

## رصد گذر سیاره زهره توسط دانشمندان ایرانی اسلامی

(به ویژه آخرین گذر در ۱۳۹۱)

غلامحسین رستگارنسب، دبیرستان استعدادهای درخشان فرزنانگان حضرت زینب(س) دوره دوم متوسطه، ناحیه ۲

شهرری و عضو حرفه‌ای انجمن نجوم ایران

صبا جاهدی، دبیرستان استعدادهای درخشان فرزنانگان حضرت زینب(س) دوره دوم متوسطه، ناحیه ۲ شهری

### چکیده

بررسی‌ها نشان می‌دهد که دانشمندان ایرانی نقش مؤثری در رصد و ثبت گذر سیاره زهره در هزاره اخیر، به‌ویژه در سده اخیر داشته‌اند. نخستین دانشمندی که در تاریخ جهان، گذر زهره را ثبت کرد ابوعلی‌سینا بود. او رصد سیاره زهره را در ۱۱ جمادی‌الثانی ۴۲۳ ق (۲۴ ماه می سال ۱۰۳۲ م) انجام داد و گزارش آن را در کتاب شفا، بخش هیأت، مکتوب کرد. پس از یک دوره ۶۰۰ ساله که گزارش‌های دقیقی از آن در دسترس نیست، جرمیا هورکس انگلیسی در سال ۱۶۳۹ میلادی گذر زهره را رصد و ثبت کرد. از دیگر دانشمندان ایرانی در رصد گذر زهره، میرزا عبدالغفارخان نجم‌الدوله است. وی در ۲۸ شوال ۱۲۹۱ ق (۱۸۷۴ میلادی) رصد زهره را به همراه یک گروه آلمانی در تهران ثبت کرد. نگارنده گذر زهره را در ۱۷ خرداد ۱۳۹۱ (۶ ژوئن ۲۰۱۲) در دانشگاه مانادو، جزیره مانادو، کشور اندونزی رصد و ثبت کرد. همچنین بررسی گذر زهره در دوره ۶۰۰ ساله بعد از ابوعلی‌سینا تا رصد جرمیا هورکس نیز نشان داد که اغلب گزارش‌ها با تاریخ دقیقی که امروزه از زمان گذرها به دست آمده همخوانی ندارد.

کلیدواژه‌ها: گذر زهره، سیاره، دانشمندان ایرانی اسلامی، منظومه شمسی، ابوعلی سینا، اختلالات مداری

## مقدمه

گذر زهره از مقابل خورشید از پدیده‌های کمیاب در علوم زمین و نجوم است. بررسی این گذرها تاکنون نتایج مهمی مانند تعیین شعاع زمین، اندازه‌گیری شعاع زاویه‌ای خورشید، اندازه‌گیری فاصله زمین تا خورشید، اثبات جو در سیاره زهره و دیگر موارد را به همراه داشته است. دانشمندان غربی، نخستین رصد را به جرمیا هورکس انگلیسی نسبت می‌دهند و اشاره‌ای به رصد ابن‌سینا، دانشمند ایرانی نمی‌کنند. در این پژوهش سعی می‌شود تا با مطالعه متون به جا مانده از دانشمندان ایرانی اسلامی و بررسی تجربی آخرین گذر توسط یکی از ایرانی‌ها که در کشور اندونزی انجام پذیرفته است، نقش ایرانی‌ها به درستی در این موضوع بیان شود.

## گذر چیست؟

هنگامی که یک جرم سماوی از میان جرم سماوی بزرگ‌تر و یک ناظر عبور می‌کند، چنانچه جرم سماوی کوچک‌تر با ناظر و جرم سماوی بزرگ‌تر هم‌راستا و هم‌خط شود، پدیده گذر اتفاق می‌افتد. برای ما (روی زمین) گذر دو سیاره تیر و زهره از برابر خورشید قابل مشاهده است. سیاره تیر در هر قرن حدود سیزده بار از مقابل خورشید عبور می‌کند. اما گذر سیاره زهره در هر قرن فقط یک تا دو بار پدید می‌آید و ممکن است در قرنی مانند قرن بیستم اصلاً اتفاق نیافتد (جدول ۱). این پدیده تاکنون هشت بار مشاهده شده است که آخرین بار آن در ۱۷ خرداد ۱۳۹۱ (۵ ژوئن ۲۰۱۲) بوده است.

