوپ رادیویی می‌نامند. این وسیله از نظر ساختار کلی بسیار شبیه یک رادیوی معمولی عمل می‌کند، بدین معنی که همانند رادیوهای معمولی از یک آنتن، یک آمپلی‌فایر و یک آشکارساز تشکیل شده است.



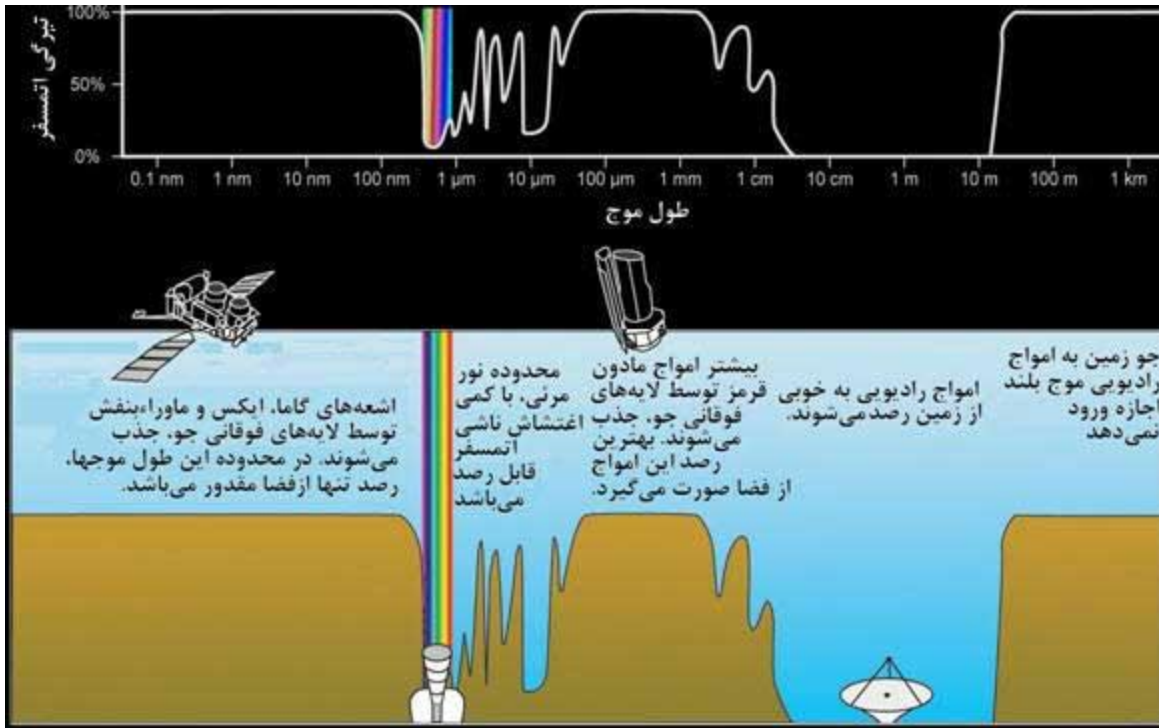
منبع : [Radio Telescopes](#) .

در اوایل قرن هفدهم میلادی، گالیله با ساختن تلسکوپ چشم خود را به ابزاری مسلح نمود که می‌توانست توانایی رصد او را افزایش دهد. هر چند امروزه تلسکوپهایی به مراتب قویتر و حساستر از آنچه گالیله ساخته بود، طراحی و تولید می‌شوند، اما اصل موضوع هنوز تغییر نکرده است. واقعیت این است که باید نوری وجود داشته باشد تا تلسکوپ با جمع‌آوری و متمرکز ساختن آن تصویری تهیه نماید.

جیمز کلارک مکسول، فیزیکدان برجسته انگلیسی در قرن نوزدهم میلادی پی به ماهیت الکترومغناطیسی بودن نور برد. در واقع امواج الکترومغناطیسی تنها به نور محدود نمی‌شوند و طیف گسترده‌ای را در بر می‌گیرند، اما چشم ما فقط قادر به ایجاد تصویر از محدوده خاصی از این طیف گسترده می‌باشد که ما آن را نور می‌نامیم. برای مشاهده و درک سایر طول موجهای ارسال شده به جانب ما، احتیاج به ابزاری جهت جمع‌آوری، آنالیز و آشکارسازی آنها به شکل صوت یا تصویر داریم.

