

JOE 28

Journal of Occultation and Eclipse
International Occultation Timing Association/Middle East
April 2013

Monthly

منظومه‌ی شمسی پس از نپتون:
مرور و چشم انداز

**The Solar System Beyond Neptune:
Overview and Perspectives**



In this new year, I wish for all Iranian astronomers the best and success. Last year proved to be a great year for Iran's astronomy with many observations, conferences, and seminars where Iranian astronomers had noticeable presence. May this year be even more fruitful and bring Iranians a great deal of notoriety and scientific achievements.

Happy New Year.

Sincerely
Nader Haghighipour



فرا رسیدن عید باستانی نوروز 1392 را به علاقه‌مندان علم مقدس نجوم و ستاره شناسی تبریک عرض می‌نمایم و در این سال جدید آرزوی سعادت و سلامت برای آنان دارم.

امید است در سال 1392 جامعه نجوم ایران عرصه‌های جدیدی در ایران را راه‌گشا باشد که این امر با همکاری صمیمانه اعضای آن محقق خواهد شد.

با استعانت از حضرت حق و مدد دوستان و حامیان علم کهن نجوم زیر ساخت‌های مورد نیاز نجوم فضایی این علم در ایران تعریف و تدوین شده است و سازمان فضایی ایران با در اختیار گرفتن تمام توان خود با شتابی خیره کننده به همراه جامعه نجوم کشور در حال فراهم سازی آن زیرساخت‌ها است. با این روند پیش‌بینی می‌نمایم در دهه آینده شاهد تحول عظیمی در نجوم کشور باشیم.

در فرصت اندکی که تا به ثمر رسیدن و بهره‌برداری از این پروژه‌ها است شایسته است تا با فرهنگ‌سازی و تربیت نیروی انسانی ورزیده و خلاق، بهره‌بردانی زبده برای این ادوات فراهم آید و البته لازم است این روند، مستمر و دائمی باشد.

جامعه نجوم کشور عزیزمان متولی توسعه علم نجوم کشور است و انشاءالله در تمامی عرصه‌ها با ایفای نقش موثر خود این نهال نوپا را به درختی تنومند تبدیل خواهد نمود.. در سال گذشته شاهد فعالیت‌های درخشان از IOTA/ME بوده‌ایم که تحرک نوینی در جامعه نجوم آماتوری محسوب می‌شود و این فعالیت‌ها نفوذ علمی نجوم را در جامعه افزایش داده و پنجره‌های جدیدی را به سوی نجوم آماتوری کشور گشوده است و باعث شده تا منجمین خود را در قالب فعالیت‌های تیمه حرفه‌ای محک بزنند و با انگیزه بیشتری در این مسیر تلاش کنند.

خلاقیت‌های مذکور در IOTA/ME مرحون تفکر والای مدیر محترم آن جناب آقای پرو و اعضای فعال آن می‌باشد که با حمایت اساتید و چهره های برجسته نجومی جامه عمل یافته است. امیدوارم با اینگونه ابتکارات جوانان مستعد بیشتری به علم نجوم ورود کنند و در تعالی آن با انگیزه و اراده‌ای مثال زدنی کوشا باشند.

کوروش رکنی

کارشناس نجوم سازمان فضایی ایران و مسئول رصدخانه مرکز فضایی البرز



- خیم شدن نور ستارگان، تلسکوپ کپلر و قانون نسبیت کلی اینشتین، ص 3
- برنامه زمان بندی رصد‌های دپارتمان گرفت (بهار و تابستان 92)، ص 5
- تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای رصد اختفای سیارکی، ص 6
- ثبت رصد و طراحی از ماه، ص 8
- گزارش رصد اختفا، ص 8
- منظومه‌ی شمسی پس از نپتون: مرور و چشم انداز، ص 9

فهرست مطالب

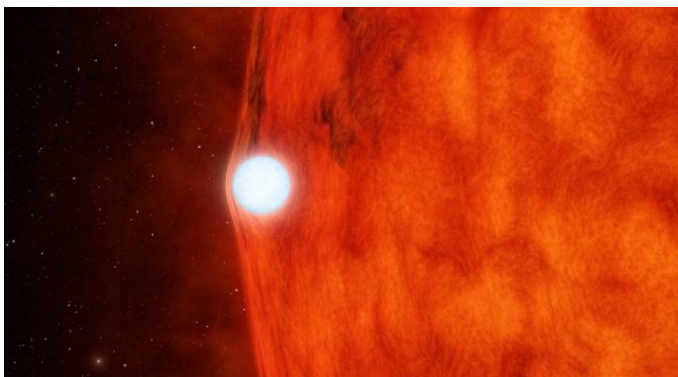
Contain

Gravity-Bending Find Leads to Kepler Meeting Einstein, P4
TOOLS AND OUTREACH NEEDED FOR ASTEROID OCCULTATION OBSERVING, P7
Occultation Report, P8
The Solar System Beyond Neptune: Overview and Perspectives, P13
Nowruz, P18

تلسکوپ فضایی کپلر متعلق به ناسا شاهد تاثیرات از بین رفتن یک ستاره در ایجاد خمش نور در ستاره‌ی مجاور آن بوده است. یافته‌ها براساس اولین بررسی این پدیده است - نتیجه‌ای از نظریه‌ی کلی نسبیت اینشتین - در سیستم‌های دودویی یا دوتایی ستاره. ستاره‌ی از بین رفته یا به اصطلاح مرده که کوتوله‌ی سفید نام دارد، هسته‌ی اصلی‌اش که از آن برای درخشیدن مانند خورشید ما استفاده می‌کند، تا انتها سوخته و مدت عمرش به انتها رسیده است. آن توسط یارش یعنی ستاره‌ی مجاور خود "کوتوله‌ی قرمز" مانند یک رقص دایره‌وار احاطه شده است. درحالی‌که کوتوله‌ی سفید کوچولو از لحاظ ظاهری کوچک‌تر از کوتوله‌ی قرمز است، اما سنگین‌تر از آن است.

«اندازه‌ی این کوتوله‌ی سفید حدوداً با زمین یکی است اما جرم آن با خورشید برابر است»، این مطلب را فیل مورهد از موسسه‌ی تکنولوژی کالیفرنیا، پاسادینا، مطرح کرده است که مقاله‌ی او در مجله‌ی فیزیک نجومی در 20 آوریل به چاپ رسید. «این خیلی سنگین است که کوتوله‌ی قرمز به خاطر بزرگی اندازه‌اش دورتادور کوتوله‌ی سفید را احاطه کرده است.» کار اولیه‌ی کپلر، اسکن کردن ستارگان در جستجوی مدار سیارات است. وقتی عمر ستاره‌ی تمام شده و از بین می‌رود به اندازه‌ی کمی جلوی نور ستاره‌ی را می‌گیرد، که ردیاب حساس کپلر می‌تواند آن را ببیند. به گفته‌ی آوی شپولر، محقق دیگر این مقاله و نیز مقاله‌ی کالکت: «این تکنیک با تشخیص یک کک در نور حبابی در 3000 مایلی برابر است که تقریباً مانند فاصله شهر لس آنجلس تا نیویورک است.» مورهد و همکارانش به طور منظم از اطلاعات کپلر استفاده می‌کنند تا سیارات اطراف ستاره‌های کوچک را که کوتوله‌های M نام دارند را پیدا کنند. این ستاره‌ها خنک‌تر و قرمزتر از خورشید زرد ما هستند. وقتی تیم برای اولین بار به هدف جستجو برای KOI-256 به اطلاعات کپلر نگاه می‌کرد، فکر می‌کردند که دارند به سیاره عظیم غول‌گازی که تحت الشعاع کوتوله‌ی قرمز قرار دارد نگاه می‌کنند. مورهد گفت: «ما آنچه را که به نظر می‌آمد به طور عظیم در نور ستاره غوطه‌ور می‌شود را دیدیم، و حدس زدیم که باید از یک سیاره‌ی غول آسا باشد، که تقریباً به اندازه‌ی ژوپیتر بوده، و از مقابل درحال عبور است.» مورهد و همکارانش برای یادگیری بیشتر درباره‌ی سیستم این ستاره به رصدخانه‌ی پالمردر نزدیکی سن‌دیگو رفتند تا از تلسکوپ هیل استفاده کنند. آنها از تکنیک سرعت شعاعی استفاده کردند و دریافتند که کوتوله‌ی قرمز مانند یک دوک ریسندگی در اطراف ستاره می‌جنبید. آن دوک ریسندگی برای اینکه تحت تاثیر تکان‌های یک سیاره قرار بگیرد بسیار بزرگ بود. آنجا بود که آنها فهمیدند بیش از اینکه درحال نگاه کردن به یک سیاره‌ی گازی که در حال عبور از جلو است باشند، دارند به کوتوله‌ی سفید سنگین که در حال عبور از پشت کوتوله قرمز است نگاه می‌کنند. تیم همچنین اندازه‌های فرابنفش KOI-256 را که توسط (GALEX) یکی از تلسکوپ‌های ناسا که درحال حاضر در موسسه‌ی پاسادینا در کالیفرنیا استفاده می‌شود، مشاهده شده بود را یکی کردند. مشاهدات GALEX، که توسط دانشگاه کورنل نگهداری می‌شد، بخشی از برنامه‌ی درحال اجرا برای اندازه‌گیری فعالیت فرابنفش در تمامی ستارگان در کپلر فیلد به حساب می‌آمد. طبق این اطلاعات کوتوله‌ی قرمز خیلی فعال بود.

سپس فضانوردان به وراى اطلاعات کپلر رفتند و از آنچه مشاهده می‌کردند شگفت زده شدند. وقتی کوتوله‌ی سفید از جلوی این ستاره گذشت، جاذبه‌ی آن بر نور ستاره تاثیر می‌گذارد و باعث خم شدن و درخشان‌تر شدن تاثیرات قابل اندازه‌گیری می‌شود.



«یکی از شرایط قانون نسبیت کلی اینشتین این است که جاذبه نور را خم می‌کند.» فضانوردان به طور مرتب این پدیده را مشاهده می‌کنند، اغلب آن را لنزگذاری گرانشی می‌نامند. مثلاً، نوری که از کهکشان دور می‌آید می‌تواند خم شده و توسط جسمی که در جلوی آن قرار دارد جذب شود. این کار اطلاعات جدیدی را درباره‌ی جسم تیره و انرژی تیره که دو عنصر سازنده‌ی دنیای ما است در جلوی آن می‌شود. لنزگذاری گرانشی همچنین برای کشف سیارات جدید و یافتن اشیاء شناور در آن استفاده می‌کنیم.

در یک مطالعه‌ی کپلر، دانشمندان از لنزگذاری گرانشی برای شناسایی وزن کوتوله‌ی سفید استفاده می‌کنند. با ترکیب این اطلاعات با تمامی اطلاعاتی که آنها فرا گرفتند، دانشمندان نیز می‌توانستند به دقت وزن کوتوله‌ی قرمز و اندازه‌ی فیزیکی هر دو ستاره را اندازه‌گیری کنند. اطلاعات کپلر و نظریه‌ی نسبیت اینشتین با هم منجر به درک بهتر چگونگی بیرون آمدن ستاره‌های دودویی شدند.