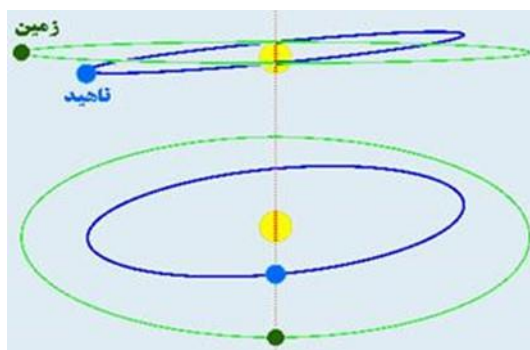
ردیف	روز	ماه	سال	فاصله گذرها
اولین	۲۴	می	۱۰۳۲	ثبت نخستین رصد گذر زهره توسط ابن سینا در کتاب شفا
	۱۱	جمادی‌الثانی	۴۲۳ ق	بخش هیئت
دومین	۴	دسامبر	۱۶۳۹	ثبت دومین گذر سیاره زهره توسط جرمیا هورکس انگلیسی (اروپایی‌ها وی را نخستین رصدگر گذر زهره می‌دانند)
				پس از ۱۲۲ سال
سومین	۶	ژوئن	۱۷۶۱	رصد توسط سایر کشورها
	۴	ژوئن	۱۷۶۹	فاصله ردیف سومین و چهارمین، حدود ۸ سال است. رصد توسط سایر کشورها
				پس از ۱۰۵ سال
پنجمین	۹	دسامبر	۱۸۷۴	دومین رصد علمی سیاره زهره توسط میرزا عبدالقارخان
	۲۸	شوال	۱۲۹۱ ق	نجم‌الدوله
ششمین	۶	دسامبر	۱۸۸۲	فاصله ردیف پنجمین و ششمین، حدود ۸ سال است. رصد توسط سایر کشورها
	۸	ژوئن	۲۰۰۴	برابر با ۱۹ خرداد ۱۳۸۳ رصد توسط سایر کشورها.
هشتمین	۶	ژوئن	۲۰۱۲	فاصله ردیف هفتمین و هشتمین، حدود ۸ سال است. رصد علمی سیاره زهره توسط نگارنده
	۱۷	خرداد	۱۳۹۱	
				پس از ۱۰۵ سال
نهمین (آینده)	۱۱	دسامبر	۲۱۱۷	برابر با سال ۱۴۹۶ خورشیدی

جدول ۱. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، پس از رصد ابن‌سینا حدود ششصد سال رصد زهره انجام نشد و دومین رصد توسط هورکس در سال ۱۶۳۹ میلادی انجام می‌پذیرفت. گذر بعدی که به آن «گذر رفت» گفته می‌شود پس از ۱۲۲ سال به وقوع پیوست. گذر بعدی ۸ سال بعد در سال ۱۷۶۹ میلادی اتفاق افتاد که به آن «گذر برگشت» گفته می‌شود. گذر رفت بعدی ۱۰۵ سال بعد در سال ۱۸۷۴ میلادی پدید آمد اما گذر برگشت به‌طور ثابت یعنی همان ۸ سال بعد در سال ۱۸۸۲ اتفاق افتاد. گذر رفت بعدی پس از ۱۲۲ سال، در سال ۲۰۰۴ میلادی به وقوع پیوست و گذر برگشت آن پس از ۸ سال، در سال ۲۰۱۲ انجام گرفت. طبق محاسبات گذر رفت بعدی در سال ۲۱۱۷ خواهد بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، گذرهای رفت، با دو فاصله ۱۲۲ سال و ۱۰۵ سال به‌طور یک در میان اتفاق افتاده اما فاصله زمانی گذرهای برگشت، ثابت و ۸ سال بوده است. نکته جالب این است که در قرنی ممکن است اصلاً گذر اتفاق نیفتد. مانند قرن بیستم، و دلیل این است که گذر قبل از قرن بیستم در سال ۱۸۸۲ اتفاق افتاد و پس از ۱۲۲ سال در سال ۲۰۰۴ گذر بعدی بود و در قرن بیستم اصلاً گذری اتفاق نیفتاد.