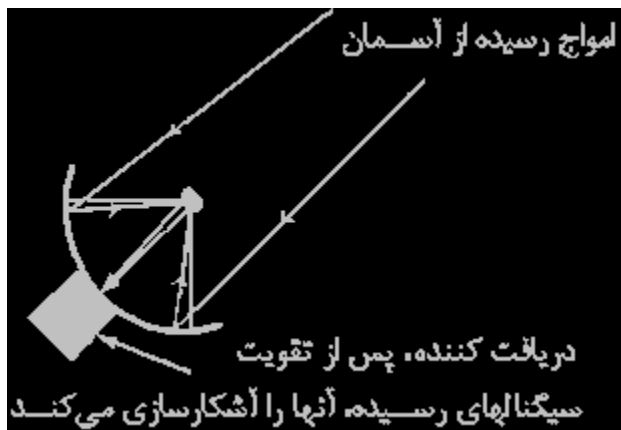


امواج الکترومغناطیسی طیف بسیار وسیعی از طول موج‌های بسیار کوچک تا بسیار بزرگ را در برمی‌گیرند. این امواج را با توجه به اندازه طول موج به هفت دسته مختلف تقسیم‌بندی می‌کنند که شامل امواج گاما با طول موجهایی کوچکتر از 10^{-9} سانتیمتر تا امواج رادیویی با طول موج بزرگتر از 10^3 سانتیمتر را شامل می‌شوند. همانطور که در شکل بالا ملاحظه می‌شود محدوده امواج نوری که قابل دیدن توسط چشم انسان می‌باشند، محدوده بسیار کوچکی از این طیف گسترده است. با حرکت از سمت امواج رادیویی به سمت امواج گاما، همزمان با کاهش طول موج، فرکانس آن و در نتیجه انرژی موج افزایش می‌یابد.



هنگامی که رصد از سطح زمین انجام می‌گیرد، دریافت و آشکارسازی امواج الکترومغناطیسی با مشکلی روبرو می‌شود که به اثرات جو غلیظ زمین مربوط می‌گردد. جو زمین تنها به محدوده امواج مرئی، میکروویو و رادیویی، آن هم با جذب و پراکنده ساختن بسیار، اجازه عبور می‌دهد. از آنجاکه امواج میکروویو بخشی از امواج رادیویی محسوب می‌شوند، مشاهده می‌شود که با آشکارسازی محدوده وسیع امواج رادیویی گسیل شده از آسمان، راه دیگری برای رصد اجرام سماوی گشوده می‌شود.

اختر شناسان از سال ۱۹۳۱ که کارل جانسکی ([K.Jansky](#)) به طور اتفاقی رادیو تلسکوپ را کشف کرد، بارها و بارها به این نکته پی برده‌اند که جهان بسیار فراتر از آن چیزی است که چشم انسان قادر به دیدن آن است. با استفاده از رادیو تلسکوپها، آشکارسازهای زیر قرمز و ماورای بنفش و تلسکوپهای اشعه X و اشعه گاما جزئیات بسیار دقیقی از کیهان آشکار شده است و معلوم شد که کیهان مملو از اجرام عجیبی همچون سیاهچاله‌ها و تپ‌اخترها است که نمی‌توان آنها را از ورای عدسی چشمی یک تلسکوپ نوری مشاهده کرد. در حقیقت هر قسمت از طیف الکترومغناطیس چیزهای عجیب و منحصر به فردی را به اخترشناسان ارائه داده است.



ابزاری که برای مشاهده رادیویی آسمان مورد استفاده قرار می‌گیرد را تلسکوپ رادیویی می‌نامند که از نظر ساختار کلی بسیار شبیه یک رادیوی معمولی عمل می‌کند، بدین معنی که همانند رادیوهای معمولی از یک آنتن، یک آمپلی‌فایر و یک آشکارساز تشکیل شده است. آنتن‌ها می‌توانند از یک آنتن ساده و معمولی نیم موج دو قطبی، نظیر آنچه در گیرنده‌های تلویزیونی

استفاده می‌شود، تا آنتن‌های مجهز به بشقابهای عظیم ۳۰۰ متری باشند. در تلسکوپهای رادیویی نیز همانند آنچه در مورد همتهای نوری آنها صادق است، بزرگ بودن سطح جمع‌آوری کننده امواج از دو جنبه مفید است.

