۱۳۳۸۸۷

دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک (نجوم)

نورسنجی و تحلیل منحنی نوری ستاره دوتایی گرفتی SW Lac در فیلترهای B و V

استاد راهنما

دکتر کاظم نفیسی

نگارش

حمید رضا غلامحسین پور

۱۳۸۸/۱۲/۲۶

شهریور ۸۷

۱۳۳۸۸۷

به نام خدا

فرم شماره :

دانشگاه بیرجند
مدیریت تحصیلات تکمیلی

تاریخ : .....
شماره : .....
پیوست : .....

صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد **آقای حمیدرضا غلامحسین پور**

به شماره دانشجویی: ۸٤۱۳۱۰٤۰۱۷ رشته: **فیزیک** گرایش: **نجوم** دانشکده: **علوم** دانشگاه بیرجند

تحت عنوان :

" تورسنجی و تحلیل منحنی نوری ستاره دوتایی گرفتی SWLac در فیلترهای $\tilde{B}$ و V "

به ارزش: ٦ واحد درساعت: **۹صبح** روز: **شنبه** مورخ: **۸۷/٦/۳۰**

با حضور اعضای محترم جلسه دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی به شرح ذیل تشکیل گردید :

سمت	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	**آقای دکتر کاظم نفیسی**	**استادیار**	
داور اول	**آقای دکتر رضا پژوهش**	**استادیار**	
داور دوم	**آقای دکتر عباس عابدی**	**استادیار**	
نماینده تحصیلات تکمیلی	**آقای دکتر هادی عربی**	**استادیار**	

نتیجه ارزیابی به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

☑ قبول (با درجه: عالی و امتیاز: ۱۹/۵) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود

۱- عالی (۲۰-۱۸) ۲- بسیار خوب (۱۹/۹۹ - ۱۶) ۳- خوب (۱۵/۹۹ - ۱۴) ۴- قابل قبول (۱۳/۹۹ - ۱۲)

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، اقتباس و... از پایان نامه
کارشناسی ارشد یا رساله دکتری برای دانشگاه بیرجند محفوظ است.
نقل مطالب با ذکر ماخذ بلامانع است.

تقدیم به:

روح پدرم

که اولین آموزگار زندگیم بود.

مادرم

به خاطر دعاهایش.

همسرم

که مشوق و همراهم بود.

تقدیر و تشکر

یارب دل پاک و جان آگاهم ده

آه شب و گریه سحرگاهم ده

در راه خود، اول از خودم بی خود کن

بی خود چو شدم ز خود به خود راهم ده

حمد و سپاس خداوند بلند مرتبه را که فرصتی عنایت فرمود برگی از عظمت خلقت وآفرینش را مطالعه نمایم و پله‌ای دیگر، از مدارج علمی را بپیمایم. که این خود نیز، راهی به سوی اوست. اکنون بر خود لازم می‌دانم تا مراتب سپاس و قدردانی خود را از بزرگوارانی به جا آورم که در این مسیر مرا یاری نمودند.

از استاد راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر کاظم نفیسی که با رهنمودهای داهیانه خویش، راهنمایی این تحقیق را، تقبل نمودند و در کلیه مراحل آن مرا یاری نمودند کمال سپاسگزاری را دارم.

از جناب آقای دکتر عباس عابدی که در پر بار کردن محتوای علمی این پایان نامه صمیمانه کوشیدند، و زحمت داوری آن را تقبل فرمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر رضا پژوهش که داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند، صمیمانه قدردانی می نمایم.

از جناب آقای دکتر هادی عربی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی دانشگاه کمال تشکر را دارم.

در نهایت از اساتید محترم گروه فیزیک و از زحمات سرکار خانم نخعی منشی محترم گروه و کارشناسان و همکاران محترم آزمایشگاههای فیزیک و هم‌دوره‌ای‌های عزیزکه صمیمانه همراهی فرمودند، سپاسگزارم.

الهی تو ما را برگرفتی و کسی نگفت که بردار، اکنون که بر گرفتی وا مگذار و در سایه لطف و عنایت خود نگهمیدار.

