بسم الله الرحمن الرحيم

پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک (اخترفیزیک)

بررسی اثر هدایت‌گرمایی بر قرص‌های برافزایشی مغناطیده چنبره‌ای با پهن‌رفت غالب با الگوی وشکسانی آلفا در حضور خودگرانش

استاد راهنما :

دکتر جمشید قنبری

ارائه دهنده :

مریم انجیری

تابستان۱۳۸۸

تقدیرنامه

نخست خداوند را بر این نعمت شاکرم که بر من منت نهاد و افتخار تحصیل در جوار بارگاه ملکوتی حضرتش را به من عطا فرمود.
اکنون که با لطف و عنایت او و دعای خیر پدر و مادرم،این مرحله از تحصیل را پشت سر گذاشته‌ام؛ حاصل زحمات خود را به کسانی تقدیم می‌نمایم که به نوعی در زندگی مرا مدیون خود ساخته‌اند و شیرینی زندگی را در پرتو لبخند زیبایشان معنا می‌کنم.
وظیفه خود می‌دانم ازاستاد بزرگوار و گرانقدرم جناب آقای دکتر جمشید قنبری که راهنمایی‌های ارزنده‌شان همواره در تمام مراحل،راهگشای اینجانب است،تشکر و قدردانی فراوان نمایم.
از اساتید مدعو جناب آقای دکتر بهرام خالصه و دکتر مهدی خواجوی که متقبل زحمات عدیده‌ای شده‌اند تقدیر نموده و آرزوی توفیق دارم.
از مدیریت محترم گروه فیزیک،آقای دکتر میری و منشی گروه سرکار خانم عصمت مدار تشکر می‌نمایم.
همچنین از همه عزیزانی که در دوران تحصیل مرا یاری نموده‌اند،به ویژه خاله صبور و مهربانم که وجودش لحظه لحظه این دوران را برایم سهل و جاودانه ساخت تشکر می‌نمایم.
در پایان خالصانه‌ترین مراتب تشکر و قدردانی خود را به مادر مهربان و پدر بزرگوارم که هر چه دارم از یاری و مهربانی آنهاست،تقدیم می‌نمایم.

چکیده

تاکنون،تحقیقات بر روی سیال‌های شبیهADAF در اطراف سیاه‌چاله‌ها نشان می‌دهد که هدایت گرمایی نقش مهمی در انتقال انرژی تابشی در سیستم دارد و سبب سرد شدن قرص می‌شود. در پلاسماهای داغ که به سمت جسم مرکزی فروریزش دارند و به اصطلاح کم برخورد هستند ، انتقال انرژی آن‌ها توسط هدایت گرمایی صورت می‌گیرد.در این تحقیق،سهم هدایت‌گرمایی را در تحول دینامیکی قرص برافزایشی نازک چرخان با پهن‌رفت غالب در اطراف یک سیاه‌چاله در حضور خودگرانش با استفاده از روش خودمشابه بررسی می‌کنیم. چرخش قرص از نوع زیرکپلری است و قرص مغناطیده چنبره‌ای با تقارن محوری است. در این مساله فرآیند اتلافی نظیر وشکسانی را نیز وارد می‌کنیم که برای آن از الگوی آلفا استفاده می‌کنیم. نتایجی که بدست می‌آوریم نشان می‌دهد که با افزایش میدان مغناطیسی سرعت‌های شعاعی ، سمتی و صوت افزایش می‌یابد و خودگرانش در سیستم باعث خواهد شد که هدایت گرمایی اثر کمی برروی ساختار شارش برافزایشی اطراف سیاه‌چاله داشته باشد.