دیگر مولفین عبارتند از: اندرو واندربریگ از دانشگاه برکلی کالیفرنیا؛ آوی شپورر، جولیت بکر، جانانان جی سویفت، ساشا هینکلی، جی سباستین پینادا، میشل بوتوم، کریستوف بارانس، رید ریدل، شریهاراش پی تندولکار، خان بویی، ریچارد دکانی و جان آشر جانسون از کالکتک؛ جیمز پی لیوید و جیم فولر از دانشگاه کورنل؛ مینگ ژوا از دانشگاه دولتی پنسیلوانیا، دانشگاه پارک؛ اندرو دلبلیو هاوارد از دانشگاه هیلوهاوایی؛ کاسپر وون بران از موسسه فضانوردی مکس پلانک در آلمان؛ تابیتا اس بوایجیان از دانشگاه یالی، نیوهاون، کون؛ نیکولاس لو از دانشگاه تورنتو، کانادا؛ ای این رامپراکاش، ماهش بورسی، پراوین کوردیا، هیلول داس و سوجیت پونادی از دانشگاه مرکزی فضانوردی و فیزیک نجوم هند.

منبع: ناسا-داده‌های ماهواره‌ی کپلر April 04, 2013

http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2013-124&cid=release_2013-124

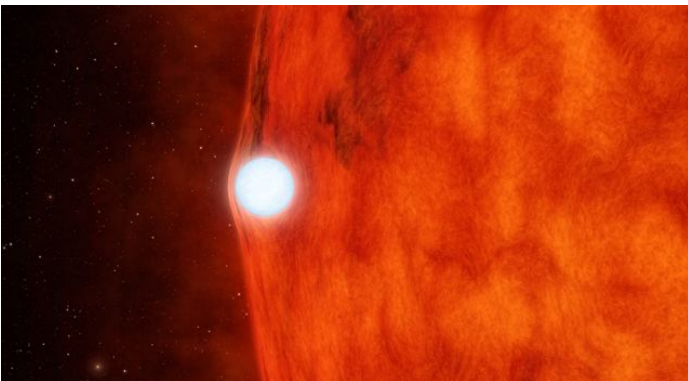


مترجم: امیر نظام امیری

Translation to Farsi: Amirnezam Amiri

Gravity-Bending Find Leads to Kepler Meeting Einstein

NASA's Kepler space telescope has witnessed the effects of a dead star bending the light of its companion star. The findings are among the first detections of this phenomenon -- a result of Einstein's general theory of relativity -- in binary, or double, star systems. The dead star, called a white dwarf, is the burnt-out core of what used to be a star like our sun. It is locked in an orbiting dance with its partner, a small "red dwarf" star. While the tiny white dwarf is physically smaller than the red dwarf, it is more massive. "This white dwarf is about the size of Earth but has the mass of the sun," said Phil Muirhead of the California Institute of Technology, Pasadena, lead author of the findings to be published April 20 in the *Astrophysical Journal*. "It's so hefty that the red dwarf, though larger in physical size, is circling around the white dwarf." Kepler's primary job is to scan stars in search of orbiting planets. As the planets pass by, they block the starlight by minuscule amounts, which Kepler's sensitive detectors can see. "The technique is equivalent to spotting a flea on a light bulb 3,000 miles away, roughly the distance from Los Angeles to New York City," said Avi Shporer, co-author of the study, also of Caltech. Muirhead and his colleagues regularly use public Kepler data to search for and confirm planets around smaller stars, the red dwarfs, also known as M dwarfs. These stars are cooler and redder than our yellow sun. When the team first looked at the Kepler data for a target called KOI-256, they thought they were looking at a huge gas



giant planet eclipsing the red dwarf. "We saw what appeared to be huge dips in the light from the star, and suspected it was from a giant planet, roughly the size of Jupiter, passing in front," said Muirhead. To learn more about the star system, Muirhead and his colleagues turned to the Hale Telescope at Palomar Observatory near San Diego. Using a technique called radial velocity, they discovered that the red dwarf was wobbling around like a spinning top. The wobble was far too big to be caused by the tug of a planet. That is when they knew they were looking at a massive white dwarf passing behind the red dwarf, rather than a gas giant passing in front. The team also incorporated ultraviolet measurements of KOI-256 taken by the Galaxy Evolution Explorer (GALEX), a NASA space telescope now operated by the California Institute of Technology in Pasadena. The GALEX observations, led by Cornell University, Ithaca, N.Y., are part of an ongoing program to measure ultraviolet activity in all the stars in Kepler field of view, an indicator of potential habitability for planets in the systems.

These data revealed the red dwarf is very active, consistent with being "spun-up" by the orbit of the more massive white dwarf. The astronomers then went back to the Kepler data and were surprised by what they saw. When the white dwarf passed in front of its star, its gravity caused the starlight to bend and brighten by measurable effects.

"Only Kepler could detect this tiny, tiny effect," said Doug Hudgins, the Kepler program scientist at NASA Headquarters, Washington. "But with this detection, we are witnessing Einstein's general theory of relativity at play in a far-flung star system." One of the consequences of Einstein's general theory of relativity is that gravity bends light. Astronomers regularly observe this phenomenon, often called gravitational lensing, in our galaxy and beyond. For example, the light from a distant galaxy can be bent and magnified by matter in front of it. This reveals new information about dark matter and dark energy, two mysterious ingredients in our universe. Gravitational lensing has also been used to discover new planets and hunt for free-floating planets. In the new Kepler study, scientists used the gravitational lensing to determine the mass of the white dwarf. By combining this information with all the data they acquired, the scientists were also able to measure accurately the mass of the red dwarf and the physical sizes of both stars. Kepler's data and Einstein's theory of relativity have together led to a better understanding of how binary stars evolve. Other authors include Andrew Vanderburg of the University of California, Berkeley; Avi Shporer, Juliette Becker, Jonathan J. Swift, Sasha Hinkley, J. Sebastian Pineda, Michael Bottom, Christoph Baranec, Reed Riddle, Shriharsh P. Tendulkar, Khanh Bui, Richard Dekany and John Asher Johnson of Caltech; James P. Lloyd and Jim Fuller of Cornell University; Ming Zhao of The Pennsylvania State University, University Park; Andrew W. Howard of University of Hawaii, Hilo; Kaspar von Braun of the Max Planck Institute for Astronomy, Germany; Tabettha S. Boyajian of Yale University, New Haven, Conn.; Nicholas Law of the University of Toronto, Canada; A. N. Ramaprakash, Mahesh Burse, Pravin Chordia, Hillol Das and Sujit Punnadi of the Inter-University Centre for Astronomy & Astrophysics, India. NASA Ames manages Kepler's ground system development, mission operations and science data analysis. NASA's Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Calif., managed Kepler mission development. Ball Aerospace and Technologies Corp. in Boulder, Colo., developed the Kepler flight system and supports mission operations with JPL at the Laboratory for Atmospheric and Space Physics at the University of Colorado in Boulder. The Space Telescope Science Institute in Baltimore archives, hosts and distributes the Kepler science data. Kepler is NASA's 10th Discovery Mission and is funded by NASA's Science Mission Directorate at the agency's headquarters. JPL is a division of Caltech. For more information about the Kepler mission, visit: <http://www.nasa.gov/kepler>

April 04, 2013

Source: http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2013-124&cid=release_2013-124

برنامه زمان بندی رصدهای دیارتمان گرفت (بهار و تابستان 92)

تاریخ	برنامه	وضعیت ماه قمری
سه شنبه 27 فروردین	شیرین زندیان - الهام سلمانزاده	5
چهارشنبه 28 فروردین	تیمور سیف الهی - پریسا میرزاپور	6
سه شنبه 10 اردیبهشت	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	19
چهارشنبه 11 اردیبهشت	ریحانه خواجه منصوری - الهه سادات میردهقان - سید امیر آثاری	20
شنبه 14 اردیبهشت	مسعود صحت بخش - حمید رضا گل کاریه	23
یکشنبه 15 اردیبهشت	شیرین احمدی - جیران عرفانی هارمی	24
دوشنبه 16 اردیبهشت	محمد رضا شفیع زاده - نیما رونقی	25
سه شنبه 17 اردیبهشت	سارا چرمچی - فرشته معماریان	26
چهارشنبه 18 اردیبهشت	محمد حسین طالع زاده - فرشته توکلی	27
شنبه 21 اردیبهشت	فهیمه شعبانی - پروین هویدا	30
یکشنبه 22 اردیبهشت	صفورا امامی - مرضیه رضوی	1
سه شنبه 24 اردیبهشت	امیرنظام امیری - میثم هنری جعفر پور	3
چهارشنبه 25 اردیبهشت	مهدی کرد زنگنه - رحیم حیدرنیا	4
شنبه 8 تیر	حسین رحمتی - فرزین حسینی - مهدی طالبی	20
یکشنبه 9 تیر	ریحانه فلاح کرمی - زهرا سلطانی	21
دوشنبه 10 تیر	فاطمه صفری - عیسی هدایتی	22
سه شنبه 11 تیر	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	23
چهارشنبه 12 تیر	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	24
شنبه 15 تیر	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	27
یکشنبه 16 تیر	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	28
دوشنبه 17 تیر	زمان اضافه برای یکی از تیم ها (در صورت بروز مشکلات احتمالی مانند آب و هوا)	29

رصدگران محترم نکات زیر را در نظر داشته باشند:

1. دو ساعت پیش از غروب آفتاب باید در محل رصدخانه حاضر باشید.
2. پیش بینی آب و هوا را چک کنید و با مسئولین هماهنگ کنید.
3. حضور کلیه اعضا هر تیم در شب رصدی الزامی است.
4. حتما لباس گرم و کارت شناسایی ملی خود را همراه داشته باشید.
5. در تمامی شب های رصدی کارشناسان نحوه دیتاگیری و کار با ابزار را به شما آموزش خواهند داد.
6. پر کردن فرم رصدی در محل رصدخانه و پس از اتمام کار الزامی است.
7. همکاری گروهی و رعایت اخلاق علمی از اولویت برخوردار خواهد بود.
8. دریافت و نگهداری عکس ها برعهده تیم هاست و کارشناسان صرفا آموزش های اولیه را ارائه خواهند کرد و از سپردن کارها به دیگری که مسول فعالیت رصدی شما نیستند بپرهیزید.
9. در صورت ابری بودن آسمان، زمان رصدی در یکی از شب های تعیین شده برای چنین مواقعی موکول خواهد شد.

تجهيزات و لوازم مورد نیاز برای

رصد اختفای سیارکی

پاول میلی

(نائب رئیس IOTA آمریکا)

نمونه‌های ذکر شده تنها بخشی از فعالیتهای خلاقانه‌ای است که می‌توان در صورت عدم دسترسی به سخت افزارهای ضروری انجام داد. بهتر است رصدگران، رصدهای خود را ابتدا از مشاهدات با چشم غیرمسلح و نقشه ستارگان آغاز کنند و بعدها با پیشرفت بیشتر به سراغ دوربین‌های دوچشمی و حتی تلسکوپ‌ها بروند. تمرین‌های زمان‌گیری برای تخمین مدت زمان مورد نیاز هر رصد آماتور برای یافتن محدوده ستاره‌ی مورد نظر باید از طریق الگوهای مرجع ستاره‌ای انجام بگیرد که به یافتن راحت‌تر مکان ستاره‌ها کمک می‌کنند. در مراحل بعدی می‌توان از کاتالوگ‌های سخت تری نظیر کاتالوگ‌های جستجوی ستارگان هدف (star hopping) استفاده کرد. این قاعده، روشی دستی است برای موقعیت‌یابی ستارگان، با استفاده از ستارگان پرنور برای یافتن ستاره‌های کم‌نور تر است. این روند تا زمانی ادامه می‌یابد که به موقعیت ستاره‌ی مورد نظر برسیم. این کار اگر چه بسیار زمان بر است اما به رصدگران این آمادگی را می‌دهد که در صورت از کار افتادن سیستم GPS بتوانند از روش‌های جایگزین دیگری استفاده کنند. موفقیت یا عدم موفقیت این روش صرفاً بستگی به خود رصدگر دارد. عدم به همراه داشتن تجهیزات لازم یا نداشتن مهارت‌های مسیریابی اجرام سماوی بطور حتم منجر به عدم موفقیت رصدگر در رصد رویداد اختفا می‌شود. رصدگران باید توانایی موقعیت‌یابی ستارگان از قدر +4 تا +12 را با تلسکوپ‌های موجود داشته باشند.