حمید رضا غلامحسین پور

شهریور۸۷

چکیده

سیستم‌های دوتایی زیر مجموعه‌ای از سیستم‌های چندتایی هستند، که در آنها فقط دو ستاره توسط گرانش یکدیگر در مدارهایی به دور مرکز جرم مشترکشان می‌گردند. موقعیت مولفه‌ها و تقابل بین آنها، سبب تنوع این سیستم‌ها و از طرف دیگر عاملی برای بدست آوردن اطلاعاتی، از پارامترهای هندسی و فیزیکی مولفه‌ها شده است. این پارامترها که از بررسی و تحلیل داده‌های نورسنجی و طیف سنجی حاصل می‌شوند، برای شناخت از ساختار و وضعیت تحول ستاره‌ای به کار می‌روند.

این پایان‌نامه در چهار فصل تنظیم شده است.

فصل اول مقدمه‌ای بر سیستم‌های دوتایی است و به بررسی انواع این سیستم‌ها و ساختار تحولی مولفه ها و نیز به رده‌بندی آنها پرداخته است. با توجه به تغییرات نور رسیده از گروهی از این سیستم‌ها می‌توان، با ارائه مفاهیم فیزیکی و عوامل موثر، تغییرات نور را توجیه و تفسیر نمود. در فصل دوم مفاهیم و عوامل موثر در تغییرات نور رسیده از سیستم‌ها و نیز نحوه شبیه‌سازی و تحلیل منحنی نوری را مورد بررسی قرار دادیم.در فصل سوم معرفی سیستم دوتایی SW Lac و گزارشی از رصد این سیستم در مدت چهار شب در ماههای سپتامبر و اکتبر ۲۰۰۷ با استفاده از تلسکوپ ۵۱ سانتیمتری رصدخانه ابوریحان بیرونی دانشگاه شیراز در دو فیلتر B و V ارائه شده است.

در فصل آخر به کمک داده‌های حاصل از نورسنجی سیستم منحنی نوری رصدی سیستم بدست آمد و زمان کمینه نور تعیین شد با کاربرد برنامه ویلسون دوینی (۱۹۹۸م) منحنی نوری نظری ساخته و تحلیل و پارامترهای نسبی تعیین شدند، سپس با استفاده از اطلاعات حاصل از کار طیف سنجی، توسط روسینسکی و همکاران (۲۰۰۵م) پارامترهای مطلق سیستم را بدست آوردیم.

نتایج نشان می‌دهند که سیستم دوتایی SW Lac با پریود مداری p=۰/۳۲۰۷۱ روز، یک سیستم فوق تماسی است. نتایج حاصله، بانتایج کار دیگرمحققین، توافق دارد.

