بررسی چگونگی تاثیر اوج و حضیض مدار ماه و زمین در پیدایش انواع خورشید گرفتگی و پراکندگی آن در سال

نگارنده: محمد سلطان الکتابی

msoltanolkotabi@gmail.com

چکیده:

بیضوی بودن مدار ماه به دور زمین و نیز مدار زمین به دور خورشید سبب میشود اندازه ظاهری ماه و خورشید در زمان های مختلف، متغیر باشد. اگرچه این تغییرات در حدی نیست که با چشم برهنه ملموس باشد، از طریق عکاسی قابل ثبت می باشد. این تغییرات به ظاهر اندک باعث پدیده های نجومی زیبایی از جمله خورشید گرفتگی می شود. در این پژوهش، نگارنده ضمن مقایسه اندازه ظاهری ماه و خورشید در حالات مختلف از طریق عکاسی، با مطالعه و بررسی انواع خورشید گرفتگی ها در یک بازه زمانی پنجاه ساله، تاثیر این تغییرات را بر پدیده خورشید گرفتگی و چگونگی پراکندگی آن در فصول مختلف سال می پردازد.

کلمات کلیدی: اوج و حضیض، خورشید گرفتگی، ماه، خورشید

روش پژوهش:

برای بررسی نقش اوج و حضیض در وقوع پدیده خورشید گرفتگی، سعی شد در حالات نزدیک به اوج و حضیض از هر یک از اجرام ماه و خورشید عکاسی شود. با مقایسه اندازه ظاهری ماه و خورشید در زمان های مختلف میزان این تغییرات بررسی و به تصویر کشیده شد. در ادامه با مطالعه مدار ماه و زمین، امکان وقوع انواع خورشید گرفتگی در طول سال و پراکندگی آن در تاریخ های مختلف به صورت تئوری مورد تحلیل قرار می گیرد. به علاوه طولانی ترین کسوف های حلقوی و کامل در یک بازه زمانی چند هزار ساله بررسی و ارئه می گردد. همچنین با بررسی خورشید گرفتگی های نیمه اول قرن بیست و یکم میلادی، تاریخ وقوع آن، مدت زمان بیشینه هر گرفت و تحلیل آن به صورت کمی، نتیجه آن در قالب نمودارهای گرافیکی ارائه می شود و نحوه پراکندگی هر نوع خورشید گرفتگی در طول سال تحلیل می شود.

مقدمه:

مدار حرکت زمین به دور خورشید و ماه به دور زمین، مانند مدار بسیاری از اجرام سماوی بیضی شکل است، لذا جرم مورد نظر گاهی در مدارش به دور جرم دیگر دور و نزدیک می شود.

خروج از مرکز یکی از پارامترهای مداری است که بیانگر مقدار کشیدگی مدارهای بیضوی شکل و برای بیضی عددی بین صفر و یک می باشد. هرچه مدار یک جسم بیضی تر باشد خروج از مرکز آن از صفر فاصله گرفته و به یک نزدیک تر می شود.

خروج از مرکز زمین در حال حاضر ۰,۰۱۶۷ و این پارامتر برای ماه در حدود ۰,۰۵۵۵ می باشد، لذا میزان کشیدپی مدار ماه به دور زمین به مراتب بیشتر از کشیدگی مدار زمین به خورشید است. بیضوی بودن مدار باعث می شود که فاصله جرم مورد نظر تا جرم مرکزی در نوسان باشد. وقتی این فاصله کمینه باشد آن را حضیض و هنگامی که بیشینه باشد آن را اوج می نامیم.

در ادامه اوج و حضیض مداری ماه و زمین را به طور جداگانه در بازه زمانی مشخص بررسی کرده و به تحلیل آن می پردازیم.

زمین هر ساله در نیمه تیر ماه یعنی حدود دو هفته پس از انقلاب تابستانی در نیمکره شمالی به اوج مداری خود می رسد و شش ماه بعد در نیمه دی ماه یعنی نزدیک به دو هفته پس از انقلاب زمستانی در نیمکره شمالی در حضیض مداری قرار می گیرد. در جدول 1، اطلاعات مربوط به اوج و حضیض مداری زمین در بازه زمانی سالهای 1400 تا 1403 خورشیدی به وقت تهران، ملاحظه می شود.

فاصله (کیلومتر)	ساعت	اوج	فاصله (کیلومتر)	ساعت	حضیض	سال خورشیدی
152100527	2:057	15 تیر	147105052	10:22	14 دی	1400
152098455	11:40	13 تیر	147098925	19:47	14 دی	1401
152093251	0:36	16 تیر	147100632	4:08	13 دی	1402
152087738	0:24	15 تیر	147103686	16:58	15 دی	1403

جدول 1: اوج و حضیض مداری زمین در سالهای 1400 تا 1403 خورشیدی (منبع: timeanddate)

ماه همزمان تحت گرانش زمین و خورشید است، مدار کشیده تری دارد و اوج و حضیض آن ممکن است در هر فازی اتفاق بیفتد. جدول 2 تغییر فاصله ماه تا زمین را به عنوان نمونه در طول سال 2025 میلادی با محاسبات زمین مرکزی و برای نصف النهار مبدا بررسی می کند.

تاریخ	ساعت	حضیض(کیلومتر)	ملاحظات	تاریخ	ساعت	اوج(کیلومتر)	ملاحظات
Jan 7	23:36	370171		Jan 21	4:56	404298	
Feb 2	2:44	367456		Feb 18	1:12	404881	
Mar 1	21:20	361966		Mar 17	16:38	405752	
Mar 30	5:27	358126		Apr 13	22:49	406294	
Apr 27	16:16	357118		May 11	0:50	406244	
May 26	1:38	359022		Jun 7	10:44	405551	
Jun 23	4:44	363176		Jul 5	2:30	404626	
Jul 20	13:54	368046		Aug 1	20:38	404163	
Aug 14	18:02	369286		Aug 29	15:35	404551	
Sep 10	12:11	364780		Sep 26	9:47	405551	
Oct 8	12:37	359818		Oct 23	23:32	406444	
Nov 5	22:30	356832	+	Nov 20	2:49	406692	-
Dec 4	11:07	356961		Dec 17	6:11	406322	

+ نزدیک ترین حضیض سال -دورترین اوج سال

جدول 2- بررسی اوج حضیض مداری ماه در طول سال 2025 میلادی (منبع fourmilab)