تلاش برای انتشار و چاپ هم، ابزار دیگری است که غالباً توجه کمتری به آن می‌شود. نتایج رصدهای انفرادی و گروهی نه تنها در روزنامه‌های محلی بلکه باید در مجلات و ژورنال‌های معتبر نجومی هم چاپ شوند. چاپ مقالات و گزارش‌های رصدی در یک مجله‌ی معتبر on-line بسیار بااهمیت تر از فرستادن گزارش‌ها و مقالات در نشریه‌های کثیرالانتشار است. شرکت در کنفرانس‌ها هم ابزار دیگری برای معرفی درست و منطقی یک رصدگر موفق است.

ابزار مهم دیگری هم وجود دارد که می‌تواند به بهبود وضعیت رصد و گسترش این فرهنگ علمی کمک کند: رسانه‌های عمومی!

در بعضی موارد ممکن است رصدگران به دلیل گزارش رصدهای خود در رسانه‌های عمومی مورد توجه حامیان و افراد خیر قرار بگیرند. بنابراین پشتیبان‌ها باید قادر به جذب علاقه‌ی رسانه‌های عمومی برای خبررسانی گزارش‌های رصدی باشند. گاهی حتی گزارش یک اتفاق نجومی جزئی در رسانه‌های عمومی هم می‌تواند علاقه و توجه مردم را برانگیزد.

تعریف کلمه "تجهيزات" در اینجا صرفاً به معنی نرم‌افزار و برنامه نیست. بلکه به معنی سخت‌افزارهایی نظیر لپ‌تاپ‌ها، رایانه‌های رومیزی (PC)، ضبط‌صوت‌ها، انواع تلسکوپ‌ها، انواع باتری‌ها، دوربین‌های دوچشمی، چشمی‌ها، سپرهای نوری، دوربین‌ها، دوربین‌های فیلم‌برداری، دستگاه ثبت زمان، دستگاه‌های GPS، نرم‌افزار (به جز Google Map)، نقشه‌های معمولی، کورنومتر، تلفن‌های همراه، شبیه‌ساز اختفا و هر نوع سخت‌افزار دیگری که به منظور کمک به رصدگران برای تمرین ثبت یا گزارش اختفاها در نظر گرفته شده است نیز می‌باشد. کلمه‌ی "تجهيزات" همچنین شامل برنامه‌ها و دوره‌های آموزشی و انواع گواهی‌های تایید دوره‌ها هم می‌شود. از آنجا که رصد پدیده‌هایی مانند اختفا کاری گام به گام و مرحله به مرحله است، اولین لوازم مورد نیاز برای این فعالیت، به همراه داشتن جدول ستارگان و ابزار اپتیکی است. داشتن صلاحیت لازم برای رصدگران در هر مرحله به منظور پیشرفت کارها و پشت سر گذاشتن با موفقیت مراحل مختلف الزامی است. این افراد همچنین می‌توانند به اشخاص کم تجربه برای کسب مهارت‌های لازم کمک کنند. همچنین تجهیزات سخت‌افزاری می‌تواند شامل یک پایگاه داده برای ثبت و نگهداری گزارش مراحل پیشرفت و همچنین یک خبرنامه به منظور اطلاع‌رسانی به سایر رصدگران از پیشرفت در سطوح مختلف فعالیت باشد.

مراکز برتر تنها توسط رصدگران بسیار حرفه‌ای گزارش و مشخص می‌شوند و به نقاط کانونی در شهرهای اصلی اطلاق می‌شود که یک پشتیبان فعال، مسئول حمایت و جذب علاقه‌مندان به این شاخه از علم نجوم است. اعضای پشتیبانی باید بتوانند با رعایت استانداردهای ارتباطی نتایج حاصل از رصدها را در یک وب سایت معتبر، پست کنند. تعامل میان اعضای پشتیبانی، مربیان و شاگردان می‌تواند از راه‌های مختلفی مانند وبلاگ، ایمیل‌های تبلیغاتی و سایر رسانه‌ها برای حداکثر اطلاع‌رسانی و برقراری ارتباط انجام می‌گیرد. به این کار کمک‌رسانی هم گفته می‌شود. امر آموزش را می‌توان از طریق همایش‌های مختلف در جوامع نجوم کشورها یا از طریق سیستم‌های آموزشی در مدارس انجام داد. انتقال و انجام یک پروژه رصدی به داخل یک کلاس عادی نیازمند تجهیز آن کلاس به آزمایشگاه مورد نیاز و برگزاری مکرر و منظم این دوره هاست.

باید توجه داشت که افراد بدون درنظر گرفتن جنسیت، سن یا ملیت می‌توانند استعداد‌های منحصر به فردی داشته باشند، مانند قوت بینایی فوق العاده، هنر مدیریت و برنامه‌ریزی، توانایی جذب علاقه‌مندان به این علم، توانایی شناسایی الگوهای ستاره‌ای و غیره. باید تلاش کرد تا با رعایت اصول فرهنگی تعریف شده در هر کشوری تمامی علاقه‌مندان به این علم را جذب کرد. این ستاره‌های زمینی تحلیل‌گرانی هستند که بعدها می‌توانند اکتشافات بزرگ و نوآوری‌های فنی جدیدی را انجام دهند یا حتی خالق ایده‌هایی برای رصدهای شگفت‌انگیزی در آیند باشند. برای داشتن لوازم و تجهیزات مناسب و بهبود شرایط رصدی، داشتن بودجه کافی شاخصه بسیار مهمی است. می‌توان اینکار را با کمک حامیان مالی یا موسسه‌های علاقه‌مند به همکاری برای کمک به جامعه نجوم انجام داد. برای مثال موسسه‌های انتشاراتی می‌توانند کپی‌هایی رایگان از اطلس‌های ستارگان در اختیار گروه‌ها بگذارند و حتی بعضی شرکت‌های دیگر می‌تواند لوازم دست دوم خود (نظیر دوربین‌های دوچشمی) را برای استفاده علاقه‌مندان امانت دهند یا حتی دوربین‌های قدیمی رصدگران را با دوربین‌های جدیدتری تعویض کنند. باشگاه‌های آماتور رادیویی می‌توانند برای گروه‌های رصدی اعزامی، لوازم دریافت سیگنال‌های رادیویی را فراهم کنند که می‌توان از آنها برای رادیویی اتومبیل‌ها در امواج AM تا FM استفاده کرد.

The definition of "tool" here is normally not meant to include software. Instead it includes hardware such as laptop computers, desk top computers, tape recorders, telescopes, batteries, binoculars, eyepieces, light shields, cameras, camcorders, time inserters, GPS units, Google Maps (a software tool exception), ordinary maps, stopwatches, cell phones, occultation simulators, and any other hardware that could be used to train observers or capture observations or to reduce them or report them. It also includes course tools such as curricula and certification forms. Since occultation observation is a step by step process, the first tools needed are star charts and perhaps binoculars, then eventually a small telescope.

In order to move from one level of achievement to another, certification at each stage must be done so that 'experts' can be developed. These achievers will then assist those in a less advanced level of training to achieve a series of proficiencies. Hardware tools may also include the classroom, certification forms and a data base to keep track of achievements. It can also include a newsletter which is propagated to all observers to let them know who has achieved what level. That newsletter may take a virtual or hard copy form. "Centers of excellence" are established by the most proficient observers with focal points in major cities where a single active coordinator may be totally responsible for maintaining and stimulating interest in asteroid occultation science. Coordinators should have the ability to post results on a common web site using standard communications. Interaction between coordinators/trainers and students may be done through Facebook, email, text or other media to assure that maximum communication is accomplished. This is also referred to as 'outreach'. Training may be done in conjunction with regularly scheduled astronomical society meetings or curricula in schools if that is allowed. Migrating occultation observation into a normal classroom setting could set the stage for a laboratory exercise being set up with regularity throughout the year on a repetitive basis.

It is recognized that certain individuals regardless of gender or age or ethnicity may have unique talents such as outstanding eyesight, a penchant for organization, an ability to motivate people who otherwise would not be motivated, the ability to recognize star patterns that may surpass abilities of the ordinary astronomy enthusiast, etc. Every effort must be made to encourage and support that interest within the cultural and family boundaries that define the country. These human 'stars' could be the catalysts that could lead to important discoveries, technical innovations or create an environment leading to amazingly successful observations. Funding must be available in order to obtain enough tools to grow the observer pool. This may include sponsorship of contests, awarding of prizes, recognition in the media or direct attempts to find wealthy mentors or institutions willing to provide money or services to help the occultation community. For example, a company whose primary business is producing copies may be willing to donate free copy services to create enough star charts to begin training a group of observers. Another company may be willing to loan or donate used equipment (store sample binoculars that are replaced by newer models).

TOOLS AND OUTREACH NEEDED FOR ASTEROID OCCULTATION OBSERVING

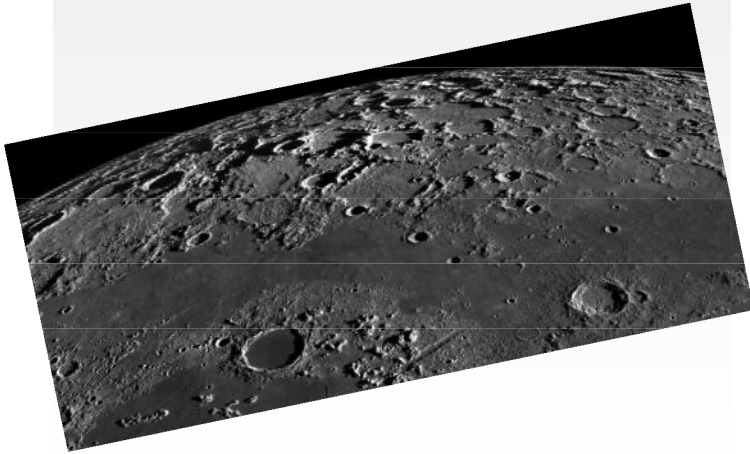
Paul Maley
(Vice-President of IOTA/USA)

An amateur radio club may be willing to support a particular expedition by providing a source of time signals that could be rebroadcast from shortwave onto an AM or FM frequency that could be received on ordinary automobile radios. These are only a few examples of innovative thinking to work around absence of necessary hardware. As observers progress from naked eye star recognition and use of charts to the binocular level, progress must be made toward the telescope level. Timed exercises to determine how long it will take for an observer to find a particular star field should be accomplished with the goal of testing each observer against an 'easy to locate' reference star pattern; this would be followed by testing against a more difficult target star that requires 'star hopping' to locate. Star hopping is defined as the manual process of locating the target star by moving from brighter to fainter stars until ultimately locating the target. Such a process may be quite time consuming but emphasizes the importance of what can happen should automated GPS-type telescope systems fail. One is left on their own to succeed or also fail. If one has inadequate or uncertified celestial navigation skills, then failure will occur. These certification exercises must extend to finding target stars ranging from + 4 magnitude down to +12 or the maximum level of faint stars possible with existing telescopes. Publication is another tool that is often overlooked. It is important to not only publish all results of expeditions and individual efforts locally but to contribute to the development of papers in legitimate journals. A legitimate journal may be an on-line journal but it is more important to eventually submit to one that is peer-reviewed. Conference presentation is an additional tool that formally advertises the efforts and successes of the orator. Still another 'tool' is the use of a telescope to promote observing with the general public--another example of outreach. In some cases one will encounter a potential benefactor who may take an interest in providing funding or some other resource that otherwise might not be available. Outreach may also be defined as contacting local television stations to let them know about a particularly favorable astronomical event. Even a rare occultation of a naked eye star might be something of general interest which the media may wish to advertise.

