دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک

رصد ستاره دوتایی V459 Cas و بررسی مدل های نظری برای توصیف حرکت حضیضی آن

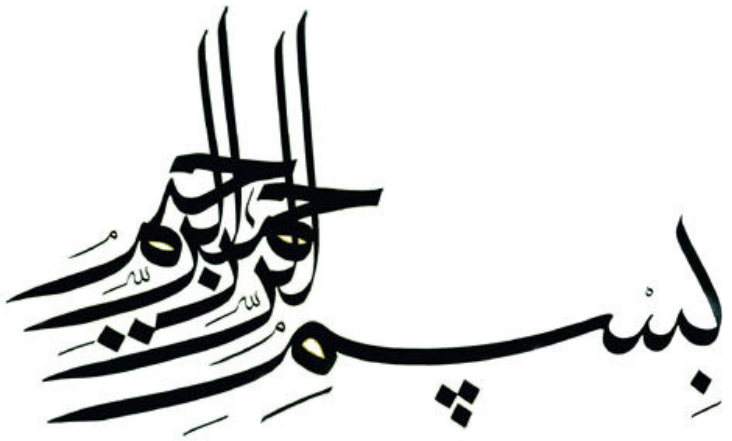
توسط:

آزاده ابروان

استاد راهنما:

پروفسور نعمت اله ریاضی

شهریور ۱۳۸۸


بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب آزاده ابروان (۸۵۰۳۸۳) دانشجوی رشته ی فیزیک گرایش اخترفیزیک دانشکده ی علوم اظهارمی کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهارمی کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم .کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی : آزاده ابروان

تاریخ و امضا: ۱۳۸۸/۶/۸

به نام خدا

رصد ستاره دوتایی V459 Cas و بررسی مدل های نظری برای توصیف حرکت حضیضی آن

به کوشش

آزاده ابروان

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

فیزیک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر نعمت اله ریاضی، استاد بخش فیزیک (استاد راهنما) .....

دکتر مهدی جهانمیری، دانشیار بخش فیزیک .....

دکتر محمد حسین دهقانی، استاد بخش فیزیک .....

شهریور ۱۳۸۸

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان، از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند،

این مجموعه را به **پدر و مادر عزیزم** تقدیم می کنم.

سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدای را که نامهایش پاک، نعمتهایش سرشار و احسانش وافر است.
در اینجا نخست از زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزشمند استاد گرامی جناب آقای دکتر نعمت اله ریاضی که در راستای انجام این رساله در تمام مراحل راهگشای اینجانب بوده اند، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.
همچنین از اساتید ارجمند آقایان دکتر مهدی جهانمیری و دکتر محمد حسین دهقانی که راهنمای من بوده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم و از خداوند توفیق و بهروزی ایشان را آرزومندم.

چکیده

رصد ستاره دوتایی V459 Cas و بررسی مدل های نظری برای توصیف حرکت حضیضی آن

به کوشش

آزاده ابروان

برخی از ستارگان دوتایی با مدار بیضوی دارای آهنگ حرکت حضیضی هستند که با پیش بینی نسبیت عام توافق و سازگاری ندارد. ستاره ی V459 Cas که در صورت فلکی ذات الکرسی قرار گرفته در این گروه ستارگان قرار می گیرد. آهنگ حرکت حضیضی را می توان برای آن اندازه گیری کرد و با پیش بینی کلاسیک و نسبیت عام مقایسه نمود. ابتدا به وسیله ی CCD و تلسکوپ، از حوزه ی ستاره متغیر و همچنین ستاره ی آزمون و مقایسه عکس برداری های متوالی انجام می شود، سپس توسط نرم افزار *IRIS* نورسنجی ستاره صورت می گیرد و در انتها توسط نرم افزار Redwip کاهش داده ها و تصحیحات جوی انجام می گیرد. با استفاده از حرکت حضیضی بدست آمده و همچنین حرکت های حضیضی مشاهده شده گذشته، آهنگ حرکت حضیضی را برای سیستم دوتایی مورد نظر بدست می آوریم. با محاسبه ی آهنگ حرکت حضیضی نظری و مقایسه ی آن با آهنگ حرکت حضیضی مشاهداتی بدست آمده متوجه می شویم که این دو آهنگ با یکدیگر توافق ندارند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
فصل دوم: ستاره های دوتایی	
۲-۱- انواع دوتایی ها	۵
۲-۱-۱- دوتایی نوری	۵
۲-۱-۲- دوتایی مرئی	۵
۲-۱-۳- دوتایی اخترسنجی	۶
۲-۱-۴- دوتایی طیف سنجی	۷
۲-۱-۵- دوتایی گرفتی	۸
۲-۲- مکانیک سیستم دوتایی	۸
۲-۲-۱- حرکت مداری	۸
۲-۲-۲- حرکت نسبی	۱۰
۲-۲-۳- تقریب روش و سطوح هم پتانسیل	۱۱
۲-۲-۴- دسته بندی دوتایی ها بر اساس سطوح هم پتانسیل	۱۴
۲-۲-۴-۱- دوتایی های جدا از هم	۱۴
۲-۲-۴-۲- دوتایی های نیمه جدا	۱۵
۲-۲-۴-۳- دوتایی های متصل	۱۵
فصل سوم: دوتایی های گرفتی	
۳-۱- احتمال گرفت در دوتایی ها	۱۹
۳-۲- منحنی نوری	۲۱
۳-۳- چگونگی تعیین فاز دوتایی گرفتی	۲۳
۳-۴- خروج از مرکز مدار	۲۴
۳-۴-۱- اگر محور بزرگ بیضی موازی صفحه آسمان باشد	۲۴