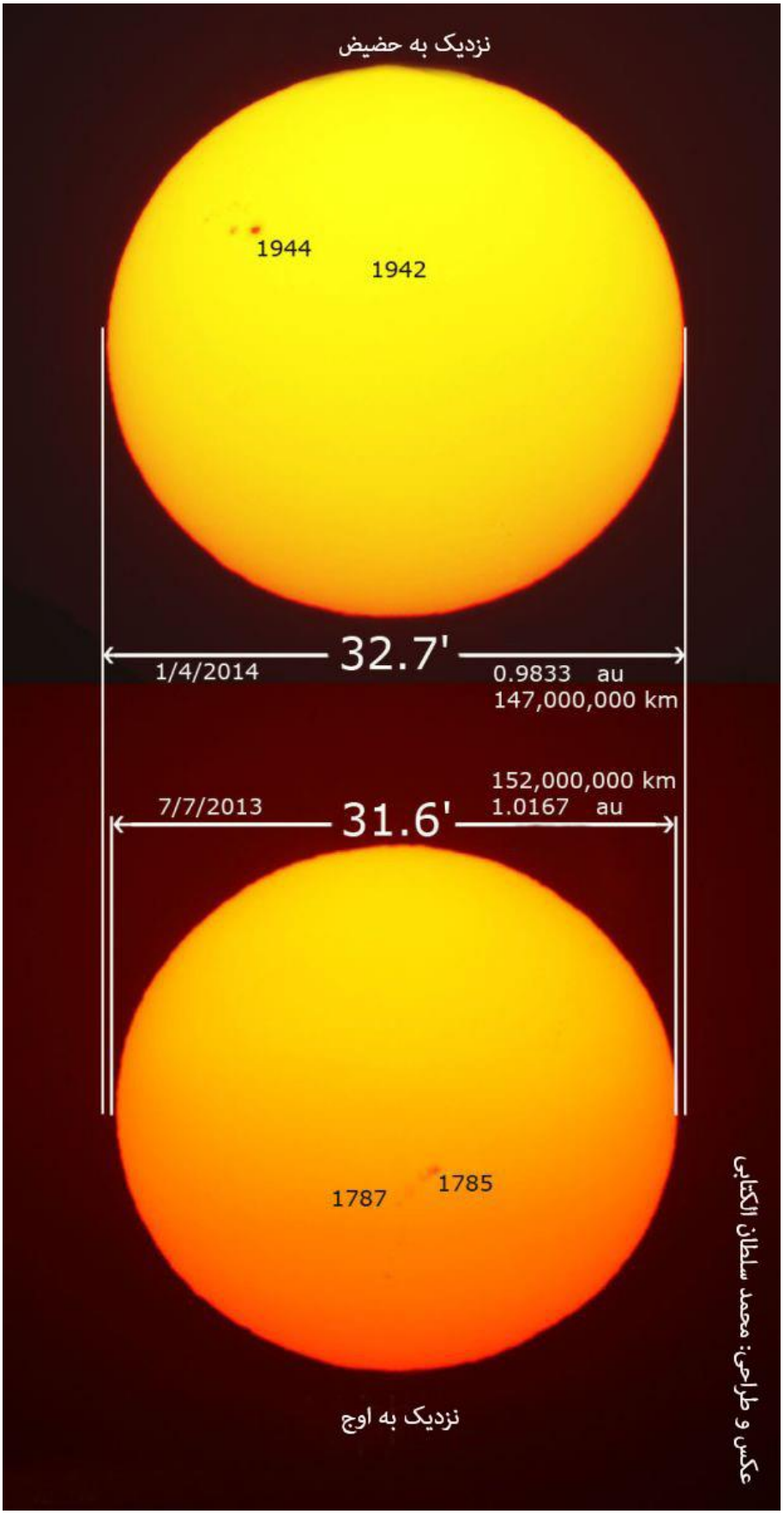
قطر ظاهری خورشید و ماه در آسمان در حدود نیم درجه قوسی است هرچند با تغییر فاصله خورشید تا زمین و زمین تا ماه می توان تصور کرد که اندازه ظاهری قرص آن اندکی

تغییر داشته باشد. این تفاوت کمتر از آن است که از طریق رصد ملموس باشد ولی با عکاسی از قرص خورشید و ماه در حالات اوج و حضیض و مقایسه آن، این تفاوت ها قابل ثبت می باشد.

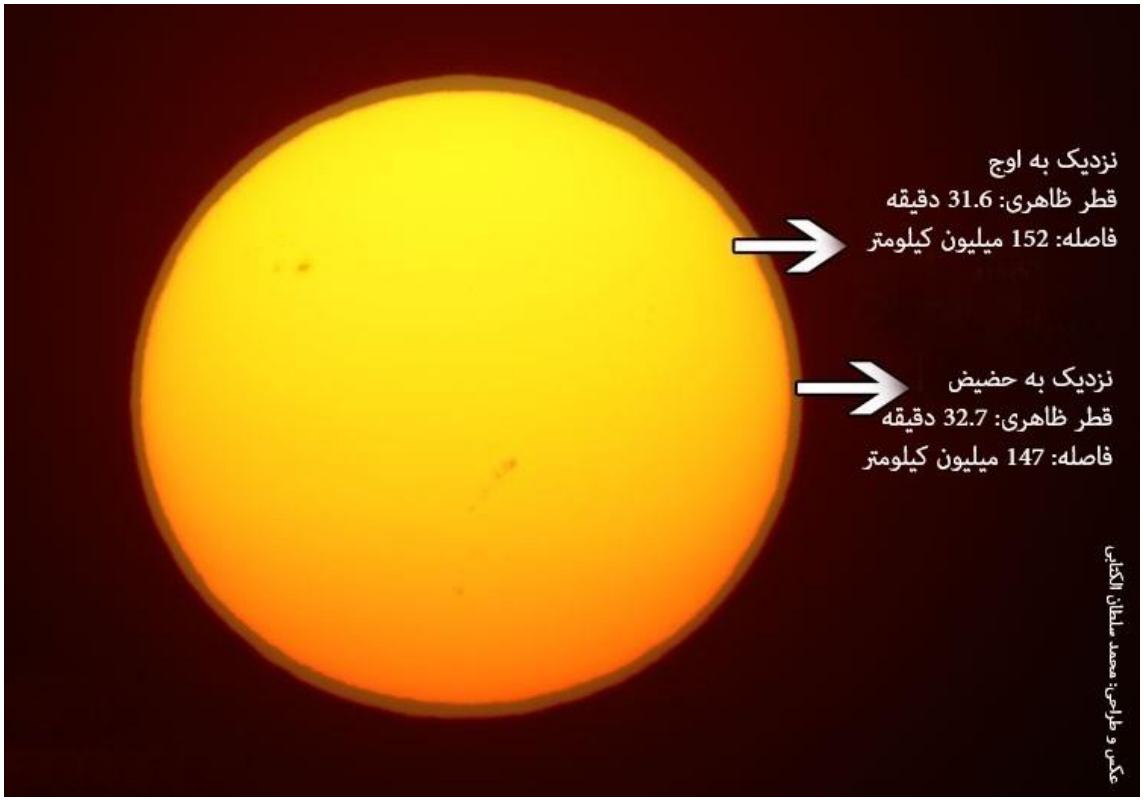
ثبت تغییرات اندازه ظاهری ماه و خورشید در طول سال از طریق عکاسی:

نگارنده در سال 1392 خورشیدی نسبت به عکاسی و ثبت این تغییرات اقدام نمود که نتایج آن در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد. در همه عکسها از یک ابزار واحد (دوربین کنون 450 دی و لنز ثابت 1000 میلیمتر) استفاده شد تا تغییرات اندازه ظاهری به درستی ثبت شود.

در تصویر 1 این تغییرات قابل مشاهده است. در تصویر بالا خورشید در حضیض بوده و قرص ظاهری آن 32.7 دقیقه قوسی است در حالی که در تصویر پایین خورشید در اوج است و قرص ظاهری آن تا 31.6 دقیقه قوسی کوچک می شود. همانطور که در تصویر می بینید تفاوت فاصله زمین تا خورشید در این دو حالت در حدود پنج میلیون کیلومتر است. هرچند تفاوت قرص ظاهری ناچیز به نظر می رسد ولی کاملا مشهود می باشد.