ثبت رصد و طراحی از ماه

آتیلا پرو

دکتر محمد رضا نوروزی



یک منجم آماتور که به فعالیت‌های رصدی علاقمند باشد، می‌تواند ساختارهایی سطحی کره ماه را که به سوی زمین قرار دارد رصد کند و از آن‌ها لذت برده و یا فعالیت‌های علمی متنوعی را به انجام برساند. خوشبختانه ماه در اکثر مواقع در دسترس است و نیازی به سفر و یا فرار از آلودگی‌های متداول نوری در شهرها نیست؛ در بسیاری اوقات حتی به ابزارهای اپتیکی گران قیمت هم احتیاجی نخواهد بود. از مشخه‌های اصلی یک فعالیت جدی و هدفمند در نجوم آماتوری، می‌تواند طراحی پروژه و یا طراحی روش‌هایی جدید و کارآمد در بررسی و تحقیق رویدادهای مختلف باشد. بر این اساس رصدگران می‌توانند به مرور زمان و انجام رصدهای دامنه‌دار با پروژه‌های دیگری در زمینه ماه‌شناسی آشنا شده، و یا آن‌ها را طراحی کنند.

طراحی از ماه به دلایل زیادی از الزامات رصدی محسوب می‌شود. یکی از مهمترین دلایل آن توان چشم انسان در تفکیک سایه روشن‌ها و کنتراست‌هاست، که تقریباً می‌توان گفت بی‌نظیر است و با هیچ یک از دوربین‌ها و ابزارهای ثبت تصویری دیگر حتی قابل مقایسه نیست. از طرف دیگر وقتی که یک رصدگر ماه، شروع به طراحی از یک عارضه‌ی سطح ماه می‌کند دقت در دید را تا بالاترین سطح ممکن بالا می‌برد و آن هنگام است که می‌تواند چیزهایی را ببیند که هیچ‌گاه (حتی با دقیق‌ترین ابزارهای تصویربرداری و اپتیکی) نمی‌توان دید. بنابراین لازم است یک رصدگر در هر حالتی با دقت، آن چه را که می‌بیند، طراحی کند.

از الزامات اولیه‌ی یک رصدگر دقیق می‌تواند داشتن و یا طراحی فرم رصدی برای هر رویداد خاص باشد. بنابراین لازم است حتی برای طراحی و ثبت عوارض ماه نیز یک فرم رصدی برای خودتان طراحی کنید. با این حال در بیشتر فرم‌ها مواردی مشابه دیده می‌شوند. در یک فرم رصدی لازم است مواردی همچون: نوشتن نام رصدگر(ان)، موضوع رصدی بر روی ماه، ابزار رصدی و مشخصات کامل آن، ثبت زمان رصد برحسب زمان جهانی و توصیفی از آنچه را که رصد و یا طراحی شده، را ذکر کرد.

Occultation Report

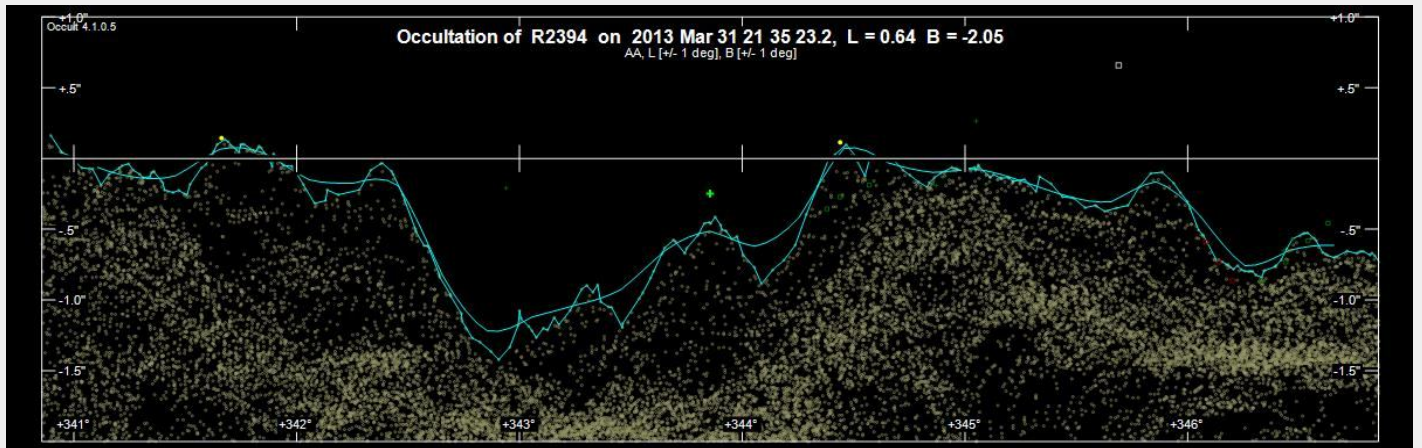


Hojatollah Hekmat'zade

Telescope: Aperture (cm) Longitude Latitude Alt (m)
 25 + 48 24 42.8 +32 23 25.2 144

ref	Tel	Observer	Star No.	y	m	d	h	m	s	PhGrMrCeDb	O-C
001	A	H. Hekmat'zade	R 2394	2013	3	31	21	35	23.2	RD S 1	0.25

Star Name: XZ 22507 = SAO 184541 = ZC 2394



منظومه‌ی شمسی پس از نپتون: مرور و چشم انداز

M. Antonietta Barucci (Observatoire de Paris)
Hermann Boehnhardt (Max-Planck-Institut für Astronomie Lindau)
D. P. Cruikshank (NASA Ames Research Center)
Alessandro Morbidelli (Observatoire de la Cote d'Azur)

1. معرفی

به لطف اکتشافات قنطورس‌ها و اجرام فرانپتونی، در عصر جدید، مرز منظومه‌ی خورشیدی‌مان به طور کامل باز تعریف شده است. تا سال 2007، پانزده سال پس از کشف اولین جرم، بیش از 1200 جرم جدید یخی در فواصل فزاینده‌ای از خورشید شناسایی و مشاهده شد. با کشف فرانپتونی‌ها (TNO's) فوراً به این نتیجه دست پیدا کردند که پلوتو یکی از اجرام این جمعیت بزرگ است. مصوبه‌ای از اتحادیه بین المللی نجوم در 24 آگوست سال 2006، رده‌ی جدیدی از اجرام به نام سیارات کوتوله را تعریف کرد و پلوتو به عنوان اولین نمونه از این رده به رسمیت شناخته شد. پانزده سال کشفیات و مطالعات پیشرفته، دید کاملاً جدیدی از منظومه‌ی خورشیدی پس از نپتون به دنیای امروز داده است که اجازه می‌دهد مدل‌های جدیدی از شکل‌گیری و تحول منظومه‌ی سیاره‌مان بدست آوریم. این اجرام یخی می‌توانند باقی مانده‌ی گروه‌های ستاره‌ای کوچک خارجی در نظر گرفته شوند و می‌توانند اطلاعات ضروری و فرآیندهای پشت سرهم که بر تحول اولیه‌ی سحابی‌های خورشیدی و همچنین دیگر سیستم‌های سیاره‌های اطراف ستاره‌های جوان حاکم‌اند را بدست دهند.

در بحث این اجرام یخی از اصطلاحات متفاوتی استفاده می‌شود. بسیاری از نویسندگان از اصطلاح تاریخی "اجرام کمربند کویپر" استفاده می‌کنند که بلافاصله بعد از اولین اکتشافات استفاده شد و هنوز هم در نوشته‌ها بسیار متداول است. هر چند نام‌های دیگری نیز استفاده می‌شود، مانند "اجرام ارزشمند لبه‌ی کویپر"، اما ما ترجیح می‌دهیم و همچنین پیشنهاد می‌کنیم برای جلوگیری از جنجال بر سر اولین فرضیه‌ی وجود این جمعیت از اسم بیطرف فرانپتونی‌ها (TNO's) استفاده شود. کشف پلوتو در سال 1930 توسط Tombaugh باعث به وجود آمدن ایده‌های اولیه در مورد اجرام منظومه شمسی در مداری پس از نپتون شد، زمانی که نه کمربند کویپر شناخته شده بود و نه کمربند اورت (هر چند دنباله دارهای زیادی در مدارهایی با دوره تناوب زیاد مشاهده شده بودند، به عنوان مثال اثر لبه‌ی ارزشمند کویپر، در دهه‌های 1940 و 1950).



سپس در سال 1982، مطالعات بیشتر و قاطع‌تر توسط Fernández و IP، به وجود یک منبع از دنباله‌دارهایی با دوره تناوب کوتاه، نزدیک به دایره البروج و فراتر از مدارهای سیاره‌ای شناخته شده، منجر شد. حدود 10 سال بعد، Luu و Jewitt جرم QB₁ 1992 را کشف کردند که اکنون 15670 نامیده می‌شود و اولین جرم در مدار نزدیک به دایره، فراتر از نپتون است. این یک کشف مهم نجومی بود، بعد از آن ظرف مدت چند ماه، بیشتر اجرام سیارک مانند در خارج از سیستم سیاره‌ای شناسایی شدند. دو یا سه سال بیشتر طول نکشید که صد جرم اول، نماینده جمع باقی مانده از دوره شکل‌گیری سیستم سیاره‌ای، مثل جمعیت فرانپتونی‌ها، کشف شدند. این داستان اکتشاف که به احتمال زیاد هنوز هم ادامه خواهد داشت، در نهایت اجرام فرانپتونی را با مدارها و مشخصات فیزیکی متمایز به رسمیت می‌رساند. اطلاعات در خصوص منظومه خورشیدی پس از نپتون، به طور مداوم و به سرعت در حال تکامل است، و در حال حاضر درک این حوزه، یکی از فعال‌ترین زمینه تحقیقاتی در علوم سیاره‌ای است و می‌توان از آن انتظار اکتشافات بسیاری را در سال‌های آینده داشت. مطالعه‌ی این ناحیه و اجرام آن، به درک درستی از سن تشکیل منظومه‌ی شمسی منجر خواهد شد، که همچنان در حاله‌ای از ابهام قرار دارد.