### چرا گذر زهره به ندرت اتفاق می‌افتد؟

صفحه مداری سیاره زهره با صفحه دایره‌البروج، حدود  $3/9$  درجه انحراف دارد. تقریباً در هر ۵۸۴ روز یک بار سیاره زهره از بین زمین و خورشید عبور می‌کند. در این هنگام، زهره از بالا یا پایین صفحه خورشید عبور می‌کند.

کند. به این دلیل، ما همواره شاهد گذر زهره نخواهیم بود. بنابراین گذر زهره بایستی در زمانی روی دهد که علاوه بر اینکه زمین و زهره و خورشید هم‌راستا هستند، در یک خط نیز باشند (شکل ۱).



شکل ۱. در شکل بالای تصویر، زمین و زهره (ناهید) و خورشید در یک راستا قرار دارند ولی هم‌خط نیستند. به عبارت دیگر، اگر از شمال منظومه شمسی نگاه کنیم، زمین، زهره و خورشید در یک راستا هستند اما اگر از پهلو منظومه شمسی نگاه کنیم، هنگامی که زهره بین زمین و خورشید قرار دارد، یا پایین‌تر از این دو است و یا بالاتر قرار دارد. در شکل پایین تصویر، زمین، زهره و خورشید علاوه بر اینکه هم‌راستا هستند هم‌خط نیز می‌باشند و فقط در این حالت پدیده گذر اتفاق می‌افتد.

### تاریخچه ثبت علمی گذر سیاره زهره از نظر دانشمندان غربی

گذر زهره توسط جرمیا هورکس انگلیسی در سال ۱۶۳۹ میلادی رصد شد. این گذر قبلاً توسط کپلر و از روی محاسبات مداری زمین و سیاره زهره پیش‌بینی شده بود. البته هورکس و کراپتری محاسبات او را تصحیح کردند. جرمیا هورکس در سال ۱۶۳۹ تلسکوپ کوچکی را در بالای کلیسای نزدیک محل سکونت خود نصب کرد و توانست در زمان تعیین‌شده گذر زهره را رصد کند.

### تاریخچه گذر از نظر دانشمندان ایرانی

احتمالاً نخستین گزارش مربوط به یعقوب بن اسحاق کندی می‌باشد. منبع گزارش کندی (۱۸۱ - ۲۵۸ ق، ۸۴۰ م)، تاریخ‌الحکمای قفطی است. وی در آنجا به نقل از غرس النعمته الصابی به نقل از جعفر بن مکتفی گزارش می‌کند که در سال ۲۲۵ ق، نقطه‌ای سیاه‌رنگ در نزدیکی وسط خورشید دیده شد که حدود ۹۱ روز بر روی آن ماند و کندی این نقطه را سیاره زهره دانست [۱]. گلدشتاین این گزارش را معتبر نمی‌داند زیرا براساس