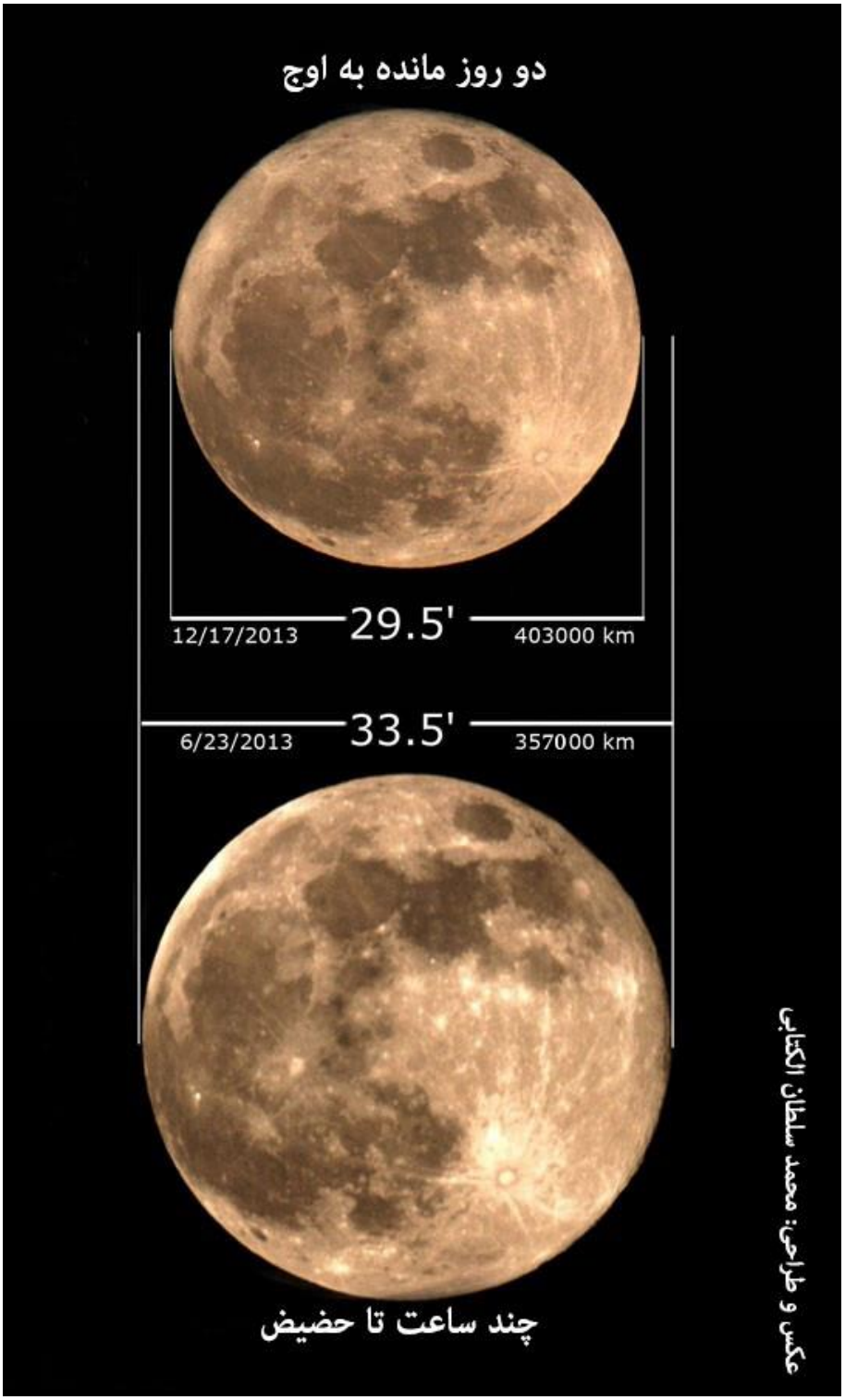
تصویر 1: مقایسه اندازه ظاهری قرص خورشید بین اوج و حضیض



تصویر 2: مقایسه اندازه ظاهری قرص خورشید بین اوج و حضیض از طریق همپوشانی

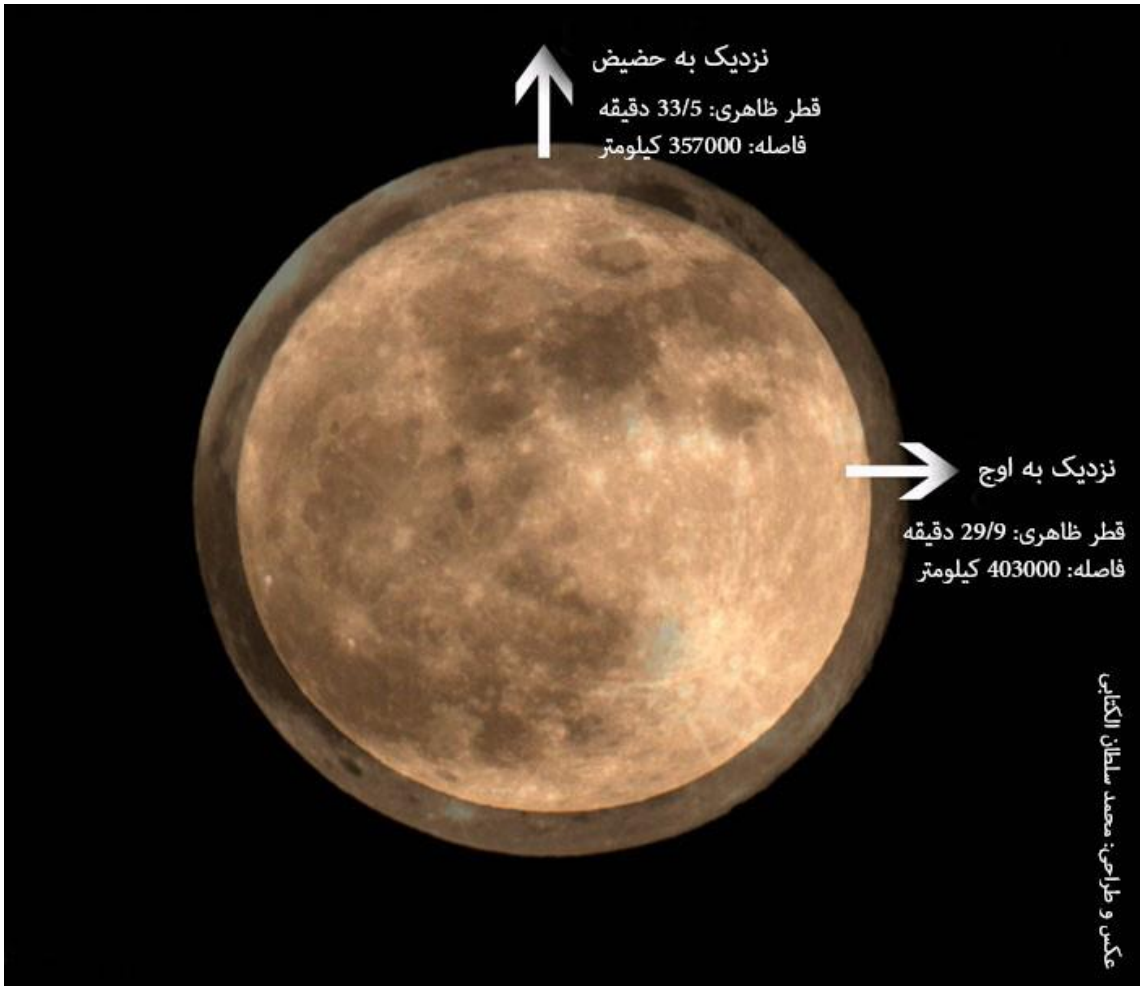
در تصویر 2 این تفاوت از طریق همپوشانی مشهود است. قابل ذکر است به دلیل اینکه تصاویر به هنگام طلوع یا غروب خورشید گرفته شده اند، قرض خورشید به سبب شکست نور در جو دچار تغییر شکل اندکی شده است.