2. جمعیت اجرام فرانپتونی

چرا جمعیت فرانپتونی را بررسی می‌کنیم؟ این جمعیت نشانه‌هایی از اتحاد و تکامل منظومه‌ی شمسی بیرونی (شامل اجرام دورتر از زمین نسبت به خورشید) را بدین شکلی که اکنون است به همراه دارد. برای درک تاریخ یک سنگ، عناصر رادیواکتیو بسیار مفید هستند، حتی اگر اغلب یک بخش ناچیزی از کل توده سنگ باشند. به همین ترتیب در جستجوی ما برای فهم تکامل منظومه خورشیدی، به نظر می‌رسد این اجرام کوچک، منبع غنی از این اطلاعات هستند حتی اگر کل جرم آن‌ها در مقابل سیارات ناچیز باشد.

به علاوه، خواص فیزیکی فرانپتونی‌ها، اطلاعاتی در مورد فرآیندهای حرارتی و شیمیایی در دیسک گازی خارجی (زمان و مکان شکل گرفتن اجرام) بدست می‌دهند. توزیع اندازه و توزیع مداری دو ویژگی گسترده از جمعیت فرانپتونی‌ها هستند که ما را به سرنخ‌های اساسی از تاریخ منظومه‌ی شمسی می‌رساند!

تعیین مدار فرانپتونی‌ها به دلیل تغییر ضعیف عوارض آن‌ها، حتی اگر ماه‌ها زیر نظر گرفته شوند، دشوار است. این اجرام (برخلاف بسیاری دیگر از اجرام منظومه شمسی) در قوس مداری بسیار کم قابل مشاهده هستند. در اینجا باید یادآوری شود که پلوتو از زمان کشفش، تنها 155 درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت در مدار خود چرخیده است. به عبارتی کمتر از 45 درصد از کل مدارش به دور خورشید. از این رو، روش‌های خاصی برای تعیین مدار در حال توسعه است، که به ما اجازه می‌دهد با پیش بینی‌های آماری از عدم قطعیت‌های نجومی، پارامترهای مداری اندازه‌گیری شده را بهبود بخشیم. با این حال بخش قابل توجهی از اجرام کشف شده، هنوز به اندازه‌ی کافی دوباره مشاهده نشده‌اند تا در آینده به بازیابی اطلاعات آن‌ها مطمئن باشیم و بسیاری از اجرام نیز از دست رفته اند.

بررسی های جدید (و در آینده) به دقت در دنبال کردن اجرام کشف شده توجه خاصی دارد، تا با دقت بتوان مدارها را بدون نیاز به فرضیات متعصبانه گذشته تعیین کرد.

3. مشخصات فیزیکی اجرام فرانپتونی

آگاهی از مواد تشکیل دهنده و مشخصات این اجرام یخی که جمعیت فرانپتونی ها را تشکیل داده اند، به درک بهتر فرآیندهایی در فواصل دور از خورشید که سحابی خورشیدی را شکل می دهند، کمک می کند، همچنین برای تعیین اطلاعات و تحول سیارات مفید است.

تلسکوپ های زمینی خیلی بزرگ (8 تا 10 متر) و تلسکوپ های فضایی (تلسکوپ های هابل و اسپیتزر)، با سنسورهای جدیدی در طول موج های زیاد تجهیز شده اند و توانایی مطالعات رصدی بر روی مشخصات فیزیکی تعداد قابل توجهی از فرانپتونی ها را دارند.

به علاوه رصدها اطلاعات اساسی در مورد مواد تشکیل دهنده سطح و در کل اطلاعات انباشته شده در فرانپتونی ها را به ما می دهند. این اطلاعات شامل اندازه، شکل، حضور قمر و به عنوان مثال چگالی توده و پر منفذی است. آگاهی از مشخصات توده برای فهم منطقه و تحولات فرانپتونی ها بسیار مهم است.

مشاهدات زیاد فوتومتری می تواند در شکل اجرام منظومه شمسی بصیرتی ایجاد کنند، به خصوص برای اجرامی که خیلی کوچک هستند و یا با هر تفکیکی دور دیده می شوند. تقریباً یک قرن استفاده از فوتومتری الکتریکی با تلسکوپ ها باعث شده ستاره شناسان بدانند چطور این کار را خوب انجام دهند. با رصد از زمین، مقایسه دو جرم، یکی با شکل کروی و سطح یکنواخت درخشان به خاطر دوران، و دیگری با شکل بی قاعده (با درخشندگی سطحی نایکنواخت) درخشندگی متغیر در طول زمان را نتیجه خواهد داد (منحنی نوری). تجربه نشان داده است که اجرام بزرگی شکل نزدیک به کره دارند و منحنی نوری آن ها متغیر است، که از بی نظمی در، درخشندگی سطح شان نتیجه گرفته شده است (مانند پلوتو). اجرام قدری کوچک تر شکل بی نظمی دارند و شکل، دوره تناوب دوران، و جهت محورهای چرخش آن ها می تواند از دقت اندازه گیری های فوتومتری و در دوره های طولانی رصد تعیین شود.



در حال حاضر بعضی از توزیع اندازه های فرانپتونی ها با شیب زیادی به طرف اندازه های بزرگ می رود. مقدار دقیق توان توزیع دیفرانسیل هنوز هم مورد بحث است اما باید بین 4 و 5 باشد. پلوتو و مشابهانش از نظر اندازه، با قانون قدرت تک شیب مطابقت دارند. از این رو به نظر می رسد نه یک رده ی خاص از اجرام، بلکه بزرگترین اعضای آماری از جمعیت فرانپتونی ها هستند. شیب توزیع اندازه، نمی تواند به طور نامحدود به اندازه های کوچک گسترش پیدا کند، در غیر این صورت جرم کل این مجموعه بی نهایت خواهد شد. بنابراین توزیع اندازه roll over دارد به طرف قانون قدرت با یک شیب کم عمق. موضوع بحث ما، اندازه ای است که در آن این تغییر در توان قانون قدرت رخ می دهد. کار قبلی، با استفاده از نتایج منتشر شده و مشاهدات جدید تلسکوپ فضایی هابل (HST) که تعدادی از اجرام با قدر ظاهری حدود 26 را نشان می دهد، ادعا کرد که قطر آن ها در حدود 100 تا 300 کیلومتر است.

در حال حاضر، عدم اطمینان در توزیع اندازه فرانپتونی ها، اجازه نمی دهد ارزیابی دقیقی از جرم کل این جمعیت داشته باشیم. ارزیابی های کنونی، محدوده ای بین 001/0 تا چند برابر 01/0 از جرم زمین را برآورد می کنند. برآوردهای بالایی روی جرم کل توده شده است که حاکی از عدم وجود آشفته گی ها در حرکت نپتون و دنباله دارهایی از نوع هالی است. هر چند در واقع، با ملاحظه جرم اولیه از منطقه فرانپتونی ها، از قیاس شعاعی با جرم جامد {غیر گازی} سیاره های غول پیکر استنباط شده است که مقدار کمی آشفته گی وجود دارد (آن هم در اندازه ی 2 یا 3). در شرایط کمبود جمعی، منطقه ی فرانپتونی ها شبیه به کمر بند سیارکی است.

شیب زیاد توزیع اندازه برای اجرام بزرگ اند، که معمولاً به عنوان یک فرآیند بهم پیوسته تفسیر شده است، در حالی که شیب کم عمق در اجرام با اندازه های کوچک است که انتظار می رود در نتیجه فرسایش در اثر برخورد باشد. فرآیند بهم پیوستگی و فرسایش همزمان رخ می دهند. در حالی که اجرام بزرگتر هنوز در حال رشد هستند، آن ها گریز از مرکزهای مداری و طبیعت اجرام کوچک را برآشفته می کنند که برخوردهای متقابل شروع به درهم گسیختگی می کند. چون سرعت پراکندگی اجرام کوچک در اندازه ی سرعت فرار اجرام بزرگتر است، سیستم همیشه در لبه بی ثباتی است. اگر برخی از فرآیندها (میرایی از برخورد، کشیدن گاز، تضعیف تابش خورشیدی ناشی از جمعیت کم عمق گرد و غبار) تا حدودی سرعت پراکندگی اجرام کوچک را یا میزان تخلیه گرد و غبار را کاهش دهد، یکپارچگی برنده شده و یک بخش قابل توجهی از کل توده در اجرام بزرگ نشکن گنجانده می شود. اگر برعکس، اختلالات بیرونی (از یک سیاره کاملاً بزرگ یا نزدیک معابر ستاره ای) سرعت پراکندگی را بالا ببرد، از یکپارچگی ممانعت شده و بیشتر توده در اجرام کوچک باقی می ماند، سرانجام در اندازه ی غبار کوچک شده و سپس به وسیله ی اثرهای تابشی تخلیه می گردد.

یک موضوع فوق العاده مهم، درک چگونگی کشف ساختار مداری فرانپتونی ها است که بسیار تحت تاثیر مشاهدات متعصبانه قرار گرفته است. بعضی بایاس ها ساده مدل می شوند، آن ها در اصل به اهداف تاریخی وابسته اند تا به بررسی ها. متأسفانه این اطلاعات برای بسیاری از تحقیقات در دسترس نبوده است به خصوص در سال های اولیه ی کشف فرانپتونی ها. باقیه تعصبات بسیار ماهران هاند. برای مثال، اجرامی که مدار موقت اشتباهی بدست آورده اند، ممکن است بعداً دوباره بدست نیایند، چون تقویم نجومی اشتباه خواهد شد و بنابراین از دست خواهند رفت. اجرامی که از دست نمی روند، در مدار موقتی درستی هستند. نتایج کاتالوگ مدارهای فرانپتونی، به شدت شبیه شخصی است که مدارهای موقت را در ذهن تعیین می کند.



در آغاز الگوها، مطالعات استاتیکی از آلبدوها و رنگ‌ها نشان دادند که فرانپتونی‌ها بیشتر قرمزاند و قنطورس‌ها که بازتاب سطحی بالایی دارند طیف بازتابی بیشتر بی‌رنگ دارند. به علاوه بازتاب سطحی کاملاً مرتبط است با یک جرم، با فاصله، قطر و طیف بازتابی متوسط از خورشید. چندین روند ممکن از رنگ‌ها و اجزای مداری وجود دارد.

به خصوص، یک همبستگی واضح وجود دارد بین رنگ و تمایل مداری. اجرام کلاسیکی خیلی متمایل، بازه‌ی رنگی بین خاکستری تا قرمز دارند، در حالی که اجرام با تمایل مداری کم، اکثراً قرمز پررنگ‌اند. اهمیت این ارتباطات در درک مبدأ، تحول و محیط فضای فرانپتونی‌ها و قنطورس‌ها است. یک رده بندی مبنی بر آمارهای مختلف، برای تشخیص گروه‌های فرانپتونی که رنگ‌های یکسان دارند، پیشنهاد شده است. تفاوت در این گروه‌ها می‌تواند بعضی از شواهد مبنی بر فرآیندهای تحول تاثیر گذار روی جمعیت فرانپتونی‌ها را بدست دهد.

با استفاده از روش‌های اپتیکی و تصاویر با تفکیک بالا، برای بعضی فرانپتونی‌ها و تعداد کمی قنطورس‌ها قمرهایی شناسایی شده است. اکثر قمرهای فرانپتونی‌ها با تلسکوپ فضایی هابل پیدا شده‌اند. درحالی که اپتیک‌های تطبیقی در تلسکوپ‌های زمینی (مثل Keck) باقی را آشکار کرده‌اند. زمانی که دوره تناوب مداری و فاصله‌ی قمرها تعیین می‌شود، جرم جسم اصلی با استفاده از قانون سوم کپلر می‌تواند محاسبه شود و جرم قمر نیز تخمین زده می‌شود. نزدیک 10 درصد از فرانپتونی‌هایی که در دقت اپتیکی بالا از تلسکوپ‌های زمینی مطالعه شده‌اند، یک یا دو قمر داشته‌اند. برای پلوتو سه قمر کشف شده است.