محاسبات نجومی، در آن زمان زهره در بیشترین کشیدگی بوده و همچنین عبور زهره معمولاً بیش از چند ساعت طول نمی‌کشد. گزارش بعدی مربوط به ابوعلی‌سیناست که توضیح داده خواهد شد. پس از آن گزارش ابن‌رشد است. در این گزارش در یکی از آثار ابن‌رشد (۵۲۰ - ۵۹۵ ق) که تنها ترجمه لاتینی آن باقی مانده است، رؤیت نقاطی روی سطح خورشید گزارش شده است. ابن‌رشد می‌گوید محاسبات نجومی نشان داده است که عطارد و زهره در آن زمان با خورشید در مقارنه قرار داشته‌اند. گلدشتاین حدس می‌زند که تاریخ رخداد این پدیده در ۱۰ رجب ۴۶۰ ق (۱۵ ماه می ۱۰۶۸ م) بوده است و عطارد و زهره از مقابل خورشید عبور نمی‌کرده‌اند. پس از آن گزارش ابن‌باجه است. گلدشتاین گزارش ابن‌باجه (در گذشته در ۵۳۳ ق) را از نهایت‌الادراک قطب‌الدین شیرازی نقل می‌کند [۲]. در این گزارش ابن‌باجه که خود یک منجم است (متولد اواخر قرن ۱۱ م و متوفی ۵۳۳ق/ ۱۱۳۹ م) می‌گوید موقعیت زهره و عطارد را محاسبه کرده و آن‌ها را در نزدیکی خورشید یافته است. ولی همان‌طور که گلدشتاین افزوده، براساس محاسبات نجومی در زمان حیات ابن‌باجه، زهره هیچ‌گذری از مقابل خورشید نداشته است. در حالی‌که بین ۱۰۴۰ تا ۱۱۵۳ میلادی گذر زهره روی نداده است. رصد گذر زهره احتمالاً نخستین بار توسط ابوعلی‌سینا انجام شد. وی در کتاب شفای خود، بخش هیأت، آورده است: «من زهره را چون خالی بر صفحه خورشید دیدم». وی گفته: اگر سیاره زهره و زمین با هم زاویه داشته باشند، این پدیده فقط در زمان خاصی اتفاق می‌افتد و هر بار تکرار نخواهد شد. گروهی به خاطر ننوشتن روش دقیق رصد به همراه ابزارهای مورد استفاده، رصد او را نفی می‌کنند. ولی چنانچه زمان گذر را به وسیله نرم‌افزارهای موجود مرور کنیم، متوجه می‌شویم که ۵ سال قبل از وفات ابوعلی‌سینا یعنی ۲۴ ماه می ۱۰۳۲ میلادی هنگام غروب، گذر زهره در ایران اتفاق افتاده است و این گذر در نیمه غربی کشور قابل رؤیت بوده؛ و چون زمان آن نزدیک به غروب بود لذا امکان رصد این پدیده با چشم میسر بوده است، مانند گذر زهره در سال ۲۰۰۴ که بدون فیلتر مشاهده شده است. همچنین ابوعلی‌سینا بخش‌های شفا را در آخرین سال‌های عمرش نگاشته است؛ زمانی که در همدان حضور داشته است [۳]. لذا ادعای رصد گذر ابوعلی‌سینا بسیار امکان‌پذیر می‌نماید. دانشمند ایرانی بعدی در رصد گذر زهره، عبدالغفارخان نجم‌الدوله اصفهانی ملقب به عبدالغفار نجم‌الملک (شکل ۲) است. به پیشنهاد وی برای رصد گذر زهره در سال ۱۲۵۳ خورشیدی برابر با ۱۸۷۴ میلادی، دو گروه از منجمان آلمانی با تلسکوپ‌های خود به ایران آمدند تا این پدیده را رصد کنند. گروه اول در تهران روی بام کلاه‌فرنگی باغ سپه‌سالار مستقر شدند.



میرزا عبدالغفارخان نجم‌الدوله (۱۲۴۲ - ۱۲۸۷ هجری شمسی)

شکل ۲. میرزا عبدالغفارخان نجم‌الدوله، ریاضی‌دان و منجم و تقویم‌نویس بود. وی برای نخستین بار، سال ۱۳۶۵ هجری شمسی را وارد تقویم جلالی کرد و مبدع تقویم هجری شمسی جدید شد.