در سال 1392 خورشیدی فعالیت مشابهی در مورد ماه انجام شد تا تغییر اندازه قرص ظاهری ماه در حالات اوج و حضیض از طریق ثبت عکس مورد بررسی قرار گیرد. برای مقایسه بهتر از حالاتی عکاسی شد که ماه کامل نزدیک به اوج یا حضیض باشد (ریز ماه و ابرماه). نتیجه این بررسی را در تصویر 3 ملاحظه می کنید. تفاوت فاصله ماه و زمین در حالات اوج و حضیض در حدود پنجاه هزار کیلومتر است. در تصویر بالا ماه کامل در حالی اتفاق افتاده که دو روز قبل از اوج مداری ماه است و قطر ظاهری آن 29.5 دقیقه است. در تصویر پایین ماه کامل تنها چند ساعت تا رسیدن به حضیض فاصله دارد و قطر ظاهری اش 33.5 دقیقه می باشد.



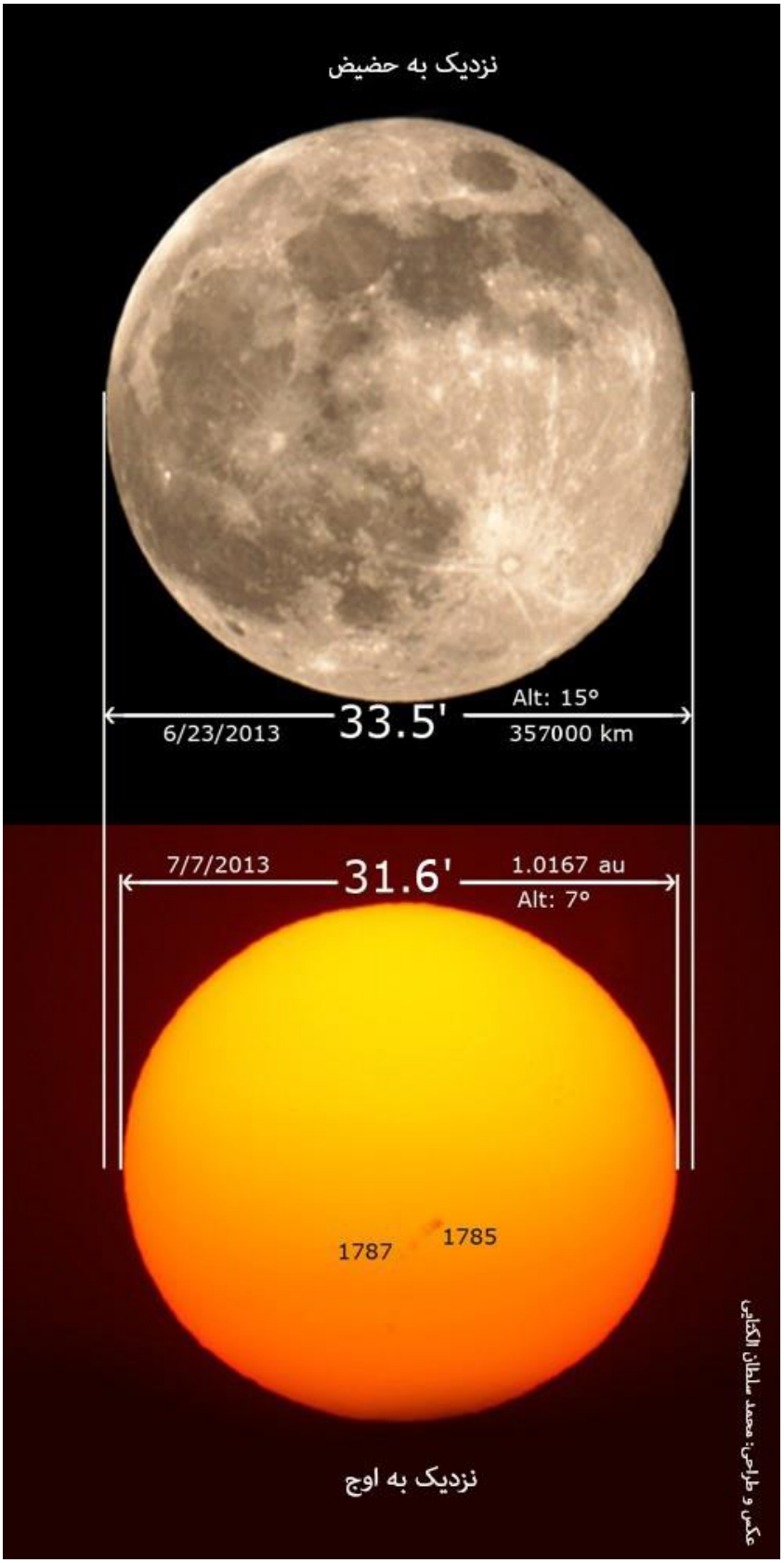
تصویر 3: مقایسه اندازه ظاهری قرص ماه بین اوج و حضیض

در تصویر 4 این مقایسه از طریق همپوشانی قرص ماه در دوحالت به خوبی دیده می شود.