فهرست عناوین

فصل اول: سیستم‌های دوتایی

۱-۱ تاریخچه..... ۱

۱-۲ انواع سیستم‌های دوتایی..... ۳

۱-۲-۱ سیستم‌های دوتایی نوری..... ۳

۱-۲-۲ سیستم‌های دوتایی مرئی یا دیدی..... ۳

۱-۲-۳ سیستم‌های دوتایی اخترسنجی..... ۴

۱-۲-۴ سیستم‌های دوتایی.طیفی..... ۵

۱-۲-۵ سیستم‌های دوتایی طیف سنجی..... ۵

۱-۲-۶ سیستم‌های دوتایی گرفتی..... ۶

۱-۳ شکل‌گیری سیستم‌های دوتایی..... ۶

۱-۴ مدارهای ستارگان دوتایی..... ۹

۱-۵ ساختار و تحول سیستم‌های دوتایی..... ۱۰

۱-۵-۱ تحول سیستم‌های دوتایی نزدیک و سطوح هم پتانسیل..... ۱۱

۱-۵-۲ تحول سیستمهای دوتایی نزدیک از طریق انتقال جرم..... ۱۴

۱-۶ رده‌بندی سیستم‌های دوتایی..... ۱۷

۱-۷ خصوصیات سیستمهای W UMa..... ۲۴

۱-۸ انواع سیستمهای W UMa..... ۲۶

۱-۹ سیستم‌های دوتایی گرفتی..... ۲۷

۱-۹-۱ دلایل مطالعه ستارگان دوتایی گرفتی..... ۳۱

فصل دوم: آنالیز منحنی نوری ستارگان دوتایی گرفتی

۲-۱ مقدمه..... ۳۳

۲-۲ هدف کلی از نورسنجی ستارگان دوتایی گرفتی..... ۳۳

۲-۳ عوامل موثر بر منحنی نور ستارگان دوتایی..... ۳۳

۲-۳-۱ پدیده گرفتی..... ۳۴

۲-۳-۲ شکل مولفه‌ها..... ۳۴

۲-۳-۳ تاریکی گرانشی..... ۳۵

۲-۳-۴ تاریکی لبه..... ۳۶

۲-۳-۵ اثر بازتاب..... ۳۹

۲-۳-۶ لکه‌های ستاره‌ای..... ۴۰

۲-۴ روش ویلسون دوینی..... ۴۱

۲-۴-۱ برنامه LC..... ۴۳

۲-۴-۲ برنامه DC..... ۴۹

فصل سوم: مشاهده، نور سنجی و بررسی دوره تناوب ستاره گرفتی SW Lac

۳-۱ مقدمه..... ۵۳

۳-۲ نورسنجی ستاره..... ۵۳

۳-۳ مشاهده ستاره..... ۵۷

۳-۳-۱ مراحل عملی رصد..... ۵۸

۳-۴ مشاهده ستاره دوتایی SW Lac..... ۵۹

۳-۴-۱ واکافت داده‌های نورسنجی..... ۶۲

۳-۵ تاریخچه ستاره SW Lac..... ۶۵

فصل چهارم: حل سیستم SW Lac و نتیجه‌گیری.

۴-۱ منحنی نوری..... ۷۰

۴-۲ زمان کمینه نوری و دوره تناوب سیستم دوتایی SW Lac..... ۷۱

۴-۳ تعیین پارامترهای سیستم..... ۷۷

۴-۴ تعیین پارامترهای مطلق سیستم دوتایی SW Lac..... ۸۹

۴-۵ بحث و نتیجه‌گیری..... ۹۲

پیوست الف: داده‌های رصدی سیستم دوتایی SW Lac..... ۹۵

پیوست ب: تعداد دورها و کمیت $(O-C)$ در زمانهای مینیمم، نسبت به افمری مرجع

Min I(hel)=45275.5081+0.320717..... ۱۰۵

مراجع..... ۱۰۸

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ مدار مولفه‌های یک سیستم دوتایی..... ۹

شکل ۱-۲ هندسه یک سیستم دوتایی..... ۱۲

شکل ۱-۳ سطوح هم پتانسیل و نقاط لاگرانژین در صفحه مداری سیستم دوتایی..... ۱۴

شکل ۱-۴ سطوح مولفه‌ها در این نوع سیستم‌ها..... ۱۹

شکل ۱-۵ منحنی نوری سیستم‌های نوع الگول..... ۲۱

شکل ۱-۶ منحنی نوری سیستم نوع β- LYRAE..... ۲۲

شکل ۱-۷ منحنی نوری سیستم نوع W UMa..... ۲۳

شکل ۱-۸ موقعیت ستاره‌ها در هنگام گرفت..... ۲۸

شکل ۱-۹ منحنی نوری یک سیستم دوتایی گرفتی در یک پریود کامل..... ۲۹

شکل ۱-۱۰ فواصل زمانی، مماسی و گرفتی دو ستاره..... ۳۰

شکل ۲-۱ تاثیر شکل مولفه بر منحنی نوری سیستم..... ۳۵

شکل ۲-۲ تصویری از تاریکی لبه‌ی ستاره..... ۳۷

شکل ۲-۳ تغییرات ضرایب تاریکی لبه در طول موجهای مختلف..... ۳۸

شکل ۲-۴ تاثیر تاریکی لبه بر منحنی نوری سیستم دوتایی..... ۳۹

شکل ۲-۵ تاثیر اثرات بازتاب بر منحنی نوری سیستم دوتایی..... ۴۰

شکل ۲-۶ تغییرات منحنی نوری سیستم XY UMa، در کمینه اول بدلیل وجود لکه‌ها، در دو فصل رصدی..... ۴۱