عبدالغفارخان به همراه پدرش و اعتضادالسلطنه با این گروه، گذر زهره را رصد کردند. گروه دوم آلمانی‌ها که به اصفهان رفته بودند، با هوای ابری روبه‌رو شدند. پس از رصد در تهران، عبدالغفارخان رساله‌ای را در رابطه با این پدیده می‌نویسد که هم‌اکنون نسخه‌ای خطی از آن در کتابخانه ملی موجود است و نسخه تصحیح شده آن توسط خانم زهره مرادی به مناسبت گذر ۱۷ خرداد سال ۱۳۹۱ به چاپ رسید [۴].

نگارنده این مقاله نیز به رصد گذر زهره در تاریخ ۱۷ خرداد ۱۳۹۱ (۶ ژوئن ۲۰۱۲) پرداخته است. وی برای انجام یک پژوهش با عنوان «بررسی اثر نیروهای گرانشی به صورت اختلالاتی بر مدار سیاره زهره از طریق زمان‌سنجی تماس‌ها در زمان گذر» راهی کشور اندونزی شد و در دانشگاه SAM RATULANGI واقع در جزیره مانادو، تقریباً در ۳۵۰۰ کیلومتری جاکارتا موضع گرفت. اندونزی به این دلیل انتخاب شد که در ایران شروع گذر با طلوع خورشید همراه بود و حدود ۵٪ از ابتدای گذر طی شده بود ولی در اندونزی، چهار تماس قابل اندازه‌گیری بود.

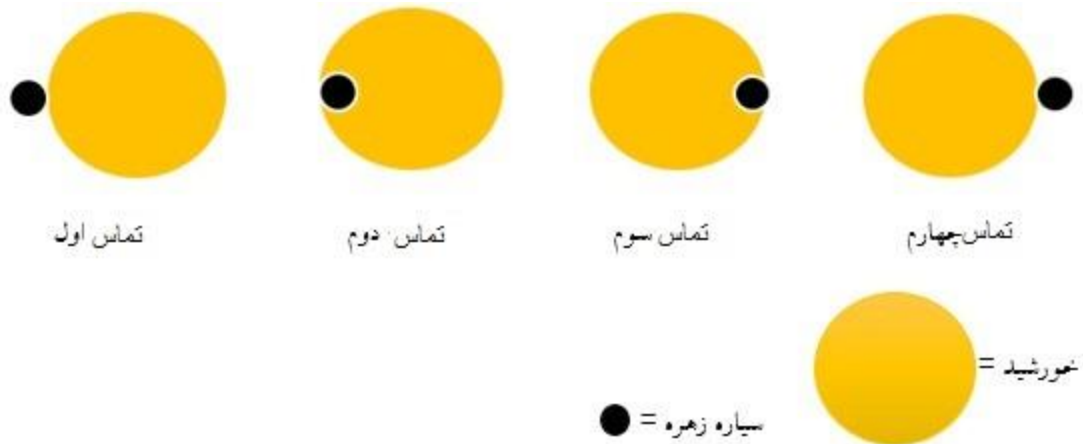
این پژوهش به نیروهای گرانشی در منظومه شمسی پرداخته و اختلالات احتمالی نیروهای گرانشی بر روی سیاره زهره در زمان گذر را بررسی کرده است.

### **روش پژوهش**

آیا نیروهای گرانشی در منظومه شمسی که توسط خورشید و سایر سیارات، به سیاره زهره وارد می‌شود، می‌تواند اختلالاتی را در مدار این سیاره ایجاد کند؟ اگر چنین اتفاقی بیفتد چگونه ما قادر خواهیم بود تا از طریق گذر زهره متوجه آن شویم؟ آیا ممکن است اختلال در مدار زهره از طریق مقایسه محاسبات پیش‌رصدی و رصد تجربی به دست آید؟ دکتر خطیف کونجایا در مصاحبه‌ای در مورد این پروژه می‌گوید: این ممکن است، اما ما زمان‌های کمی برای این مقایسه داریم و باید از این موقعیت استفاده کنیم.