در موارد کمی، فرانپتونی‌هایی که قمر دارند به اندازه‌ی کافی بزرگ هستند تا طول موج‌های حرارتی آن‌ها به وسیله‌ی تلسکوپ فضایی اسپیتزر شناسایی شود. در موارد خاصی، ممکن است اندازه گیری‌های جرم با اندازه‌ی جسم در محاسبه‌ی چگالی متوسط ادغام شود.

دوره تناوب دوران فرانپتونی‌هایی که بیشتر از 50 کیلومتر شعاع داشته‌اند، در محدوده‌ی 3 تا 18 ساعت اندازه‌گیری شده است، با قله‌ی توزیع فرکانس در 8 تا 9 ساعت؛ اطلاعات خیلی کمی از اجرام کوچک‌تر در جمعیت فرانپتونی‌ها وجود دارد. اجرام کوچک‌تر با شعاع کمتر از حدود 50 کیلومتر و با شکل‌های بی‌نظم، انتظار می‌رود که باقی مانده‌های برخورد باشند که در زمان شکستن از جرم اصلی جدا شده‌اند.

اندازه‌ی اجرام کمر بند کویپیر می‌تواند از اندازه‌ی درخشندگی حاصل از بازتاب نور خورشید تخمین زده شوند، البته تنها در صورتی که بازتاب سطحی (آلبدو) آن‌ها شناخته شده باشد. در مواردی که هر دو نور بازتابی و تابش گرمایی در طول موج‌های بلند اندازه‌گیری شود، محاسبه هر دو ویژگی ابعاد و آلبدو سطح ممکن خواهد بود. این “تکنیک رادیومتری” به طور گسترده‌ای در مطالعه‌ی سیارک‌ها استفاده شده است و به وسیله‌ی اندازه گیری‌های مستقل روی اندازه‌هایی از سیارک‌ها، دقت خیلی بالایی پیدا کرده است. اجرام فرانپتونی به دلیل دوری زیاد از خورشید خیلی سرد هستند (حدود 30 تا 50 کلوین)، در نتیجه تابش حرارتی آن‌ها خیلی ضعیف است و قله‌ی جسم سیاه آن در نزدیکی طول موج 100 میکرومتر بدست می‌آید. تابش حرارتی در طول موج‌های بلند، در نوارهای طول موج کمی از تلسکوپ‌های زمینی می‌تواند اندازه گیری شود، اما تلسکوپ‌های بسیار حساسی در تلسکوپ فضایی اسپیتزر استفاده شده است با توانایی پیدا کردن تابش‌های فوق العاده ضعیفی در 24 و 70 میکرومتر. برای تقریباً 40 جرم قنطورسی و فرانپتونی، تابش حرارتی در یک یا هر دوی این طول موج‌ها به وسیله‌ی اسپیتزر اندازه‌گیری شده‌اند و اندازه‌ی اجرام، از این اطلاعات و اندازه‌گیری‌های زمینی در طول موج مرئی استنتاج می‌شود (بازتاب نور خورشید). ابعاد اجرام زیادی با قدر کم، با دقت 10 تا 20 درصد شناخته شده است و آلبدو سطح آن‌ها در بازه وسیع حدود 3 تا 85 درصد دیده شده است.

چگالی متوسط، بازتابی از مواد تشکیل دهنده داخلی است، به طور فوق العاده‌ای متناسب با خرده‌هایی از یخ، مواد سنگی و به خوبی پرمغذ است.

اطلاعات مشابهی در چگالی متوسط و پرمغذ برای تعداد کمی از سیارک‌ها و دنباله‌دارها در دسترس شده‌اند، که مقایسه را برای اجرام کوچک اصلی در هر دو منطقه داخلی و خارجی منظومه شمسی ممکن می‌کنند. چگالی‌های محاسبه شده از فرانتون‌ها با بازه‌ی عریض‌شان از حدود 0.5 تا نزدیک 3 گرم بر سانتی‌متر مکعب محققان را شگفت زده کرد. چگالی پلوتو 2.03 گرم بر سانتی‌متر مکعب است، مشابه یک مخلوط داخلی از سنگ و یخ. فرانتون‌هایی با چگالی‌های کمتر از 1 گرم بر سانتی‌متر مکعب، با درجه‌های مختلف منفذدار هستند. در بعضی موارد، مثل 1999 TC36 (47171) چگالی کم مستلزم این است که 50 تا 75 درصد آن فضای خالی باشد.

تعداد زیادی از مشخصات فیزیکی در توده‌ی فرانتون‌ها نشانه‌های مهمی از مبدا و تحولات‌شان حمل می‌کنند. برای مثال، اتفاق دوتایی‌ها نمی‌تواند به وسیله‌ی برخوردهای نزدیک و تصادف‌ها در جمعیت فرانتون‌ها که در حال حاضر وجود دارند، توضیح داده شود. در عوض، به نظر می‌رسد باقی مانده‌ی جمعیت بزرگتر اولیه‌اند که در آن برخوردهای چندگانه و برخورد متقابل به مراتب شایع‌تر از امروز بودند. محدوده‌ی گسترده‌ای در چگالی متوسط فرانتون‌ها و قنطورس‌ها، به چالش می‌اندازد ما را برای کشف سناریو اطلاعات، تاریخ برخوردها و فرآیندهای حرارتی داخلی. با اکتشافات همزمان در مورد مشخصات فیزیکی و مواد تشکیل دهنده‌ی دنباله‌دارها، با فرض سرچشمه گرفتن از کمر بند کویبیر، نتایج شگفت‌انگیزی در اجرام غیر هم‌جنس بدست آمد که شامل بخش زیادی از مواد معدنی در دمای بالا از منطقه‌ای در سحابی خورشیدی، نزدیک‌تر از فاصله عطارد تا خورشید است و همچنین مواد متراکمی که در فاصله‌های زیاد از خورشید یافت می‌شوند.

مطالعات رصدی روی مواد تشکیل دهنده‌ی فرانتون‌ها، قنطورس‌ها و دنباله‌دارهایی که از کمر بند کویبیر می‌آیند، وابسته‌اند به کیفیت بالای داده‌های رصدی، که اساساً با تلسکوپ‌های زمینی بدست آمده است.

بیشتر اطلاعات طیف تشخیصی در نزدیک فروسرخ اتفاق می‌افتد، با محدوده‌ی طیفی 1.0 تا 2.5 میکرومتر که اطلاعات زیادی را در مورد یخ‌ها و بعضی مواد معدنی در لایه‌های سطحی با خود حمل می‌کنند. خوشبختانه این منطقه‌ی طیفی با تلسکوپ‌های زمینی قابل شناسایی و خواندن است. گرچه مشاهدات دریافتی کمی محدود شده به کاوش اپتیکی سطح فرانتون‌ها، و برای کشف مواد تشکیل دهنده‌ی زیر سطح باید بیشتر مادون قرمز باشند تا اندازه‌گیری‌های مستقیم. تلسکوپ‌های بزرگ‌تر و طیف سنج‌های پیشرفته محدوده‌ی اجرامی که می‌توانند مشاهده می‌شوند را گسترده می‌کنند، اما یک محدودیت اساسی بیرون از رصدخانه، کمی داده‌های آزمایشگاه‌های طیف سنجی هست بر روی مواد معدنی‌ای که برای موجود بودن در سطح فرانتون‌ها، قنطورس‌ها و دنباله‌دارها، داوطلب هستند.

مطالعات اخیر روی فرانتون‌ها برای کشف اجرام قابل مقایسه و حتی اندازه‌های بزرگ‌تر از پلوتو شروع شده است. اکثر فرانتون‌های بزرگ به اندازه‌ی کافی درخشان هستند تا برای مطالعات جزئیات فیزیکی مناسب باشند و اکثر فرانتون‌ها، مثل پلوتو، تاریخ‌های فیزیکی و دینامیکی منحصر به فردی دارند.

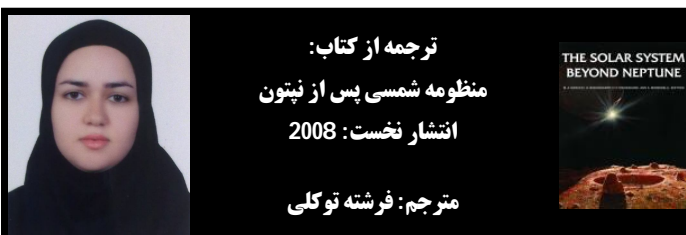
در کل بزرگ‌ترین فرانتون‌ها در نوع مواد تشکیل دهنده‌ی سطح، حضور قمرها و چگالی بسیار متفاوت ظاهر می‌شوند، احتمالاً سه تا یا بیشتر از فرانتون‌ها در اندازه‌ی بزرگ، در انتظار کشف شدن هستند، اما ممکن است ده‌ها یا صدها جرم در فاصله‌ی منطقه‌ای که Sedna اقامت دارد، مدارش در حدود 11000 سال است، وجود داشته باشد.

از جمله اجرام بزرگی که شناسایی شده‌اند، سدنا (Sedna) با فاصله متغیر از تمام جمعیت فرانتون‌ها است. سدنا یک حوض خورشیدی فراتر از مرکز اصلی (بیشتر از دوبرابر نصف محور بزرگ نپتون)، یک گریز از مرکز مداری بی نهایت و یک اوج (نزدیکترین فاصله تا مرکز بیضی) در 927 واحد نجومی دارد.

با وجودی که کشف این اجرام، نشان‌های از یک جمعیت بزرگ در این فاصله است، اما هیچ بررسی‌ای برای تشخیص موفق اشیا کم نور در فاصله‌ی دور وجود ندارد. چهار عدد از بزرگترین فرانتون‌های شناخته شده، (Sedna ، Pluto ، Eris و 2005 FY) طیف حاکم بر سطح‌شان متان منجمد شده است، اما مشخصات سطح در هر جرم متفاوت است. Eris در حال حاضر بزرگترین جرم شناخته شده در این جمعیت است با بازتاب سطحی قابل توجه در حدود 0.87، و یک قمر که Dysnomia نامیده می‌شود.

برجسته‌ترین تفاوت بین بزرگ‌ترین فرانتون‌ها و باقیمانده‌ی این جمعیت، حضور بخار در طیف اجرام بزرگ در مقایسه با طیف اجرام کوچک‌تر است که طیف‌شان هیچ جنبه‌ی بخصوصی ندارد. تمام اجرام بزرگ حضور برخی یخ‌ها را در سطح‌شان نشان می‌دهند.