شکل ۳-۱ مسیر پرتو نور ستاره قبل از رسیدن به لامپ فتومولتی پلایر..... ۵۴

شکل ۳-۲ ساختمان داخلی لامپ فتومولتی پلایر..... ۵۵

شکل ۳-۳ موقعیت و میدان دید سیستم دوتایی SW Lac نسبت به دیگر صور فلکی..... ۶۰

شکل ۴ -۱ نمودار تغییرات قدر - فاز برای داده‌های حاصل از رصد فعلی، در دو

فیلترV و.B..... ۷۰

شکل ۴-۲ الف منحنی منطبق شده در کمینه اول منحنی نوری دوتایی SW Lac

در فیلتر .B..... ۷۲

شکل ۴-۲ ب منحنی منطبق شده در کمینه اول منحنی نوری دوتایی SW Lac

در فیلتر V..... ۷۲

شکل ۴-۳ نمودار $(O-C)$ برحسب N..... ۷۶

شکل ۴-۴ نمونه‌ای از فایل ورودی LC..... ۷۸

شکل۴- ۵ الف دمای مولفه اولیه $T_1=۴۹۱۳^{\circ}k$..... ۷۹

شکل۴- ۵ ب دمای مولفه اولیه $T_1=۵۶۱۳^{\circ}k$..... ۷۹

شکل ۴- ۶ الف زاویه میل مدار $i=۷۹/۲۰$..... ۸۰

شکل ۴- ۶ ب زاویه میل مداری $i=۸۴/۲۰$..... ۸۰

شکل ۴- ۷ الف دمای مولفه دوم به ازای $T_2=۵۱۸۶^{\circ}k$..... ۸۰

شکل ۴- ۷ ب دمای مولفه دوم به ازای $T_2=۵۴۸۶^{\circ}k$..... ۸۰

شکل۴ -۸ الف منحنی نوری مشاهده‌ای و نظری در صافی,B..... ۸۲

شکل ۴-۸ ب منحنی نوری مشاهده‌ای و نظری در صافی .V..... ۸۲

شکل ۴-۹ منحنی نوری حاصل از مشاهدات در سالهای ۱۹۸۶-۱۹۸۷..... ۸۳

شکل ۴- ۱۰ نمودار (Σ) بر حسب q..... ۸۸

شکل ۴- ۱۱ الف حد روچ و سطوح پتانسیل بحرانی داخلی و خارجی سیستم..... ۹۱

شکل ۴- ۱۱ ب پیکربندی سیستم در فاز ۰/۲۵..... ۹۱

فهرست جداول

جدول ۱-۱ بعضی از ویژگیهای این رده‌بندی..... ۲۳

جدول ۳-۱ مشخصات ستاره‌های متغیر ومقایسه و چک..... ۵۹

جدول ۴-۱ مینیمم‌های اولیه بدست آمده از رصد دوتایی .SW Lac..... ۷۳

جدول ۴-۲ کمینه‌های سیستم در رصد فعلی و رصد مرجع و کمیت، O-C ، تعداد دورهای کامل سیستم از زمان مرجع و پریود محاسباتی..... ۷۴

جدول ۴-۳ پارامتر های ورودی برنامه LC..... ۸۴

جدول ۴- ۴ پارامترهای سیستم در دو فیلتر B و V..... ۸۶

جدول ۴- ۵ نتایج حاصل از نورسنجی سیستم دوتایی SW.Lac..... ۸۷

جدول ۴-۶ مقادیر Σ(o-c)2 به ازای مقادیر مختلف پارامترq..... ۸۸

جدول ۴-۷ داده‌های طیف سنجی سیستم SW Lac..... ۸۹

جدول ۴-۸ پارامترهای مطلق سیستم SW Lac..... ۹۰

جدول ۴-۹ مقایسه پارامتر های فیزیکی و هندسی از منابع دیگر و کار فعلی..... ۹۳

۱-۱ تاریخچه

در یک شب صاف، آسمان تاریک در برق ستارگان می‌درخشد. در این میان کسر بزرگی از ستارگان بی‌شماری که در آسمان دیده می‌شوند، ستارگان دوتایی هستند.

معمولا فاصله بین ستاره‌ها آنقدر زیاد است، که تاثیر گرانش آنها بسیار کوچک است. اما در داخل هر کهکشان گروهی از ستارگان چندان به هم نزدیکند، که بین آنها یک رابطه دینامیکی از طریق گرانش برقرار است و دو ستاره بدور مرکز جرم مشترکشان در حال گردش می‌باشند.