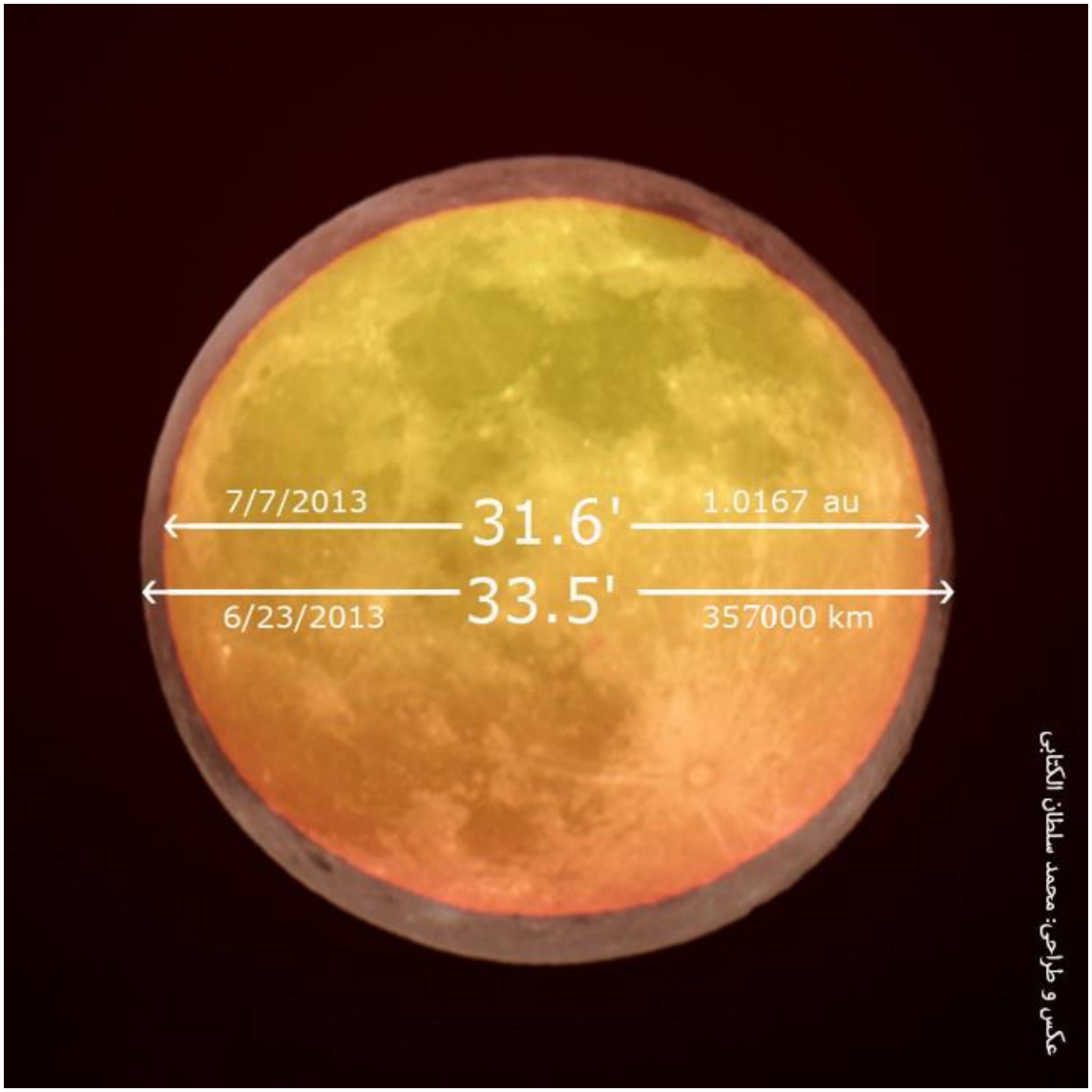


تصویر 4: مقایسه اندازه ظاهری قرص ماه بین اوج و حضیض از طریق همپوشانی

همانطور که در تصاویر دیده شد، تغییر قطر ظاهری ماه در آسمان در حالات مختلف نسبت به تغییر قطر ظاهری خورشید در آسمان در طول سال محسوس تر است. از طرف دیگر در میابیم که کمینه اندازه ظاهری ماه (29.5 دقیقه) نسبت به کمینه اندازه ظاهری خورشید (31.6 دقیقه) کمتر است. به علاوه دریافتیم که بیشینه قطر ظاهری ماه (33.5 دقیقه) نسبت به بیشینه قطر ظاهری خورشید (32.7 دقیقه) بیشتر است. در تصاویر 5 و 6 بزرگترین قرص ظاهری ماه در کنار کوچکترین قرص ظاهری خورشید مقایسه می شود. همانطور که ملاحظه می شود، این تفاوت تقریبا به میزان 2 دقیقه قوسی می باشد.

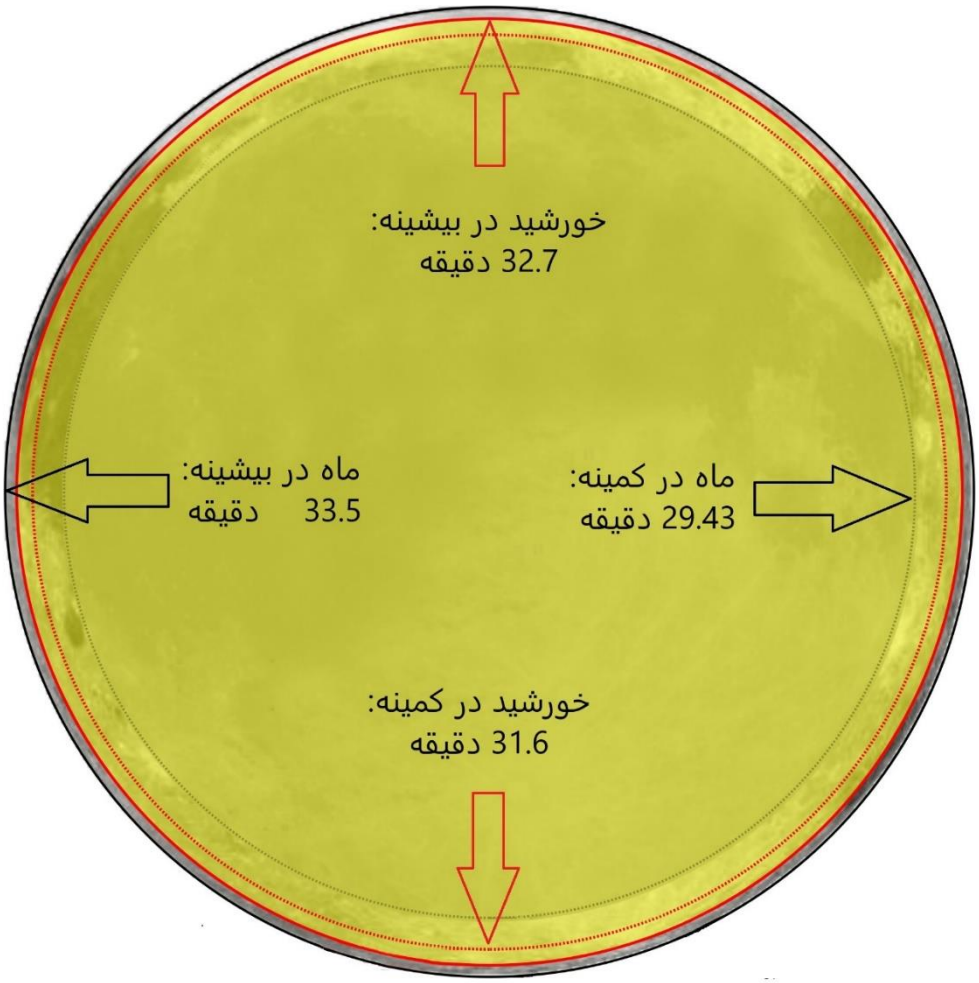


تصویر 5: مقایسه بیشترین قرص ظاهری ماه با کمترین قرص ظاهری خورشید



تصویر 6: مقایسه بیشترین قرص ظاهری ماه با کمترین قرص ظاهری خورشید از طریق هم پوشانی

در تصویر 7، ترکیبی از 4 حالت اصلی یعنی بیشینه و کمینه قرص ظاهری ماه و خورشید مقایسه می گردد. محاسبات مربوط به نزدیکترین حضیض ها و دورترین اوج های ممکن می باشد.



تصویر 7: مقایسه قطر ظاهری ماه و خورشید در اوج و حضیض به روش هم پوشانی

آنچه در بالا به آن پرداخته شد، مقدمه ای است برای بررسی انواع مختلف خورشید گرفتی، ارتباط آن با اوج و حضیض و عوامل موثر بر آن

خورشید گرفتگی زمانی اتفاق می افتد که ماه بین زمین و خورشید باشد و این سه جرم در یک خط قرار بگیرند. می توان انواع خورشید گرفتگی را به صورت زیر دسته بندی کرد:

یک: خورشید گرفتگی کامل، وقتی ماه کاملا قرص خورشید را پوشش دهد. بدیهی است در این حالت قرص ظاهری ماه باید هم اندازه و یا بزرگتر از قرص ظاهری خورشید باشد.

دو: خورشید گرفتگی حلقوی، وقتی قرص ماه نتواند قرص خورشید را کاملا پوشش دهد و حلقه خورشید دور ماه نمایان شود. بدیهی است که این حالت زمانی اتفاق می افتد که قرص ظاهری خورشید بزرگتر از قرص ظاهری ماه باشد.

سه: خورشیدگرفتگی ترکیبی یا حلقوی-کلی، زمانی اتفاق می افتد که در قسمتی از نوار گرفت خورشید گرفتگی به صورت حلقوی و در قسمت دیگر کلی باشد. این حالت زمانی اتفاق می افتد که قرص ظاهری ماه و و خورشید تقریبا هم اندازه هستند و خورشید گرفتگی در نوار اصلی از نوعی به نوع دیگر تبدیل می شود.

چهار: خورشید گرفتگی جزئی، زمانی اتفاق می افتد که بین زمین، ماه و خورشید هم خطی مناسبی وجود نداشته باشد و فقط بخشی از قرص خورشید توسط قرص ماه پوشانده شود.