اول آنکه توان جمع‌آوری امواج برای رصد منابع ضعیف و یا خیلی دور افزایش می‌یابد و دوم اینکه توان تفکیک نسبت مستقیمی با قطر بشقاب آنتن دارد. هر چه، قدرت تفکیک تلسکوپ بیشتر باشد، توانایی آن برای جداسازی جزئیات تصویر افزایش خواهد یافت. قدرت تفکیک تلسکوپها رابطه تنگاتنگی با سطح جمع‌آوری کننده امواج و طول موج آنها دارد. هر چه سطح جمع‌آوری کننده بزرگتر و طول موج الکترومغناطیسی کوچکتر باشند، قدرت تفکیک تلسکوپ افزایش می‌یابد.

مشکل تلسکوپهای رادیویی از اینجا شروع می‌شود که قدرت تفکیک یک تلسکوپ با طول موج دریافتی نسبت عکس دارد. تلسکوپهای رادیویی در مقابل همتایان نوری خود که موظف به جمع‌آوری و آشکارسازی امواجی در محدوده طول موج 10^{-3} تا 10^{-5} سانتیمتر می‌باشند، می‌بایستی امواجی با دامنه وسیع طول موج، از یک میلی‌متر تا چندین متر را جمع‌آوری نمایند. این امر باعث می‌شود که توان تفکیک این گونه از تلسکوپها به شدت کاهش پیدا کند. برای مثال قدرت تفکیک یک تلسکوپ نوری ۵۰ سانتیمتری، دو دهم ثانیه قوسی است، در حالی که قدرت تفکیک یک تلسکوپ رادیویی به خصوص، با همین قطر دهانه ۱۳۸ درجه خواهد بود. اگر بدانیم که قرص کامل ماه در آسمان تنها نیم درجه قوسی است می‌فهمیم که چنین تلسکوپ عملاً کارایی ندارد. چنین تلسکوپ ماه را اصلاً نمی‌تواند ببیند.

اما از سوی دیگر و باز هم به دلیل طول موجهای متفاوتی که این دو گونه تلسکوپ در محدوده آنها رصد می‌نمایند، ساخت بشقابهای آنتن یک رادیو تلسکوپ بسیار ساده‌تر از ساخت یک آینه و یا عدسی است. صاف بودن سطح یک بازتاب کننده خوب، رابطه مستقیمی با طول موج امواجی دارد که باید از سطح آن بازتابیده شوند. می‌توان فرض کرد، زمانی بازتاب کننده‌ای مورد قبول خواهد بود که قطر یا ضخامت هیچکدام از خُلل و فرج‌های روی آن از $0.5/\lambda$ طول موج مورد نظر بیشتر نباشد، بنابراین بشقاب آنتنی که قرار است برای امواجی به طول موج حداقل ۲۰ سانتیمتر، ساخته شود، مجاز به داشتن ناهمواریهایی تا قطر ۱ سانتیمتر است. این مقدار ناهمواری که برای بشقاب تلسکوپ رادیویی مجاز به شمار می‌رود، برای آینه یک تلسکوپ نوری فاجعه به حساب آمده و عملاً آن را غیر قابل استفاده می‌نماید.

به دلیل گفته شده است که می‌توان رادیو تلسکوپهایی با یک بشقاب ۳۰۰ متری ساخت، کاری که در مورد تلسکوپهای نوری به یک معجزه شباهت دارد. برای اینکه مقایسه‌ای کرده باشیم، بد نیست بدانید که اگر می‌شد یک تلسکوپ نوری، با آینه ۳۰۰ متری ساخت، قادر بودیم ستاره شعرای یمانی را به وضوح و پرنوری یک قرص ماه کامل مشاهده نماییم.