عنوان صفحه

۳-۴-۲- اگر محور بزرگ بیضی منطبق با میدان دید باشد ۲۵
۳-۴-۳- اگر زاویه میل ۹۰ درجه باشد اما محور بزرگ بیضی موازی یا عمود بر امتداد دید نباشد ۲۷
فصل چهارم: نورسنجی با CCD
۴-۱- CCD چیست؟ ۳۱
۴-۲- آشنایی با چند ویژگی ساختاری CCD ۳۳
۴-۲-۱- خطی بودن ۳۳
۴-۲-۲- نشت کردن ۳۳
۴-۲-۳- جریان تاریک و بایاس ۳۵
۴-۲-۴- پیکسل های بد ۳۶
۴-۲-۵- نقاط داغ ۳۶
۴-۲-۶- ستون های تاریک ۳۶
۴-۲-۷- ستون های سفید ۳۶
۴-۲-۸- بازدهی کوانتومی ۳۷
۴-۳- شروع عکس برداری ۳۸
۴-۳-۱- محل جرم مورد نظر ۳۸
۴-۳-۲- هدایت تلسکوپ ۳۸
۴-۴- تصویرهای لازم برای نورسنجی ۳۹
۴-۴-۱- تصویر بایاس ۳۹
۴-۴-۲- تصویر میدان تخت ۳۹
۴-۴-۳- تصویر تاریک ۴۱
۴-۵- فیلترها ۴۲
۴-۶- حساسیت CCD نسبت به طول موج های مختلف ۴۳
فصل پنجم: نرم افزار *IRIS*
۵-۱- *IRIS* چیست؟ ۴۵
۵-۲- اطلاعات تصویر ۴۵
۵-۳- زمان ۴۶

عنوان صفحه

۵-۴- کالیبره کردن تصاویر ۴۶
۵-۵- نورسنجی ۴۷
فصل ششم: کنترل سیستم CGE

۶-۱- گزینه ی Get RA/DEC و Goto RA/DEC ۵۲
۶-۲- گزینه ی Precise GoTo ۵۲
۶-۳- ستارگان هم ترازی ۵۳
۶-۴- ستارگان کالیبراسیون ۵۴
۶-۵- نکاتی در مورد کالیبره کردن ستاره ای ۵۴
فصل هفتم: مشاهده و بررسی دوتایی گرفتی V459 Cas

۷-۱- مقدمه ۵۷
۷-۲- مشاهده ستاره دوتایی V459 Cas ۵۸
۷-۳- نورسنجی داده ها ۶۰
۷-۴- کاهش داده ها ۶۰
۷-۵- استخراج اطلاعات لازم از منحنی نوری V459 Cas ۶۱
۷-۶- آهنگ حرکت حضیضی مشاهده شده ۶۳
۷-۷- آهنگ حرکت حضیضی نظری ۶۶
۷-۸- وجود جرم سوم ۶۸
فصل هشتم: نتایج بحث و پیشنهادها

۸-۱- مقدمات رصد ۷۲
۸-۲- شروع رصد ۷۲
۸-۳- کار با تلسکوپ و کنترل دستی ۷۳
۸-۳-۱- کانونی کردن تلسکوپ ۷۳
۸-۴- شروع عکس برداری ۷۳
۸-۵- نورسنجی تصاویر تهیه شده ۷۴
۸-۶- محاسبه کمینه ی V459 Cas و آهنگ حرکت حضیضی مشاهداتی ۷۴
۸-۷- آهنگ حرکت حضیضی نظری ۷۵