کشف و مطالعه ستارگان دوتایی[1] به حدود ۳۰۰ سال قبل باز می‌گردد. در ابتدا تصور می‌شد، که این ستارگان واقعا در کنار یکدیگر قرار ندارند، بلکه تصادفا در راستای دید ناظر واقع شده‌اند. در سال ۱۶۵۰م اخترشناس ایتالیایی به نام جین باتیستا ریچیولی[2] اولین ستاره دوتایی را کشف کرد. این ستاره عناق است که در وسط دب اکبر قرار دارد. در سال ۱۶۶۴م رابرت هوک[3] کشف کرد، که ستاره گامای حمل یک ستاره دوتایی است. در سال ۱۷۸۲م، توسط منجم جوانی به نام گودریک[4] ستاره دوتایی راس الغول کشف شد. سر ویلیام هرشل[5] اولین کسی بود، که پس از دو سال مشاهده، تعداد ۲۶۹ ستاره دوتایی را فهرست نمود. وی در سال ۱۷۲۹م با رصد کردن ستارگان دوتایی که حدود بیست سال قبل آنها را کشف کرده بود، دریافت که موضع نسبی آنها تغییر کرده است. این انتقال موضع، به هرشل ثابت کرد که این ستارگان ترکیب دوگانه یا چندگانه‌ای از ستارگان هستند، که در

1- Double Stars
2- Jean Baptista Riccioli
3- Robert Houk
4- Goodrich
5- William Herschell

اثر کشش متقابل در کنار هم جای گرفته‌اند. در سال ۱۸۲۷م ساواری [۶] نشان داد، که سیستم دوتایی عناق با دوره تناوب حدود ۶۰ سال به دور یکدیگر می‌گردند. در سال ۱۸۸۹م وگل [۷] به روش طیف سنجی دوتایی بودن راس الغول را در صورت فلکی برساوش ثابت کرد. علاوه بر دوتایی‌ها منظومه‌هایی از ۳ عضو یا حتی بیشتر وجود دارند، که تعداد کمی از آنها تاکنون شناخته شده‌اند. مشهورترین نمونه ستاره راس التوام المقدم در صورت فلکی جوزا است، که مجموعاً شش ستاره در این منظومه چندتایی وجود دارد با تلسکوپ، سه ستاره قابل دیدن است، ولی هر کدام از آنها یک دوتایی نزدیک به هم است.

دوتایی‌ها یکی از فراوانترین جمعیتهای ستاره‌ای را در کهکشان راه شیری و حتی در دیگر کهکشانها تشکیل می‌دهند با در نظر گرفتن این نکته که در محدوده ۳۰ پارسکی خورشید، از هر [۴] ۱۰ ستاره حداکثر ۱۰ ستاره دوتایی گرفتی وجود دارد، تعداد کل ستارگان دوتایی گرفتی در کهکشان راه شیری به حدود [۹] ۱۰ می‌رسد. امروزه ستاره‌شناسان تعداد زیادی از ستارگان دوتایی را کشف کرده‌اند. فراوانی دوتایی‌ها دلیل بر اهمیت رصد و مطالعه آنهاست. ضمن اینکه به کمک قوانین فیزیکی و رصد و حل منحنی نوری دوتایی‌های گرفتی، خصوصیات مهم ستاره مثل جرم، شعاع، چگالی، دمای سطحی، تابندگی، آهنگ چرخش و نیز پارامترهای هندسی، نظیر زاویه میل مداری، مقدار خروج از مرکز مدار را بدست می‌آوریم و این در حالی است که برای یک ستاره منفرد به دلیل فاصله بسیار زیاد و تقارن نیروهای گرانشی نیوتونی اطراف ستاره، اندازه گیری این پارامترها کاری بسیار مشکل و تقریبا غیر ممکن است.

6- Sawary

7- vogel

این اطلا عات، دانش ما را از تمام ستارگان تا خوشه‌ها و کهکشانهایی که ستارگان دوتایی را در بر می‌گیرند گسترش می‌دهند.

۱-۲ انواع سیستم‌های دوتایی

سیستمهای ستارگان دوتایی را بر اساس دلایل فیزیکی و با توجه به روشهای آشکارسازی به شش گروه مختلف رده‌بندی کرده‌اند.

۱-۲-۱ سیستم‌های دوتایی نوری[8]

این نوع ستارگان در حقیقت یک منظومه دوتایی فیزیکی نیستند. دو ستاره از لحاظ فیزیکی ارتباطی با یکدیگر ندارند، و تنها به این دلیل که در راستای خط دید ناظر قرار دارند در آسمان نسبت به هم نزدیک و به صورت دوتایی به نظر می‌رسند، و حرکتهای غیر وابسته دو ستاره به یکدیگر مشخص می‌کند، که آنها جزء ستارگان دوتایی نیستند.