تصویر 8: انواع خورشید گرفتگی

در بین انواع چهارگانه فوق خورشید گرفتگی های کامل و حلقوی را بر می گزینیم و ارتباط آن با مفاهیم اوج و حضیض که پیش تر به آن پرداخته شد را با جزییات بیشتر بررسی می کنیم تا به سوالاتی از این قبیل پاسخ دهیم:

- طولانی ترین خورشید گرفتگی های کامل و حلقوی در چه حالاتی اتفاق می افتند؟
- در چه ماه هایی از سال احتمال وقوع گرفتهای کامل و حلقوی طولانی بیشتر است؟
- فراوانی خورشید گرفتگی حلقوی بیشتر است یا کامل؟
- در چه فصل هایی از سال فراوانی کسوف حلقوی و یا کامل بیشتر است؟
- طولانی ترین کسوف های کلی و حلقوی چقدر طول می کشند؟

پیش تر گفته شد که اوج و حضیض خورشید در تقویم میلادی و شمسی تقریبا جای ثابتی دارد ولی اوج و حضیض ماه دائما در حال تغییر می باشد و ممکن است در هر فازی از ماه روی دهد. لذا میتوان تصور کرد که وقتی به هنگام کسوف، مقارنه ماه و خورشید در حالت نزدیک به حضیض ماه اتفاق بیفتد و این پدیده با اوج خورشید (نیمه تیر ماه) مقارن شود بزرگترین قرص ظاهری ماه بتواند کوچکترین قرص ظاهری خورشید را پوشش دهد و در شرایط مناسبی شاهد یک خورشید گرفتگی کامل با مدت زمان گرفت بالا باشیم. از طرفی دیگر انتظار می رود هنگامی که کسوف در نزدیکی حضیض خورشیدی (نیمه دی ماه) روی دهد، چنانچه مقارنه ماه و خورشید در حالتی نزدیک به اوج ماه اتفاق بیفتد شاهد یک خورشید گرفتگی حلقوی با مدت گرفت بالا باشیم. در این حالت در شرایط مناسب کوچکترین قرص ظاهری ماه در برابر بزرگترین قرص ظاهری خورشید قرار میگیرد و ضخیم ترین حلقه ممکن در یک خورشید گرفتگی حلقوی شکل می گیرد.

در جدول 3 طولانی ترین خورشید گرفتگی های کلی را در بازه زمانی 2000 قبل از میلاد تا 4000 بعد از میلاد می بینیم. همانطور که مشاهده می شود این گرفت های طولانی از 5 ژوئن تا 27 جولای اتفاق افتاده اند. یعنی از حدود یک ماه قبل از اوج خورشیدی تا یک ماه پس از آن. همچنین مشخص است که طولانی ترین گرفت های ممکن برای یک کسوف کلی در حدود هفت و نیم دقیقه خواهد بود.

در 16 جولای 2186 شاهد یک نمونه نسبتا ایده آل هستیم. این کسوف کلی در حالی اتفاق می افتد که تنها یک هفته از اوج خورشید می گذرد. از طرف دیگر فاصله زمانی مقارنه ماه و خورشید با حضیض مداری ماه کمتر از یک ساعت می باشد. این شرایط ویژه باعث می شود تا شاهد روی دادن طولانی ترین گرفت کلی در یک بازه زمانی 6000 ساله با مدت زمان 7 دقیقه و 29 ثانیه باشیم.

ساروس	مدت زمان گرفت کلی	تاریخ
54	7:25	-761 Jun 5
54	7:27	-743 Jun 15
81	7:24	+363 Jun27
81	7:22	381 Jul 8
117	7:20	1062 Jun 9
139	7:26	2168 Jul 5
139	7:29	2186 Jul 16
139	7:22	2204 Jul 27

جدول 3: طولانی ترین خورشیدگرفتگی های کلی در بازه زمانی 2000 قبل از میلاد تا 4000 بعد از میلاد (منبع: ناسا)

در جدول 4 طولانی ترین خورشید گرفتگی های حلقوی را در بازه زمانی 4000 قبل از میلاد تا 6000 بعد از میلاد می بینیم. همانطور که مشاهده می شود این گرفت های طولانی از 25 نوامبر تا 14 ژانویه اتفاق افتاده اند. یعنی از حدود 6 هفته قبل از حضیض خورشیدی تا 2 هفته پس از آن.

در 7 دسامبرسال 150 میلادی شاهد وقوع طولانی ترین گرفتگی حلقوی هستیم. این گرفت حلقوی تقریبا یک ماه پیش از حضیض خورشید روی می دهد و از سوی دیگر اوج ماه، 21 ساعت پس از مقارنه ماه با خورشید اتفاق می افتد. در این حالت بیشترین زمان گرفتگی حلقوی به 12 دقیقه و 23 ثانیه رسیده است.

ساروس	مدت زمان گرفت حلقوی	تاریخ
25	12:07	-1655 12 Dec
58	12:08	-177 22 Dec
83	12:16	0132 Nov 25
83	12:23	0150Dec 7
83	12:14	0168 Jan 3
141	12:09	1955 Dec 14
168	12:09	3080 Jan 14

جدول 4: طولانی ترین خورشید گرفتگی های حلقوی در بازه زمانی 4000 قبل از میلاد و 6000 بعد از میلاد (منبع: ناسا)

طبق یک قاعده کلی به دلیل کاهش گریز از مرکز مدار زمین، فاصله اوج خورشید نیز به تدریج در حال کاهش است. لذا کمترین اندازه قرض ظاهری خورشید در حال افزایش بوده و این سبب می شود تا مدت زمان طولانی ترین گرفت های کلی ممکن، به آرامی کاهش پیدا کند. در سال 2000 پیش از میلاد کمتر میزان ممکن برای قطر ظاهری خورشید 1885.0، هم اکنون 1887.7 و در سال 6000 به 1891.2 ثانیه قوسی خواهد رسید.(Meeus, J. (2003)

در جدول 5، در یک بازه زمانی 50 ساله از سال 2001 تا 2050 میلادی خورشید گرفتگی های حلقوی، کلی و ترکیبی را مورد بررسی قرار می دهیم. در محاسبات انجام شده بیشینه مدت هر گرفت مربوط به مرکز نوار گرفت می باشد. جایی که در طول نوار گرفت، طولانی ترین گرفتگی حلقوی یا کلی قابل ثبت است.

سال میلادی	ماه میلادی	روز میلادی	بیشینه گرفت (دقیقه)	نوع خورشید گرفتگی	ملاحظات
2001	6	21	5	T	
2001	12	14	4	A	
2002	6	10	0.5	A	
2002	12	4	2	T	
2003	5	31	3.75	A	
2003	11	23	2	T	
2005	4	8	0.7	H	
2005	10	3	4.5	A	
2006	3	29	4	T	
2006	9	22	7	A	
2008	2	7	2.25	A	
2008	8	1	2.5	T	
2009	1	26	8	A	
2009	7	22	6.75	T	طولانی ترین گرفت کامل قرن
2010	1	15	11.25	A	طولانی ترین گرفت حلقوی قرن
2010	7	11	5.25	T	
2012	3	20	5.75	A	
2012	11	13	4	T	
2013	5	10	6	A	
2013	11	3	1.75	H	
2014	4	29	0.45	A	
2015	3	20	2.75	T	
2016	3	9	4.25	T	
2016	9	1	3	A	
2017	2	26	0.75	A	
2017	8	21	2.75	T	
2019	7	2	4.5	T	
2019	12	26	3.75	A	
2020	6	21	0.75	A	
2020	12	14	2.25	T	
2021	6	10	3.75	A	
2021	12	4	2	T	
2023	4	20	1.25	H	
2023	10	14	5.25	A	