۸-۸- پیشنهادات ۷۵

- فهرست منابع ۷۶
- پیوست ۱ ۸۰
- پیوست ۲ ۸۳
- چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

عنوان و شماره	صفحه
جدول ۱: شعاع، جرم و دمای موثر دو مولفه v459 Cas	۵۸
جدول ۲: فازی که در آن کمینه ی اول و دوم اتفاق افتاده است	۶۱
جدول ۳: زمان کمینه های دوم V459 Cas به همراه D و ω محاسبه شده	۶۴

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱: (الف): دوتایی نوری، (ب): دوتایی مرئی	۶
شکل ۲: دوتایی اخترسنجی	۷
شکل ۳ : دوتایی طیف سنجی	۸
شکل ۴: وضعیت دو ستاره m_1 و m_2 نسبت به ناظر	۱۰
شکل ۵ : m_1 مبدا مختصات و محور x-ها به سمت m_2، صفحه مدار در صفحه xy و عمود بر محور z-ها می باشد	۱۲
شکل ۶: دوتایی های جدا	۱۶
شکل ۷: دوتایی های نیمه جدا	۱۶
شکل ۸: دوتایی های متصل	۱۶
شکل ۹: زاویه شیب مداری	۱۸
شکل ۱۰: چگونگی شروع گرفت در دوتایی ها	۱۹
شکل ۱۱: منحنی نوری یک دوتایی دارای گرفت کلی	۲۲
شکل ۱۲: یک دوتایی دارای گرفت جزئی	۲۳
شکل ۱۳: یک دوتایی فرضی که محور بزرگ آن موازی صفحه آسمان است	۲۶
شکل ۱۴: یک دوتایی فرضی که محور بزرگ آن موازی با امتداد دید ناظر است	۲۷
شکل ۱۵: جابجایی فاز در زمان های مختلف برای دو کمینه در حالت کلی	۲۹
شکل ۱۶: نمونه ای از CCD مید	۳۲
شکل ۱۷: انتقال الکترون به لایه ی هدایت پس از برخورد فوتون به شبکه ی کریستالی	۳۲
شکل ۱۸: نمودار خطی بودن CCD	۳۴
شکل ۱۹: نشت کردن بارهای اضافی در راستای عمودی	۳۵
شکل ۲۰: (الف): ستون های تاریک، (ب): ستون های سفید	۳۷
شکل ۲۱: تصویر بایاس	۴۰
شکل ۲۲: تصویر میدان تخت	۴۱
شکل ۲۳: تصویر تاریک	۴۲

عنوان صفحه

شکل ۲۴: پنجره ی فرمان ۴۶
شکل ۲۵: منوی Analysis و گزینه های آن ۴۸
شکل ۲۶: استخراج FWHM برای جرم مورد نظر ۴۸
شکل ۲۷: پنجره ی نورسنجی روزنه ای ۴۹
شکل ۲۸: پنجره ی خروجی که داده های نورسنجی را نمایش می دهد ۵۰
شکل ۲۹: نمونه ای از تصاویر گرفته شده که شامل ستاره ی متغیر، آزمون
و مقایسه می باشد ۵۹
شکل ۳۰: کمینه اول V459 Cas ۶۲
شکل ۳۱: کمینه دوم V459 Cas ۶۲
شکل ۳۲: ω بر حسب زمان ژولی رسم شده است، که شیب خط برازش شده بر
روی این نقاط همان آهنگ حرکت حضیضی مشاهداتی می باشد ۶۵
شکل ۳۳: مدار نسبی v459 Cas ۶۶

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

نقاط نورانی در آسمان شب، که به عنوان ستاره از آنها یاد می کنیم، را می توان به دو قسمت تقسیم کرد. ستارگانی که مانند خورشید ما یکتا و مجردند و بعضی از آنها دارای سیاره هایی هستند که در مدارهای مشخصی به دورشان در حال گردشند. دیگر ستاره هایی که به صورت زوج حول مرکز جرم مشترکشان در حال گردش هستند. در این تقسیم بندی ستاره هایی مانند خورشید که به تنهایی یافت می شوند را ستاره های یگانه[1] و ستارگانی که حول یکدیگر می چرخند را ستاره های دوتایی[2]، یا به اختصار "دوتایی ها" می نامیم [۱۵].

در سال ۱۶۵۰، یعنی کمتر از نیم قرن پس از اینکه گالیله از تلسکوپ برای دیدن آسمان استفاده کرد، یک منجم ایتالیایی به نام جین ریچولی[3] ستاره ی میزار[4] را مشاهده کرد که در تلسکوپ به صورت دو ستاره دیده می شد. میزار اولین ستاره ی دوتایی بود که کشف شد. در آن قرن و نیم قرن پس از کشف میزار بسیاری از دوتایی ها به وسیله ی تلسکوپ کشف شدند [۱و۱۱].