۱-۲-۲ سیستم‌های دوتایی مرئی یا دیدی[9]

به منظومه دوتایی که با استفاده از تلسکوپ قابل تفکیک و رویت می‌باشند، و فاصله آنها (فاصله مراکز دو ستاره) بیشتر از یک ثانیه قوسی است، ستارگان دوتایی مرئی گویند. به دلیل آنکه فاصله دو ستاره در این منظومه زیاد است، سرعت مداری آنها کم و دوره مداری آنها طولانی است.

8- Optical binary

9- visual binary

برا ی مثال: دوتایی کاستور، یک دوتایی مرئی است، که توسط هرشل در سال ۱۷۹۰ م کشف شد. برای تشخیص سیستم‌های دوتایی مرئی از سیستم‌های نوری از معیار ار.جی. اتیکن استفاده می‌شود. بر طبق این معیار هر چه جدائی بین دو ستاره کوچکتر باشد احتمال وجود سیستم دوتایی بیشتر می‌شود بر اساس این معیار که با رابطه تجربی زیر

$$\log a'' = 2.8 - 0.2m \qquad (۱-۱)$$

مشخص می‌شود، a'' زاویه جدائی دو ستاره بر حسب ثانیه قوسی، m قدر ظاهری دو ستاره می‌باشد باداشتن قدر a'' بدست می‌آید در قیاس a'' اندازه‌گیری شده و a'' محاسباتی نتیجه حاصل می‌شود. چنانچه مقدار a'' اندازه‌گیری شده از مقدار محاسباتی آن کوچکتر باشد یک سیستم دوتایی خواهیم داشت.[۱]

در این سیستم‌ها با بدست آوردن مدار ظاهری دوتایی در صفحه آسمان جرم هر یک از ستاره‌ها را می‌توان تعیین نمود.

۱-۲-۳ سیستم‌های دوتایی اخترسنجی[10]

دوتایی‌هایی که تنها یک مولفه آن قابل رؤیت با تلسکوپ است (ستاره روشن‌تر) و هنگامیکه مسیرش را در آسمان دنبال می‌کنیم، به جای آنکه مسیر مستقیمی را دنبال کند، در امتداد یک مسیر زیگزاگ حرکت می‌کند. در واقع از حرکت اعوجاجی متناوب یک مولفه که ناشی از وجود گرانش دیگری است، به وجود مولفه دیگر پی می‌بریم.

10- astrometric binary

۱-۲-٤ سیستم‌های دوتایی طیفی[11]

در این نوع سیستم‌ها نیز به علت نزدیکی دو ستاره قابل تفکیک نمی‌باشند. اما دو طیف مختلف مربوط به دو ستاره را بوضوح می‌توان داشت. در این دوتایی‌ها تصاویر طیفی‌شان حرکت مداری را آشکار نمی‌کند.

۱-۲-۵ سیستم‌های دوتایی طیف سنجی[12]

اگر دو ستاره خیلی به هم نزدیک یا در فاصله زیادی از ناظر قرار داشته باشند. مولفه‌ها بطور مجزا دیده نشده، و سیستم همانند یک ستاره منفرد به نظر می‌رسد ولی ممکن است خاصیت دوتایی چنین سیستمی را بکمک طیف سنجی آشکار نمود. اگر دو ستاره بطور نزدیک و با سرعت مداری زیاد (دوره تناوب در حدود چندین ساعت تا چند (ماه) و با میل مداری مخالف صفر حول مرکز جرمشان بگردند، آنگاه سیستم از نوع دوتایی طیف سنجی است. طیف یک دوتایی طیف سنجی خطوطی را ارائه می‌دهد، که به طور متناوب بر حسب طول موج نوسان می‌کند. اگر ستاره همدم به قدری کم نور باشد، که تصاویر طیفی‌اش مشخص نباشد، یک دوتایی طیف سنجی تک خط داریم. دو ستاره با در خشندگی خیلی نزدیک به هم دو مجموعه اشکال طیفی تولید می‌کنند که درجهات مخالف نوسان می‌کنند (بر حسب طول موج) این سیستم یک دوتایی طیف سنجی دو خط نامیده می‌شود.