تحقیقات بر روی مواد تشکیل دهنده‌ی سطح فرانتون‌ها و قنطورس‌ها شامل اندازه‌گیری‌هایی از رنگ، شکل و شیب توزیع انرژی طیفی از بازتاب نور خورشید، و مشاهدات طیف سنجی برای شناسایی مولکول‌ها و موادهای معدنی بخصوص انجام گرفته است. داده‌های آزمایشگاهی، با دقت‌های مختلف طیفی در فواصل طول موج‌های مختلف، برای یخ‌ها، موادهای معدنی و مواد نسوز آلی، مجموعه‌ای از ثابت‌های اپتیکی و طیفی بدست می‌دهد (شاخص‌های انکساری مختلط) با تفکیک‌های طیفی متفاوت در فواصل طول موج‌های متفاوت بدست می‌دهد. در موارد مختلف داده‌های رصدی، دقت و ناحیه‌های طول موج ناکافی یا نامناسب بدست می‌دهند و تا زمانی که رصدها نتوانند وضوح تصویر یا منطقه طیفی دلخواه را بسازند، این ضروری هست که داده‌های آزمایشگاه تحت شرایط مناسب و در راه‌های مناسب گرفته شوند. توجه داشته باشید که شاخص پیچیده انکساری از یخ‌ها، مواد آلی و مواد معدنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، زیرا در محاسبات مدل انتقال تابشی از طیف‌های مصنوعی برای مطابقت با داده‌های رصدی استفاده می‌شوند. این شاخص‌ها اغلب بسیار دشوار اندازه‌گیری می‌شوند، اما اهمیت آن‌ها در بدست آوردن مدل‌های طیف فرانتون‌ها و قنطورس‌ها، گاهی اوقات با پنج ماده‌ی مختلف، تأکید شده است. برای تأکید بر ماهیت و اهمیت پیچیده‌ی مواد جامد آلی مقاوم، همین بس که برای برخی از اجرام منظومه شمسی خارجی، با رنگ‌های قرمز تنها این مواد آلی هستند که با ویژگی‌های طیفی به دست آمده از تلسکوپ مطابقت می‌کنند. با وجود تشخیص ناقص و غیر دقیق آن‌ها، یک رده از مواد آلی مقاوم به نام تولین (Tholin)، مواد آلی انتخابی در مدل‌سازی سطح اجرام منظومه شمسی خارجی انتخاب شده‌اند، زیرا تنها موادی هستند که ثابت‌های اپتیکی قابل اطمینان و به آسانی در دسترس دارند. با وجود محدودیت‌های آن‌ها، تولین‌ها علتی برای رنگ‌های اجرام بسیار بزرگ در منظومه شمسی یافت شده‌اند، اجرامی شامل قمرهای سیاره‌ای، بعضی سیارک‌ها، قنطورس‌ها و فرانتون‌ها.



The Solar System Beyond Neptune: Overview and Perspectives

M. Antonietta Barucci¹, Hermann Boehnhardt², D. P. Cruikshank³, Alessandro Morbidelli⁴

¹Observatoire de Paris

²Max-Planck-Institut für Astronomie Lindau

³NASA Ames Research Center

⁴Observatoire de la Cote d'Azur

1. INTRODUCTION

We are in a new era in which the frontiers of our solar system have been completely redefined, thanks to the discoveries of Centaurs and transneptunian objects (TNOs). As of 2007, 15 years after the first discovery, more than 1200 new icy bodies have been detected and observed at increasingly greater distances from the Sun. The discovery of the TNOs resulted in the immediate realization that Pluto is a member of a much larger population. A resolution of the International Astronomical Union (August 24, 2006) defined a new category of objects, the “dwarf planets,” and Pluto was recognized as the prototype of this group.

Fifteen years of discoveries and advanced studies give today a completely new view of the solar system beyond Neptune, which has allowed us to develop new models of the formation and evolution of our planetary system. These icy bodies can be considered the remnants of the external planetesimal swarms and they can provide essential information and constraints on the processes that dominated the evolution of the early solar nebula, as well as of other planetary systems around young stars.

Different terms are used in reference to these icy bodies. Many authors use “Kuiper belt objects,” as this was the historical terminology used immediately after the first discoveries and is still very common in the literature. Although other names were used, for example, “Edgeworth-Kuiper objects,” we prefer and we suggest the use of the more neutral name TNOs to avoid the controversy over who first hypothesized the existence of this population.

The discovery of Pluto by Tombaugh in 1930 triggered early ideas concerning solar system objects beyond the orbit of Neptune, at a time where neither the Kuiper belt nor the Oort cloud of comets was known (although many comets in long-periodic orbits had been observed, e.g., the work of Edgeworth and Kuiper in the 1940s and 1950s). Later, in 1982, a more conclusive study by Fernandez and Ip argued for the existence of a source of short-periodic comets close to the ecliptic and beyond the known planetary orbits. About 10 years later, Jewitt and Luu discovered the object 1992 QB1, now numbered 15670, the first body in a near-circular orbit beyond Neptune. This was an epochal astronomical discovery, since it triggered within a few months the detections of further asteroid-like objects in the outskirts of the planetary system. It did not take longer than two to three years to find the first ~100 distant bodies, representative of a remnant entity from the formation period of the planetary system,

However, the discovery story was — and most likely still is — not yet over, leading to the recognition of a “zoo of transneptunian objects” with distinct orbital and physical properties.

The science of the solar system beyond Neptune is continuously and rapidly evolving. The understanding of this region is one of the most active research fields in planetary science at the present, and many new discoveries can be expected in the coming years. The study of this region and the objects it contains will contribute to the understanding of the still puzzling formation age of the solar system.

2. THE TRANSNEPTUNIAN OBJECT POPULATION

Why do we study the transneptunian population? This population carries the scars of the accretional and evolutionary processes that sculpted the current form of the outer solar system. To understand the history of a rock, the radioactive elements are the most useful, even if they are often a negligible fraction of the total rock mass. Likewise, in our quest to understand the evolution of the solar system, the small bodies appear to provide the richest information, even if their total mass is negligible with respect to that of the planets.

In addition to the physical properties of TNOs, which give us information on the thermal and chemical processes in the outer protoplanetary disk — when and where the objects formed — there are two broad characteristics of the TNO population that give us fundamental clues to unveil the history of the solar system: the size distribution and the orbital distribution.



Determining the orbits of TNOs is made difficult by their faintness and the associated complications in following them for several months. These objects, by definition (and unlike most other solar system bodies), are observed only over very short orbit arcs. Here one should remember that Pluto has moved only 155° in true anomaly since its discovery, i.e., less than 45% of its orbit around the Sun. Hence, specific methods for orbit determination are developed, allowing statistical predictions of ephemeris uncertainties that can help improve the orbital parameters by new measurements. Nonetheless, a substantial fraction of the discovered bodies are not reobserved early enough to ensure future secure recovery, and many objects are still lost.

It is now certain that the size distribution of TNOs is very steep at the large size end. The exact value of the exponent of the differential distribution is still debated, but should be between -5 and -4 . Pluto and its companions of comparable size fit this. Therefore they appear not to be a special category of objects, but rather the largest statistical members of the TNO population. The steep size distribution cannot extend indefinitely to small sizes, otherwise the total mass of the population would be infinite. Therefore, the size distribution has to “roll over” toward a power law with a shallower slope. The size at which the change in the power-law exponent occurs is a subject of debate. Previous work, using published results and new HST observations that showed a deficit of objects at apparent magnitude ~ 26 , claimed that the rollover is at a diameter range of about 100–300 km.

The current uncertainty in the size distribution of TNOs does not allow a precise assessment of the total mass of the population. Current estimates range from 0.01 to a few times $0.1 M_\oplus$. Upper estimates on the total mass also come from the absence of detected perturbations on the motion of Neptune and of Halley-type comets. Whatever the real value, it appears low (by 2 to 3 orders of magnitude) with respect to the primordial mass in the transneptunian region inferred from a radial extrapolation of the solid mass contained in the giant planets. In terms of mass deficit, therefore, the transneptunian region is similar to the asteroid belt.

The steep size distribution at large sizes is usually interpreted as a signature of the accretion process, whereas the shallower slope at small sizes is expected to be the consequence of collisional erosion. The accretion and erosion are occurring contemporaneously. While the larger bodies are still growing, they excite the orbital eccentricities and inclinations of the small bodies, whose mutual collisions start to become disruptive. Because the dispersion velocity of the small bodies is on the order of the escape velocity from the largest bodies, the system is always on the edge of an instability.

If some processes (collisional damping, gas drag, weakened solar radiation due to the low optical depth of dust population) reduce somewhat the dispersion velocity of the small bodies or the evacuation rate of the dust, then accretion wins and a substantial fraction of the total mass is incorporated in large, unbreakable bodies. If, conversely, some external perturbation (from a fully grown planet or close stellar passages) enhances the velocity dispersion, then the accretion stalls, and most of the mass remains in small bodies, is eventually ground down to dust size, and is then evacuated by radiation effects.

A crucial issue is the understanding of how the orbital structure of the TNOs discovered so far is influenced by observational biases. Some biases are easy to model, in principle; they depend on the pointing history and limiting magnitude of the surveys. Unfortunately, this information is not available for many surveys, in particular those from the early years of TNO discoveries. Other biases are more subtle. For instance, objects that receive incorrect provisional orbits might not be recovered later because of the wrong ephemeris, and therefore are lost. The objects that are not lost are those for which the provisional orbits are correct. In such a circumstance, the resulting catalog of transneptunian orbits looks extremely similar to what the person assigning provisional orbits had in mind! Luckily the situation is not that paradoxical. Modern (and future) surveys give special attention to careful follow-up of the discovered objects in order to be able to determine the orbits accurately, without the need of a priori assumptions. Thus, today some features in the picture of the orbital structure of the transneptunian population appear secure and not due to biases.

3. TRANSNEPTUNIAN OBJECT PHYSICAL PROPERTIES

Knowledge of the composition and properties of these icy bodies forming the TNO population would help in better understanding the processes that shaped the solar nebula at large heliocentric distances and that determined the formation and evolution of the planets.

The availability of very large ground based telescopes (8 and 10 m) and telescopes in space (the Hubble and Spitzer telescopes), equipped with modern sensors in many wavelength regions, has enabled observational studies of the physical properties of a significant number of TNOs. In addition to information about surface composition, the observations have given us fundamental information about the bulk properties of several TNOs. Those properties include the size, shape, presence of satellites, and in some instances the bulk density and porosity. Knowledge of bulk properties is critical to an understanding of the origin and evolution of TNOs.

Photometric observations over time can give insight into the shape of a solar system body that is too small or distant to be seen with any spatial resolution, and nearly a century of electronic photometry with telescopes has taught astronomers how to do this well. Seen from Earth, an object of spherical shape and uniform surface brightness will give a steady brightness as it rotates, while an irregular shape (or nonuniform surface brightness) will result in a light curve of variable brightness over time. Experience has shown that the largest bodies have near-spherical shapes and that their variable light curves result from an irregular surface brightness (e.g., Pluto). Somewhat smaller bodies have irregular shapes, and those shapes, rotation periods, and orientation of the spin axes can be determined from precision photometric measurements made over time. The measured rotation periods of TNOs larger than about 50 km in radius range from about 3 to 18 h, with the peak in the frequency distribution at 8–9 h; there is very little information on smaller objects in the TNO population. Objects less than about 50 km in radius are expected to be collisional remnants, with irregular shapes generated at the time of disruption of the original body.

The size of a KBO can be estimated from a measurement of the brightness of the sunlight reflected from it, but only if the reflectance (albedo) of its surface is known.

In cases where both the reflected light and the thermal radiation at long wavelengths can be measured, it is possible to calculate both the dimensions of the object and its surface albedo. This “radiometric technique” has been extensively used in asteroid studies, and is well calibrated from many independent measurements of the sizes of asteroids. Transneptunian objects are very cold (~30 to 50 K) because of their great distance from the Sun, and consequently their thermal radiation is very weak and reaches its blackbody peak at a wavelength near 100 μ m. Long-wavelength thermal emission can be measured in a few wavelength bands from Earth-based telescopes, but the most sensitive telescope used in this work is the Spitzer Space Telescope, with capabilities to detect exceedingly weak radiation at 24 and 70 μ m. For approximately 40 Centaurs and transneptunian objects, the thermal emission at one or both of these wavelengths has been measured by Spitzer, and the sizes have been derived from these and ground based measurements of the visible radiation (reflected sunlight). Their dimensions are thus known with precision on the order of 10% or 20%, and their surface albedos are seen to range widely from about 3% to 85%, with most objects having low values.