### **تماس چیست؟**

تماس هنگامی اتفاق می‌افتد که دو جرم در حال حرکت، با فاصله‌های متفاوت از دیدگاه ناظر زمینی، با یکدیگر تماس شوند. این تماس شدن در چهار حالت اتفاق می‌افتد که توضیح داده می‌شود (شکل ۳). زمان ثبت تماس‌ها در گذر اهمیت بسیار زیادی دارد. زمان تماس اول، هنگامی است که سیاره به خورشید نزدیک می‌شود، در یک لحظه، لبه خارجی سیاره با لبه خارجی خورشید تماس می‌شود. از این لحظه، گذر آغاز می‌شود. زمان تماس دوم، وقتی است که لبه خارجی سیاره به لبه داخلی خورشید تماس می‌شود. از این لحظه، بخش ثابتی از سطح خورشید به وسیله سیاره پوشیده می‌شود و سیاره از یک سمت خورشید به سمت دیگر خورشید حرکت می‌کند. تماس سوم، هنگامی است که سیاره عرض خورشید را طی کرده و لبه خارجی سیاره با لبه داخلی خورشید، ولی از طرف دیگر خورشید، تماس می‌شود. زمان تماس چهارم، با حرکت سیاره از روی محیط خورشید، گذر به سمت اتمام می‌رود و در یک لحظه، لبه خارجی سیاره با لبه خارجی خورشید تماس می‌شود و این لحظه ثبت تماس چهارم است. از این زمان به بعد گذر پایان می‌یابد.



شکل ۳. چهار تماس در شکل قابل مشاهده است.

### انجام پروژه

برای انجام پروژه، ابتدا زمان تماس‌ها پیش از گذر سیاره به صورت محاسباتی برای مکان رصد تجربی از سایت ناسا ([eclipse.gsfc.nasa.gov](http://eclipse.gsfc.nasa.gov)) استخراج شد (جدول ۲). آن‌گاه رصد گذر به صورت تجربی انجام گرفت (شکل ۴) و زمان تماس‌ها ثبت شد.



شکل ۴. نگارنده - غلامحسین رستگار نسب - (پشت دوربین) در حال گرفتن تصویر از تماس‌ها با تلسکوپ



پس از پایان رصد، زمان تماس‌های پیش‌رصدی با زمان تماس‌های رصد تجربی مقایسه شد. هرگونه اختلاف بین رصد محاسبه‌ای با رصد تجربی می‌توانست بیانگر اختلال در مدار سیاره باشد.

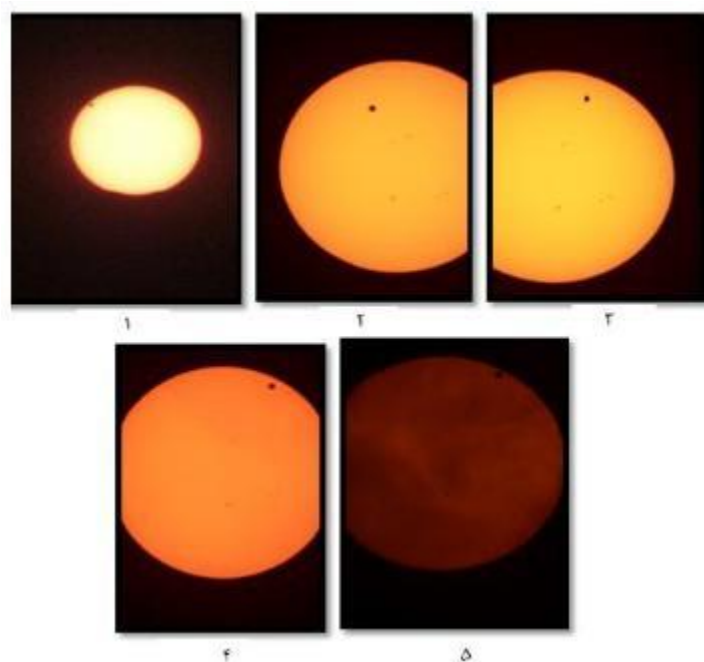
تماس	زمان استاندارد محلی	زمان جهانی
اول	۰۷:۱۷:۵۱	۲۲:۱۷:۵۱
دوم	۰۷:۳۵:۱۴	۲۲:۵۵:۱۴
سوم	۱۳:۳۲:۵۱	۰۴:۳۲:۵۱
چهارم	۱۳:۵۰:۲۵	۰۴:۵۰:۲۵