11- Spectrum binary

12- Spectroscopic binary

۱-۲-۶ سیستم‌های دوتایی گرفتی[۱۳]

هر گاه در یک سیستم ستاره دوتایی مدارها در جهتی قرار بگیرند، که یک ستاره بتواند، در راستای خط دید ناظر، از مقابل دیگری عبور کند. در واقع، در این شرایط زاویه میل مداری (زاویه بین خط دید و خط عمود بر صفحه مدار دوتایی) خیلی به ۹۰° ($i > ۵۹^\circ$) [۲] نزدیک می‌شود. و هر یک از دو ستاره به تناوب در حین گردش به دور مرکز جرم مشترکشان یکدیگر را می‌پوشانند، و این پدیده منجر به تغییرات متناوب و قابل ملاحظه‌ای در روشنایی سیستم می‌شود، دوتایی‌های گرفتی به سهولت توسط روشنایی‌های متناوبشان، آشکار می‌شوند.

بعضی از سیستم‌های دوتایی ممکن است شرایط چند گروه را با هم داشته باشند که در اینصورت پارامترهای سیستم براحتی تعیین می‌شوند. فرضاً اگر یک سیستم دوتایی گرفتی، شرایط سیستم‌های طیف سنجی را نیز داشته باشد، ابعاد، جرم، فروغمندی، و دمای ستاره‌ها، را می‌توان بدست آورد [۲۴].

۱-۳ شکل‌گیری سیستم‌های دوتایی

تولد ستارگان در محیط‌های میان ستاره‌ای یا همان ابرهای مولکولی روی می‌دهد. هرگاه در محیط‌های میان ستاره‌ای تغییرات و ناپایداری گرانشی ایجاد شود، چگالی قسمتی از این محیط‌ها زیاد شده و این قسمتها به توده های گازی تبدیل می‌شوند. این توده‌های گازی بر اثر جاذبه گرانشی خود از محیط اطرافشان جرم جذب می‌کنند، و در این فعل و انفعالات دمای قسمت مرکزی این توده به حدی می‌رسد، که همجوشی اتمهای هیدروژن و تولید هلیوم را امکان پذیر می‌سازد و اصطلاحاً می‌گوئیم، ستاره متولد شده‌است. مشاهدات نشان می‌دهد، که تکانه زاویه ای واحد جرم ابر مولکولی در حدود

13- Eclipsing binary

10^{8} برابر اندازه حرکت زاویه ای واحد جرم ستاره‌های جوان است، همچنین چگالی یک ستاره جوان تقریبا 10^{20} برابر چگالی ابر مولکولی است که از آن شکل گرفته است، تشکیل ستاره‌های دوتایی از شکل‌گیری مولفه‌های آن مستقل نیست. چهار نظریه عمده در مورد شکل‌گیری ستاره‌های دوتایی وجود دارد [۲].

الف – نظریه شکافت[۱۴]

طبق این نظریه هنگامی که یک پیش ستاره به سمت رشته اصلی پیش می‌رود، سرعت چرخشی ستاره به دور خود افزایش می‌یابد، و نسبت انرژی دورانی ستاره به انرژی گرانشی آن زیاد می‌شود. هنگامی که این نسبت به یک مقدار حدی برسد، ستاره بدلیل عدم تقارن شعاعی مواد آن تحت اثر ناپایداری‌هایی قرارمی‌گیرد، و به دو ستاره شکافته می‌شود که این دو ستاره مولفه‌های یک دوتایی را تشکیل می‌دهند. برای این تبدیل ستاره اولیه باید اندازه حرکت زاویه‌ای زیادی را داشته باشد تا سبب ناپایداری دینامیکی آنها شود و بدلیل محدود بودن اندازه حرکت زاویه‌ای هر ستاره، احتمال تشکیل سیستم‌های دوتایی نزدیک بیشتر می‌شود.

ب – نظریه تکه تکه شدن ابرهای مولکولی[۱۵]

یک ابر مولکولی که باسرعت زیاد می‌چرخد، طی مراحلی به صورت یک حلقه و یا یک قرص در می‌آید، وتحت یک شرایط خاص این قرص یا حلقه تکه تکه شده، و سبب به وجود آمدن چندین پیش

14- fission Hypothesis

15- fragmentation Hypothesis