بر اساس نتایج تحقیقات متعدد رصدی، ستاره های دوتایی به فراوانی ستارگان یگانه هستند و می توان اینگونه نتیجه گرفت که از آنچه هر شب در آسمان مشاهده می کنیم تقریبا ۵۰٪ ستارگان دوتایی هستند.

نیمی از نقاط نورانی در آسمان شب در واقع دوتایی هستند، ولی از آنجایی که اجزای این دوتایی ها بسیار به هم نزدیکند، چشم ما به خطا آن را یک نقطه می بیند. به همین دلیل است

---

1. Single stars .
2. Binary stars .
3. Jean Baptiste Riccioli.
4. Mizar .

که این دوتایی ها را "دوتایی های نزدیک به هم"[۵] می نامیم، تا بین آنها و سایر دوتایی ها که به "دوتایی های مرئی"[۶] معروفند تمایز قایل شویم. دوتایی های مرئی را می توان با چشم تشخیص داد و دوران اجزای آن حول مرکز جرم را در یک دوره زمان طولانی مشاهده کرد.

سایر مشاهدات بر وجود دوتایی هایی دلالت می کند که اجزای آنها خود دوتایی نزدیک به هم هستند؛ آنچه مسلم است، بعضی از دوتایی ها و سه تایی هایی که تا به حال مشاهده کردیم، در واقع سیستمی متشکل از چهار و یا حتی شش ستاره بوده اند. برای مثال روشن ترین ستاره در صورت فلکی دوپیکر[۷] که به ستاره راس التوام المقدم[۸] معروف است، یک دوتایی مرئی است که اجزایش در حدود ۲ ثانیه قوس از یکدیگر فاصله دارند. هر کدام از این اجزاء خود دوتایی های نزدیک به هم هستند که جزء اول شامل دو ستاره با دوره تناوب ۲/۹ روز و سیستم دوم از دو ستاره با دوره تناوب ۹/۲ روز تشکیل شده است. اجزای دوتایی کاستور نیز با دوره تناوب ۴۲۰ سال در حال چرخش حول مرکز جرمشان می باشند. علاوه بر این ها جزء سومی با جدایی زاویه ای ۷۳ ثانیه قوس در این سیستم قرار دارد که خود یک دوتایی نزدیک به هم گرفتی است و زیر اجزای آن دوره تناوبی برابر با ۰/۸ روز دارند. بر این اساس می توان گفت که ستاره کاستور یک ستاره ی شش تایی است![۱۵].

در این میان دوتایی هایی که دارای مدار بیضوی هستند از اهمیت ویژه ای برخوردارند. می توان آهنگ حرکت حضیضی این دوتایی ها را اندازه گیری کرده و با پیش بینی کلاسیک و نسبیت عام مقایسه نمود. برای تعیین آهنگ حرکت حضیضی، از حوزه ی ستاره ی مورد نظر توسط CCD عکس برداری کرده و با نورسنجی تصویرهای گرفته شده و همچنین داده های گذشته آهنگ حرکت حضیضی را محاسبه می کنیم و در نهایت با آهنگ حرکت حضیضی نظری مقایسه می کنیم.

---

[5] Close binary stars .

[6] Visual binary stars.

[7] Gemini.

[8] Castor.

فصل دوم

ستاره های دوتایی

۲- ستاره های دوتایی

۲-۱ انواع دوتایی ها

۲-۱-۱ دوتایی نوری[۹]

دوتایی های نوری در واقع یک سیستم دوتایی نیستند بلکه فقط دو ستاره هستند که در امتداد خط دید ناظر قرار گرفته اند و به صورت دوتایی به نظر می رسند (دارای میل[۱۰] و بعد[۱۱] مشابه هستند). با توجه به فاصله زیاد، ستاره ها تحت تاثیر نیروی گرانش یکدیگر نبوده و به همین دلیل این نوع سیستم در اندازه گیری جرم مفید نخواهد بود(شکل ۱- الف).

۲-۱-۲ دوتایی مرئی

دو عضو این سیستم دوتایی به صورت مستقل قابل تشخیص می باشند و تحت تاثیر گرانش متقابل یکدیگر قرار دارند. این گونه سیستم ها اطلاعات مهمی درباره ی جدایی زاویه ای ستاره ها از مرکز جرم مشترکشان به ما می دهند. با داشتن فاصله دوتایی از زمین، فاصله

---

[9] Optical binary .

[10] Declination .

[11] Right Ascension .