Abstract

The investigations on ADAF-like flows around black holes show that thermal conduction has an important effect in radiated energy transportation in the system and makes disk cool. In the hot gases which infall to the central object and have a weak-collision nature, thermal conduction transports their energy. In this thesis, contribution of thermal conduction in the dynamical evolution of a thin rotating accretion disk with Advection-Dominated regime around a black hole in the presence of self-gravity is investigated by the self-similar method. The rotation of disk is sub-keplerian and disk has an axi-symetric toroidal magnetic field. In this problem dissipative processes like viscosity of the disk was considered affectively and a-prescription was applied. Our results show that by increasing the magnetic field, the sound speed, radial and rotation velocities, increase and self-gravity will cause that thermal conduction has a less effect on the structure of accretion flow around the black hole.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه‌ای برقرص‌های برافزایشی

۱-۱ برافزایش به عنوان منبع انرژی ۳
۱-۲ مفهوم قرص‌های برافزایشی ۴
۱-۳ بررسی حالت کمینه انرژی در قرص‌های برافزایشی ۵
۱-۴ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر جسم مرکزی ۸
۱-۴-۱ قرص‌های سیستم‌های پیش ستاره‌ای ۹
۱-۴-۲ قرص‌های سیستم‌های دوتایی ۱۰
۱-۴-۳ قرص‌های اطراف هسته فعال کهکشانی ۱۱
۱-۵ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر شکل هندسی ۱۳
۱-۵-۱ قرص نا زک ۱۳
۱-۵-۲ قرص ضخیم ۱۴
۱-۶ اهمیت وشکسانی در قرص‌های برافزایشی ۱۴
۱-۷ منبع وشکسانی در قرص‌ها ۱۶
۱-۸ الگوهای ارائه شده در وشکسانی ۱۸
۱-۹ تابندگی ادینگتون ۱۹
۱-۱۰ الگوهای قرص‌های برافزایشی ۲۲
۱-۱۰-۱ الگوی قرص‌های استاندارد ۲۲
۱-۱۰-۲ الگوی شارش‌های برافزایشی با پهن‌رفت غالبADAF ۲۵
۱-۱۱ طیف ADAF ها و فرآیندهای تابشی ۲۹
۱-۱۲ بررسی اثر هدایت گرمایی بر قرص‌های برافزایشی ۳۴
۱-۱۳ بررسی اثر میدان مغناطیسی بر قرص‌های برافزایشی..... ۳۵
۱-۱۴ بررسی اثر خودگرانش بر قرص‌های برافزایشی ۳۷

فصل ۲ : روابط و محاسبات

۲-۱ فرض‌های در نظر گرفته شده در این تحقیق..... ۴۰
۲-۲ معادلات حاکم بر دینامیک قرص‌های برافزایشی..... ۴۱
۲-۳ روابط و محاسبات ۴۳
۲-۴ استفاده از حل‌های خودمشابه برای حل معادلات..... ۵۲

فصل ۳ : نمودارها

۳-۱ بررسی اثر میدان مغناطیسی ۶۰
۳-۲ بررسی اثر وشکسانی ۶۴
۳-۳ بررسی اثر خودگرانش..... ۶۸
۳-۴ بررسی اثر هدایت گرمایی ۷۲

فصل ۴ : نتایج و پیشنهادها

۴-۱ نتایج ۷۷
۴-۲ پیشنهادها ۷۹

پیوست ۸۰
مراجع ۸۳

فصل اول :