مزیت عمده استفاده از امواج رادیویی برای مشاهده آسمان، این است که حتی در نور روز و هوای ابری نیز می‌توان رصد را ادامه داد. در طول روز پخش نور خورشید توسط مولکولهای گازی جو زمین باعث می‌شود که لایه‌ای روشن و آبی اطراف ما را احاطه کند. شدت روشنایی جو زمین در روز به حدی است که از میان آن قادر به دیدن ستاره‌های کم فروغ بالای سرمان نمی‌شویم. تنها جرم پرنوری مانند خورشید و یا در بعضی زمانهای خاص، ماه نسبتاً کامل را می‌توان در طول روز رؤیت کرد. همچنین نور مرئی قادر به گذر از لایه‌های ضخیم و متراکم بخار آب نمی‌باشد. این موضوع به طول موج کوچک نور وابسته است. هیچکدام از مواردی که یاد شد برای امواج رادیویی با طول موجهای بزرگی که دارند مانع و یا مزاحم شناخته نمی‌شوند و عملیات رصد رادیویی پیوسته ادامه دارد.

در مورد تلسکوپهای رادیویی بسیار عظیم، نظیر رادیو تلسکوپ ۳۰۵ متری آرسیبو واقع در کشور پورتوریکو، یک مشکل اساسی وجود دارد و آن، این است که حرکت دادن چنین مجموعه عظیمی برای تنظیم روی سوژه مورد نظر، غیر ممکن می‌باشد. از این رو دانشمندان برای رصد یک جرم سماوی خاص، باید آنقدر صبر کنند تا در اثر چرخش زمین به دور خودش و یا خورشید، هدف در راستای دید این بشقاب بزرگ قرار گیرد.



برای رفع این مشکل و همچنین به دلیل نیاز به دستیابی به قدرت تفکیک بیشتر، روش دیگری

در ساخت و استفاده از رادیو تلسکوپها به وجود آمده است که مبتنی بر تداخل‌سنجی رادیویی است.

در این روش مجموعه‌ای از چند رادیو تلسکوپ به نسبت کوچکتر، با کمک هدایت‌کننده‌های کامپیوتری در جهت خاصی تنظیم شده و سیگنالهای دریافتی از آنها آنالیز می‌شود تا تصویر واحد و واضحی به دست آید. اخترشناسان رادیویی با استفاده از روش تداخل‌سنجی قادر به رصد آسمان با دقتی افزون بر یک هزارم ثانیه قوسی هستند. در این روش آنتن‌ها را روی خطی که خط مبنا نامیده می‌شود، به دنبال هم نصب می‌کنند. معمولاً نصب آنتن‌ها روی ریلی عمود بر خط مبنا صورت می‌گیرد تا در صورت لزوم بتوان زاویه خط را نسبت به نصب مرجع تغییر داد. حال چنانچه امواج دریافتی عمود بر خط مبنا نباشند، تلسکوپها در فواصل زمانی متفاوتی، موج یکسانی را دریافت می‌کنند.



با استفاده از الگوریتمهای ریاضی و توجه به فواصل زمانی دریافت سیگنالها، می‌توان موقعیت منبع رادیویی را با دقت بسیار خوبی تخمین زد. هر چه فاصله تلسکوپها از یکدیگر بیشتر باشد، اختلاف زمانی و در نتیجه دقت اندازه‌گیری افزایش خواهد یافت. در این روش، فاصله اولین تا آخرین تلسکوپ، معادل قطر بشقاب تلسکوپ واحد در نظر گرفته می‌شود.

نمونه‌ای از این گونه تلسکوپها، مجموعه‌ای با نام "آرایه خیلی بزرگ" (VLA) می‌باشد که در نیومکزیکوی آمریکا قرار دارد و طول خط مبنای آن

۲۶ کیلومتر است. این مجموعه عظیم از ۲۷ عدد تلسکوپ با قطر بشقاب ۲۵ متر تشکیل شده است. آنتن‌ها روی ریلهایی قرار گرفته‌اند که به دانشمندان اجازه می‌دهد بتوانند آنها را در انواع چیدمان‌های مختلف تنظیم نمایند.

برای مطالعه بیشتر مراجعه فرمایید به :

... ساختار فنی رادیوتلسکوپ
... روزنامه شرق - تصویر مبهم کیهان
... دانش‌نامه آزاد ویکی‌پدیا - رادیو تلسکوپ
... مجله نجوم شماره ۳۸

• شهرام یزدان‌پناه، پژوهشگر، نویسنده و مدرس دانش و فناوری فضایی