2024	4	8	4.5	T	
2024	10	2	7.5	A	
2026	2	17	2.25	A	
2026	8	12	2.25	T	
2027	2	6	7.75	A	
2027	8	2	6.5	T	دومین گرفت کامل طولانی قرن
2028	1	26	10.5	A	دومین گرفت حلقوی طولانی قرن
2028	7	22	5.25	T	
2030	6	1	5.25	A	
2030	11	25	3.75	T	
2031	5	21	5.5	A	
2031	11	14	1.25	H	
2032	5	9	0.25	A	
2033	3	30	2.5	T	
2034	3	20	4.25	T	اولین گرفت کامل قرن 21 در پهنه ایران در آستانه اعتدال بهاری
2034	9	12	3	A	
2035	3	9	0.75	A	
2035	9	2	3	T	
2037	7	13	4	T	
2038	1	5	3.25	A	
2038	7	2	1	A	
2038	12	26	2.25	T	
2039	6	21	4	A	
2039	12	15	1.75	T	
2041	4	30	1.75	T	
2041	10	25	6	A	
2042	4	20	4.75	T	
2042	10	14	7.75	A	
2044	2	28	2.5	A	
2044	8	23	2	T	
2045	2	16	7.75	A	
2045	8	12	6	T	
2046	2	5	9.75	A	
2046	8	2	4.75	T	
2048	6	11	5	A	قابل رویت در شمال غرب ایران

2048	12	5	3.5	T	
2049	5	31	4.75	A	
2049	11	25	0.75	H	
2050	5	20	0.25	H	

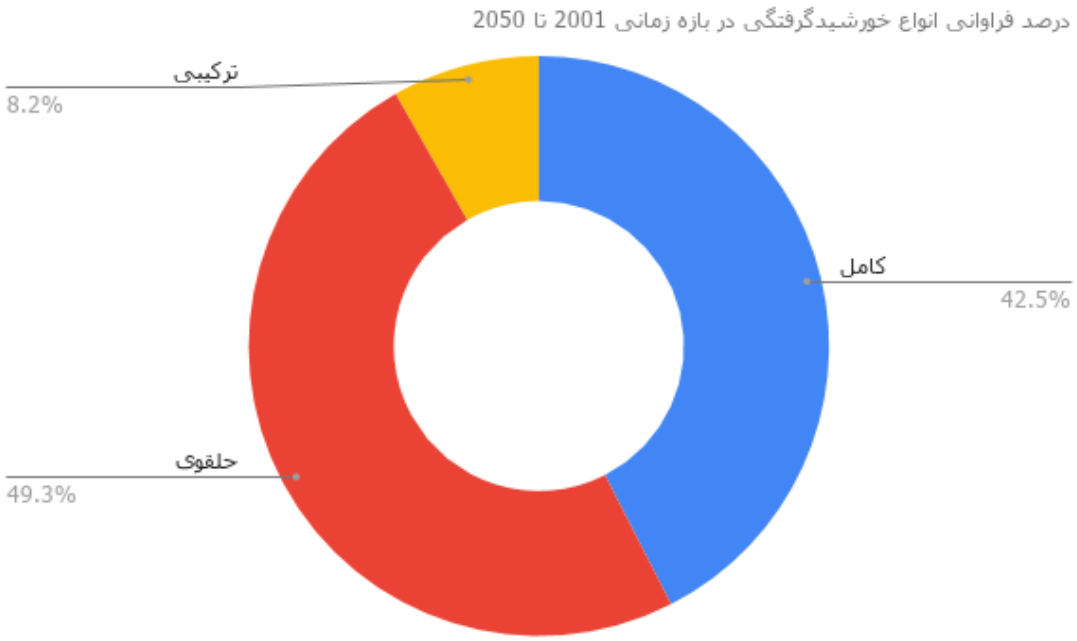
جدول 5: خورشید گرفتگی های کامل، حلقوی و ترکیبی در سالهای 2001 تا 2050 (منبع:ناسا)

راهنما:

A گرفت حلقوی T گرفت کامل H گرفت ترکیبی

اکنون نتایج به دست آمده از اطلاعات موجود در جدول فوق را با بیان گرافیکی می بینیم.

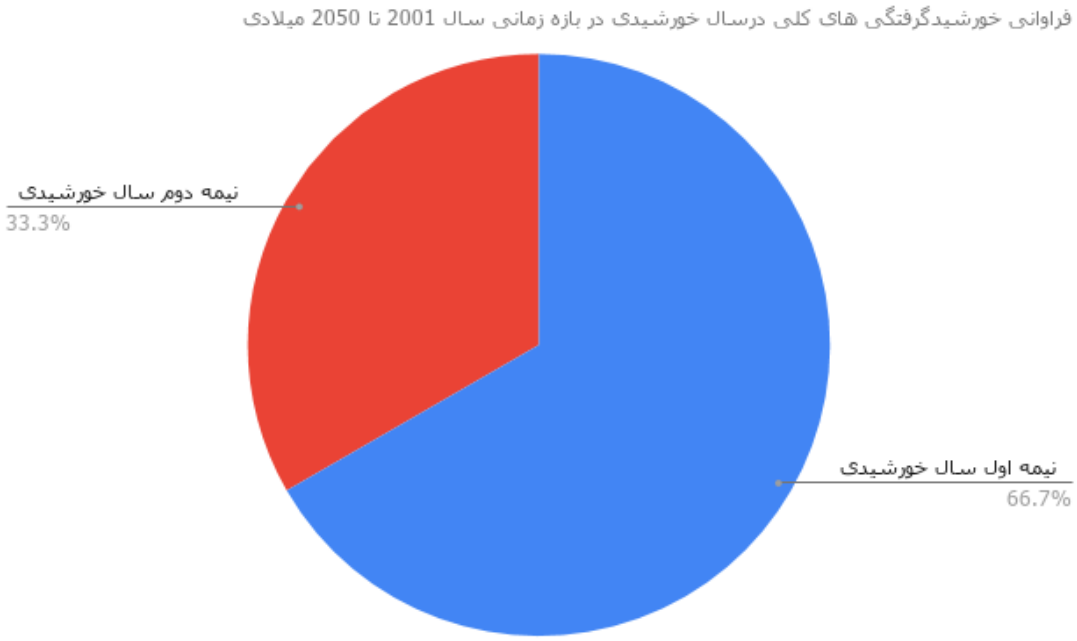
در تصویر 9، درصد فراوانی انواع خورشیدگرفتگی های کامل، حلقوی و ترکیبی را در بازه زمانی 50 ساله مورد نظر می بینیم. در این مدت تقریبا نیمی از خورشیدگرفتگی ها حلقوی هستند، حدود 8 درصد ترکیبی و نزدیک به 42 درصد کامل می باشند.