جدول ۲. زمان تماس‌ها براساس محاسبات پیش‌رصدی از سایت ناسا

تماس	زمان استاندارد محلی	زمان جهانی
اول	۰۷:۱۷:۵۱	۲۲:۱۷:۵۴
دوم	۰۷:۳۵:۱۴	۲۲:۵۵:۱۴
سوم	۱۳:۳۲:۵۱	۰۴:۳۲:۵۱
چهارم	۱۳:۵۰:۲۵	۰۴:۵۰:۲۵

جدول ۳. زمان تماس‌ها براساس رصد تجربی در اندونزی

مقایسه جدول ۲ با جدول ۳: همان‌طور که مشاهده می‌شود، زمان تماس دوم و سوم و چهارم در دو جدول ۲ و ۳ یکسان است. اما تماس اول در دو جدول یکسان نیست. چنانچه اختلاف در تماس اول جزء خطای اندازه‌گیری محسوب شود، بنابراین اختلالی در مدار سیاره زهره در زمان گذر وجود نداشته است. تصاویری از گذر زهره در (شکل ۵) نشان داده شده است.



### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که دانشمندان ایرانی اسلامی سهم بسزایی در رصد گذر سیاره زهره داشته‌اند. هرچند، رصدهای دوران اسلامی، بنا به دلایلی پذیرفته نشده است اما در این پژوهش نشان داده شد که امکان رصد گذر زهره توسط ابوعلی‌سینا وجود داشته است. در دوره جدید نیز پژوهشگران ایرانی، گزارش‌های تجربی از گذر سیاره زهره داشته‌اند. یکی از این پژوهشگران که مستخرج تقویم نیز بود، به نام عبدالغفارخان نجم‌الدوله، با رصد گذر سیاره زهره، تصحیح در تقویم را انجام داد. همچنین نگارنده، اثر نیروهای گرانشی در منظومه شمسی را، از طریق زمان‌سنجی بر مبنای محاسبات پیش‌رصدی با زمان‌سنجی بر مبنای رصد تجربی، مورد بررسی قرار دارد و از این طریق نشان داد که مدار سیاره زهره در زمان آخرین گذر دارای ثبات بوده است. با توجه به اینکه بررسی اختلالات در مدار سیارات بحثی پیچیده است لذا بایستی پروژه‌های رصدی بیشتری انجام شود و با توجه به اینکه بیش از صد سال بین هر گذر فاصله است لذا این رصدها بایستی به‌صورت پروژه‌های مدون در طرح‌های علمی بلندمدت انجام شود.

## مرجع‌ها

- [۱]. گمینی، امیرمحمد؛ «گذر زهره و ترتیب سیارات نسبت به زمین در آثار هیأت دوره اسلامی» نشر مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک ایران، مراغه، آذر ۱۳۹۲.
- [۲]. سعیده جزنی، غلامحسین رستگارنسب، بررسی گذر سیاره زهره از مقابل خورشید و رصد آن توسط دانشمندان ایرانی اسلامی، سومین همایش نقش دانشمندان ایرانی - اسلامی در پیشبرد علوم تجربی، اصفهان ۸ خرداد ۱۳۹۳.
- [۳]. اصفهانی، عبدالغفار؛ «رساله تعریف ستاره زهره»، سال انتشار ۱۲۹۱ قمری.
- [۴]. مرادی، زهره؛ «گذر زهره در عصر قاجار» چاپ مرکز نجوم آستان حضرت عبدالعظیم(ع)، ۱۰ آبان ۱۳۹۱.