Patterns have begun to emerge from statistical studies of albedos and colors, such that the redder TNOs and Centaurs have higher albedos than those with more neutral spectral reflectances.

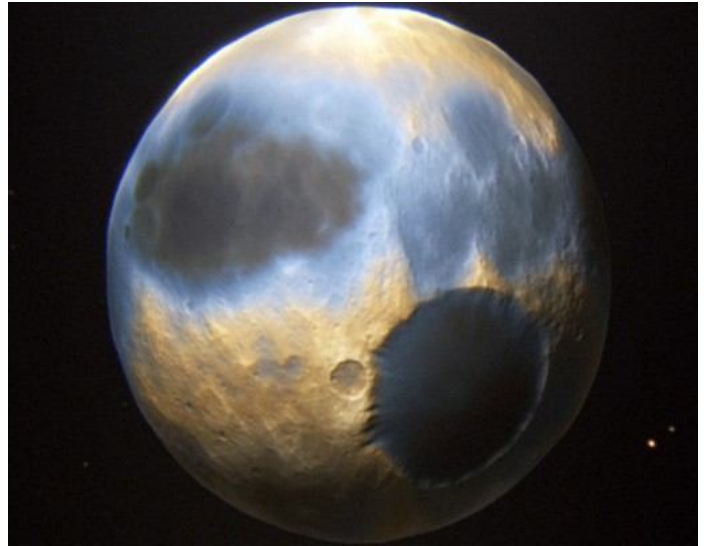


Additionally, albedo appears to be correlated with an object's mean heliocentric distance, diameter, and spectral reflectance. Several possible trends of colors and orbital elements are existed. In particular, there is a well-known correlation between color and orbital inclination. Highly inclined classical objects have diverse colors ranging from gray to red, while low-inclination classical objects are mostly very red. The significance of these relationships in terms of the origin, evolution, and space environment of TNOs and Centaurs has only just begun to be explored. A taxonomic scheme based on multivariate statistics is proposed to distinguish groups of TNOs having the same colors. The differences among these groups could provide some evidence on the evolution processes affecting the TNO population.

Satellites have been detected for several TNOs and a few Centaurs using optical methods of high-resolution imaging. Most TNO satellites have been found with the Hubble Space Telescope, while adaptive optics with ground based telescopes has revealed others. When the orbital period and distance of the satellites can be determined, the mass of the primary body can be calculated from Kepler's third law, and the mass of the satellite can be estimated. Nearly 10% of the TNOs studied at high spatial resolution from ground based telescopes have one or more known satellites. Pluto has three known.

In a few cases, TNOs having satellites are also sufficiently large to be detected at thermal wavelengths, as with the Spitzer Space Telescope. In those special cases, it is possible to combine the mass determinations with the size of the body in order to calculate its mean density. The mean density is reflective of the internal composition, particularly the relative fractions of ices, rocky material, and metals, as well as the porosity. Similar information on mean density and porosity has become available for a few asteroids and comets, making it possible to compare small bodies originating in both the outer and inner regions of the solar system. The calculated densities of TNOs have surprised investigators by their wide range, from ~ 0.5 to nearly 3 g/cm^3 . Pluto's density is 2.03 g/cm^3 , corresponding to an internal mix of rock and ice. The TNOs with densities less than 1 g/cm^3 are presumed to be porous to varying degrees. In some cases, e.g., (47171) 1999 TC36, the low density requires that some 50–75% of the interior consists of void space.

Many of the bulk physical properties of TNOs carry important implications for their origin and evolution. The occurrence of binaries, for example, cannot be explained by close encounters or collisions in the TNO population that presently exists.



Instead, it appears to be a remnant of the early, larger, population in which multiple encounters and mutual collisions were far more frequent than is possible today.

The wide range in mean density of TNOs and Centaurs challenges us to explore scenarios of formation, collisional history, and internal thermal processing. Concurrent discoveries about the physical properties and compositions of comets, presumed to originate from the Kuiper belt, have given surprising results on the heterogeneity of these bodies, which include large fractions of high-temperature minerals from regions in the solar nebula closer to the Sun than Mercury, as well as materials representative of condensation at large heliocentric distances.

Observational studies of the compositions of TNOs, Centaurs, and the comets that came from the Kuiper belt depend on high-quality observational data, mostly obtained with ground based telescopes. The most diagnostic spectroscopic information occurs in the near-infrared, with the spectral region at $1.0\text{--}2.5 \mu\text{m}$ carrying much of the information about ices and some minerals in the surface layers of these objects.

Fortunately, this spectral region is readily detectable with ground based telescopes. However, remote sensing observations are limited to probing only the "optical" surfaces of TNOs, and the subsurface composition must mostly be inferred rather than measured directly.

Larger telescopes and improving spectrometers continue to expand the range of objects that can be observed, but a fundamental limitation outside the observatory is the paucity of laboratory spectroscopic data on candidate materials on the surfaces of TNOs, Centaurs, and comets.

Recently surveys of TNOs have begun to reveal objects of comparable and even larger size than Pluto. Most of the large TNOs are sufficiently bright for detailed physical study and most of the TNOs, like Pluto, have unique dynamical and physical histories. As a whole, the largest TNOs appear to be more diverse in surface composition, presence of satellites, and density. It is probable that about three more TNOs of large size await discovery, but perhaps tens to hundreds more can exist in the distant region where Sedna resides during its 11,000-year orbit. Among the large objects detected, Sedna appears dynamically distinct from the entire transneptunian population. It has a perihelion beyond the main concentration (more than twice the semimajor axis of Neptune) and an extreme eccentric orbit with an aphelion at 927 AU.

Although the discovery of such objects presages a large population in the distant region, no surveys for fainter objects have yet succeeded in detecting such distant objects. The four largest known TNOs (Eris, Pluto, Sedna, and 2005 FY₉) have surfaces spectrally dominated by frozen methane, but the surface characteristics differ on each body. Eris is currently the largest known object of the population, with a remarkably high albedo of about 0.87, and a satellite, named Dysnomia.




The most striking difference between the largest TNOs and the remainder of the population is the presence of volatiles in the spectra of the large objects compared to relatively featureless spectra of the smaller ones. All the large objects show the presence of some ices on their surfaces.

Investigations of the surface compositions of TNOs and Centaurs consist of measurements of color, i.e., the shape and slope of the spectral energy distribution of reflected sunlight, and spectroscopic observations aimed at the detection of specific molecules and minerals. The enabling laboratory data for ices, minerals, and refractory organic materials consist of a miscellany of spectra and optical constants (complex refractive indices) obtained at various spectral resolutions over various wavelength intervals. In many cases the resolution and wavelength regions are inadequate or inappropriate for the observational data at hand, and since the observations cannot be made at any arbitrary resolution or spectral region, it is essential that the laboratory data be taken under the appropriate conditions and in the appropriate ways.

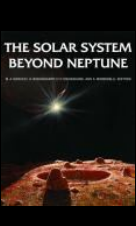
As they note, the complex refractive indices of ices, organic materials, and minerals are of special importance because they are used in radiative transfer model calculations of synthetic spectra to match the observational data. These indices are often very difficult to measure, but their importance is underscored by the successes that have been achieved in modeling TNO and Centaur spectra, sometimes with as many as five different materials.

To emphasize the nature and importance of complex refractory organic solids, because for some outer solar system bodies with especially red colors, only these organics have been able to match the spectral characteristics obtained at the telescope. Imperfect and imprecisely diagnostic as they are, a class of refractory organics called Tholins has proven to be the organic material of choice in modeling the surfaces of outer solar system bodies, in part because they are the only materials for which reliable optical constants are readily available. Whatever their limitations, the Tholins are found to account for the colors of a great many bodies in the solar system, including planetary satellites, certain asteroids, Centaurs, and TNOs.



This translation of book: *The Solar System Beyond Neptune*
 First publish: 2008

Translator: Fereshte Tavakkoli



Nowruz

Nowrūz is the name of the Persian New Year in Iranian calendars and the corresponding traditional celebrations. Nowruz is also widely referred to as the "Persian New Year".

Nowruz is celebrated and observed in Iran and the related cultural continent and has spread in many other parts of the world, including parts of India, Central Asia, Caucasus, South Asia, Northwestern China, the Crimea and some groups in the Balkans. In Iran, Nowruz is an official holiday lasting for 13 days during which most national functions including schools are off and festivities take place.

Nowruz marks the first day of spring and the beginning of the year in the Iranian calendar. It is celebrated on the day of the astronomical Northward equinox, which usually occurs on March 21 or the previous/following day depending on where it is observed. As well as being a Zoroastrian holiday and having significance amongst the Zoroastrian ancestors of modern Iranians, it is also celebrated in parts of the South Asian sub-continent as the New Year. The moment the Sun crosses the celestial equator and equalizes night and day is calculated exactly every year and Iranian families gather together to observe the rituals.

The UN's General Assembly in 2010 recognized the International Day of Nowruz, describing it as a spring festival of Persian origin which has been celebrated for over 3,000 years. During the meeting of The Intergovernmental Committee for the Safeguarding of the Intangible Heritage of the United Nations, held between 28 September – 2 October 2009 in Abu Dhabi, Nowrūz was officially registered on the UNESCO List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity.

Nowruz and the spring equinox

Illumination of the Earth by the Sun on the day of equinox, (ignoring twilight). The first day on the Iranian calendar falls on the March equinox, the first day of spring, around 20 March. At the time of the equinox, the sun is observed to be directly over the equator, and the north and south poles of the Earth lie along the solar terminator; sunlight is evenly divided between the north and south hemispheres.

In c. the 11th century CE major reforms of Iranian calendars took place and whose principal purpose was to fix the beginning of the calendar year, i.e. Nowrūz, at the vernal equinox. Accordingly, the definition of Nowruz given by the Iranian scientist Ṭūsī was the following: "the first day of the official new year [Nowruz] was always the day on which the sun entered Aries before noon".

<http://en.wikipedia.org/wiki/Nowruz>

JOE 27

Journal of Occultation and Eclipse
International Occultation Timing Association/Middle East
March 2013

IOTA/ME Board:

President: Atila Poro

Vice-President: Dr. Mohammad Reza Norouzi

Executive: Mohammad Reza Shafizadeh

Public Relations: Dr. Marjan Zakerin

Senior Consultant: Koorosh Rokni

IOTA-TECH President: Arya Sabouri

Scientific Director (Department of Eclipse): Amir Hassan 'zadeh

Scientific Director (Department of Occultation): Atila Poro

مدیران IOTA/ME:

– ریاست: آتیلا پرو

– نائب رئیس: محمد رضا نوروزی

– مدیر اجرایی IOTA/ME: محمد رضا شفیق زاده

– ارتباطات عمومی: مرجان ذاکرین

– مشاور ارشد: کوروش رکنی

– رئیس دپارتمان IOTA-TECH: آریا صبوری

– مدیر علمی دپارتمان گرفت: امیر حسن زاده

– مدیر علمی دپارتمان اختنا: آتیلا پرو

Web site: www.iota-me.com and www.iota-me.ir

Email: iotamiddleeast@yahoo.com