تصویر 9: درصد فراوانی انواع خورشید گرفتگی (کامل، حلقوی و ترکیبی) در بازه زمانی 2001 تا 2050 میلادی

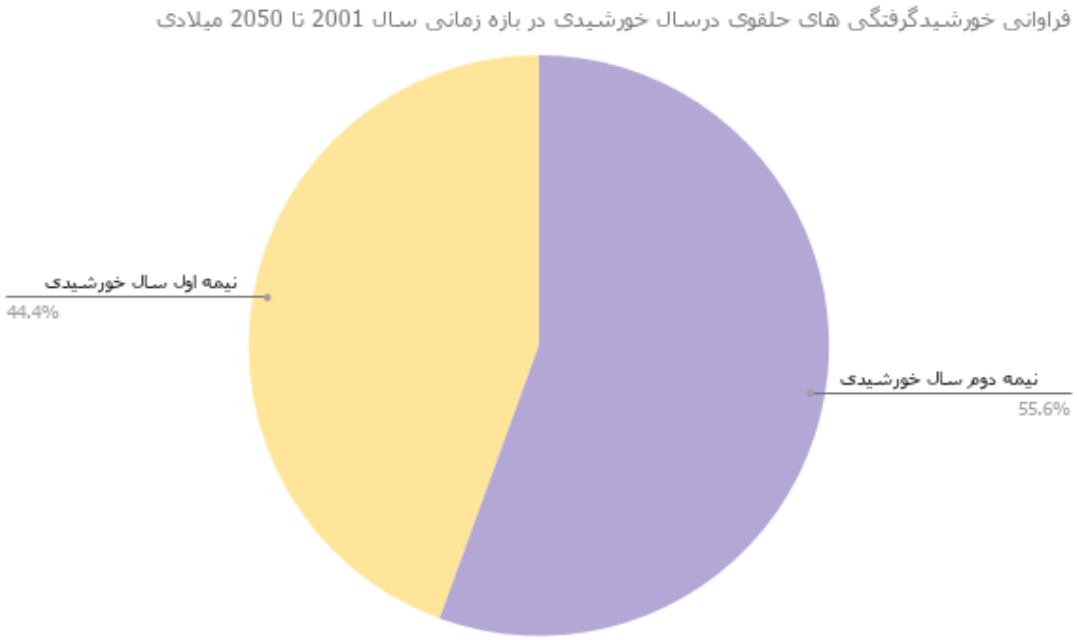
با توجه به توضیحاتی که در مورد تغییرات اندازه ظاهری ماه و خورشید داده شد قابل پیش بینی است که در نیمه اول سال خورشیدی باتوجه به کوچکتر شدن اندازه ظاهری خورشید احتمال وقوع خورشید گرفتگی کامل بیشتر و در نیمه دوم سال خورشیدی با توجه به بزرگتر شدن قطر ظاهری خورشید، احتمال وقوع خورشید گرفتگی کامل کمتر باشد. در تصویر 10، این مقایسه را

که برگرفته از آمار جدول 5 میباشد به بیان ساده ملاحظه می کنیم. در این بازه زمانی 50 ساله، بیش از 66 درصد خورشید گرفتگی های کامل در نیمه اول سال خورشیدی اتفاق افتاده اند و کمتر از 34 درصد آنها در نیمه دوم سال روی داده اند.



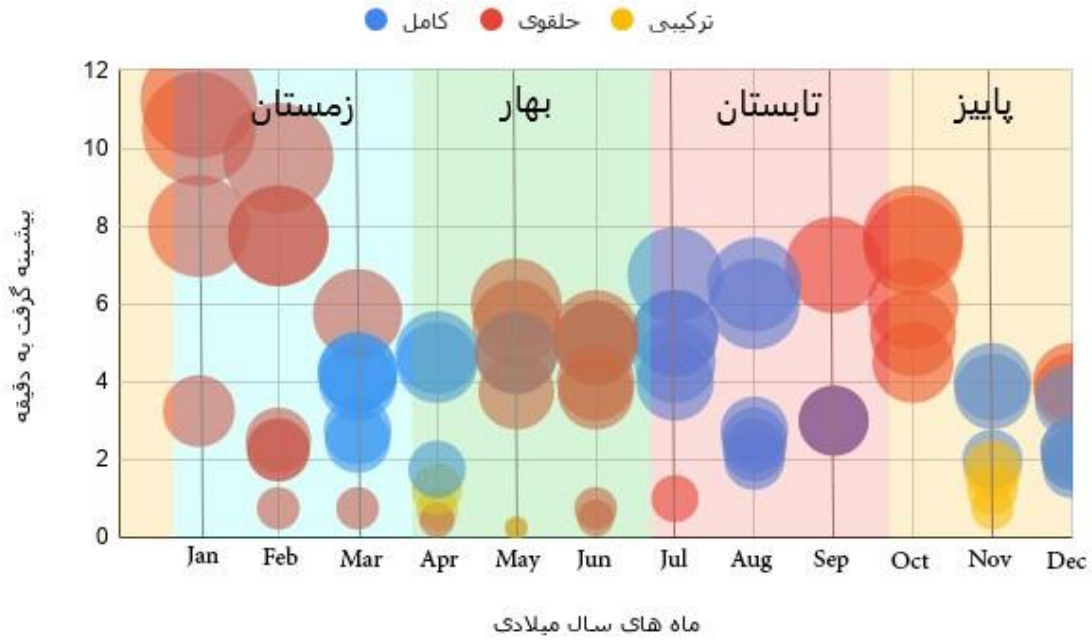
تصویر 10: فراوانی خورشید گرفتگی های کلی در طول سال خورشیدی در بازه زمانی سال 2001 تا 2050 میلادی

از طرف دیگر قابل تصور است که در نیمه اول سال خورشیدی باتوجه به کوچکتر شدن اندازه ظاهری خورشید احتمال وقوع خورشید گرفتگی حلقوی کمتر و در نیمه دوم سال خورشیدی با توجه به بزرگتر شدن قطر ظاهری خورشید، احتمال وقوع خورشید حلقوی بیشتر باشد. در تصویر 11، این مقایسه را که برگرفته از آمار جدول 5 میباشد به شکل ساده ملاحظه می کنیم. در این بازه زمانی 50 ساله، بیش از 55 درصد خورشید گرفتگی های حلقوی در نیمه دوم سال خورشیدی اتفاق افتاده اند و کمتر از 45 درصد آنها در نیمهاول سال روی داده اند.



تصویر 11: فراوانی خورشید گرفتگی های حلقوی در سال خورشیدی در بازه زمانی سال 2001 تا 2050

اکنون تمام خورشید گرفتگی های مورد بررسی در این بازه زمانی 50 ساله را با هم مقایسه می کنیم. در نمودار تصویر 12، پراکندگی این گرفتگی ها در فصول مختلف سال به همراه بیشینه مدت گرفت نشان داده شده است. هر چه دایره ها بزرگتر باشند نشان دهنده آن است که مدت گرفت بیشتر بوده است.



تصویر 12: فراوانی انواع خورشید گرفتگی در فصول مختلف سال و مقایسه مدت زمان گرفت در طول سال

نتیجه گیری:

طولانی ترین کسوفهای کامل در تابستان اتفاق افتاده اند؛ زمانی که یک ماه نزدیک به حضیض، قرص خورشید را در حالتی که نسبتا کوچک است می پوشاند. از طرف دیگر طولانی ترین کسوف های حلقوی در زمستان اتفاق افتاده اند زمانی که یک ماه نزدیک به اوج، در مقابل قرص خورشیدی قرار می گیرد که نسبتا بزرگ است.

هر چند ماه نزدیک ترین کره آسمانی به زمین است به دلیل متاثر بودن از گرانش زمین و خورشید و پیچیدگی های مداری اش، یکی از پر رمز و راز ترین اجرام نجومی است و همین موضوع باعث می شود مباحث علمی بسیار گسترده و جذابی در مورد آن مطرح باشد. هر کجا نامی از ماه به میان می آید سرآغازی بر مطالب شیرین و خواندی می شود و هر چه بیشتر در مورد ماه تحقیق می کنیم بیشتر به این موضوع پی می بریم که هنوز اندر خم یک کوچه ایم!

منابع:

Fourmilab, (1997). Lunar Perigee and Apogee Calculator, retrieved from https://www.fourmilab.ch/earthview/pacalc.html

Meeus, J. (2003). The maximum possible duration of a total solar eclipse. *Journal of the British Astronomical Association*, *113*, 343-348.

Nasa, (2021). Nasa eclipse website, retrieved from: https://eclipse.gsfc.nasa.gov

Timeanddate, (2021). Perihelion, Aphelion and the Solstices, Retrieved from: https://www.timeanddate.com/astronomy/perihelion-aphelion-solstice.html