مقدمه‌ای برقرص‌های برافزایشی

۱-۱ برافزایش به عنوان منبع انرژی

۱-۲ مفهوم قرص‌های برافزایشی

۱-۳ بررسی حالت کمینه انرژی در قرص‌های برافزایشی

۱-۴ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر جسم مرکزی

۱-۴-۱ قرص‌های سیستم‌های پیش ستاره‌ای

۱-۴-۲ قرص‌های سیستم‌های دوتایی

۱-۴-۳ قرص‌های اطراف هسته فعال کهکشانی

۱-۵ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر شکل هندسی

۱-۵-۱ قرص نا زک

۱-۵-۲ قرص ضخیم

۱-۶ اهمیت وشکسانی در قرص‌های برافزایشی

۱-۷ منبع وشکسانی در قرص‌ها

۱-۸ الگوهای ارائه شده در وشکسانی

۱-۹ تابندگی ادینگتون

۱-۱۰ الگوهای قرص‌های برافزایشی

۱-۱۰-۱ الگوی قرص‌های استاندارد

۱-۱۰-۲ الگوی شارش‌های برافزایشی با پهن‌رفت غالب ADAF

۱-۱۱ طیف ADAF ها و فرآیندهای تابشی

۱-۱۲ بررسی اثر هدایت گرمایی بر قرص‌های برافزایشی

۱-۱۳ بررسی اثر میدان مغناطیسی بر قرص‌های برافزایشی

۱-۱۴ بررسی اثر خودگرانش بر قرص‌های برافزایشی

۱-۱ برافزایش به عنوان منبع انرژی

در نیمه اول قرن بیستم اخترفیزیکدانان به دنبال پیمایش‌های آسمان در طول موج‌های رادیویی علاوه بر کشف کهکشان‌های رادیویی تعدادی منابع رادیویی نیز کشف کردند که یکی از آن‌ها " اختر نما ها"[1] بود. در سال ۱۹۶۳ مارتین اشمیت[2] ستاره‌شناس معروف آلمانی با به تصویرکشیدن طیف اخترنماها متوجه شد این اجرام قرمزگرایی گرانشی بالایی دارند که نشان می‌داد دارای گرانش قوی هستند. این مسئله که " منبع انرژی زیاد در اخترنماها ازچیست؟ " ذهن بسیاری از محققان را به خود مشغول کرد، تا سرانجام در سال ۱۹۶۹ لیندن بل[3] مفهوم قرص‌های برافزایشی در اطراف سیاه‌چاله پرجرم[4] را ارائه داد و نشان داد منبع عظیم انرژی این اجرام ناشی از تشکیل قرص‌های برافزایشی در اطراف سیاه‌چاله مرکزی است [۳۱].

بیشتر پدیده‌های پرانرژی در جهان توسط انرژی پتانسیل گرانشی قوت می‌گیرند که می‌توانند از طریق برافزایش، انرژی را آزاد نمایند. پتانسیل گرانشی می‌تواند ناشی از اجرام بسیار فشرده و پرجرم که در مرکز کهکشان‌ها متمرکز شده‌اند، باشد. اجرام ستاره‌ای بسیار جوانی که توسط گاز محدودی که از فرو ریزش ابراولیه محاصره شده‌اند نیز به عنوان یک منبع گرانش مهم مطرح می‌باشند. در تمام این گونه موارد مواد بوسیله جرم فشرده مرکزی در حال برافزایش می‌باشند و انرژی پتانسیل به شکل تابش و گرما آزاد می‌شود.

یکی از مهمترین الگوهایی که برای قرص‌های برافزایشی ارائه شد الگوی استاندارد برافزایشی شاکورا و

1) quasars
2) Martin Eshmit
3) Lynden-Bell
4) a supermassive black hole – accretion disk system

سانیوف[5] است که براساس فرضیات بسیار ساده بنانهاده شده است.

این الگو توانایی بسیاری برای توصیف سیستم‌های برافزایشی مختلف دارد. این فرضیات در حد برافزایش کم معقول است [۶۸].

درسال‌های اخیر نوعی از برافزایش مورد مطالعه قرار گرفته است که انرژی آزاد شده از طریق این فرآیند، در گاز درحال برافزایش گرفتار می‌شود، در نتیجه قسمت بیشتر انرژی تولیدی برروی جرم مرکزی شارش می‌یابد. این نوع از قرص‌ها به ADAF [6] معروف می‌باشند. گازهای درحال برافزایش در این نوع قرص‌ها چگالی بسیار کمی دارند و سیال توانایی سرد شوندگی خوبی ندارد [۵۲].

۱-۲ مفهوم قرص‌های برافزایشی

هنگامی که تعدادی مولکول گاز در یک مدار دایره‌ای حول یک جسم مرکزی با گرانش قوی در حال چرخش باشند در صورتی که انرژی و تکانه زاویه‌ای مولکول‌ها به گونه‌ای مانند برخورد با سایر مولکول‌های مشابه یا در اثر گرمایش ناشی از امواج ضربه‌ای و یا سرمایش حاصل از تابش سیستم از آن گرفته شود در این صورت مولکول‌ها به آرامی در مسیرمارپیچی به سوی جسم مرکزی حرکت خواهند کرد به این فرآیند برافزایش [7] گفته می‌شود. چون در اثر برافزایش مقداری از انرژی گرانشی گازها رها می‌شود این فرآیند در نجوم از اهمیت زیادی برخوردار است [۷۸]و[۷۱].

5) Shakura & sunyaev
6) Advection-domimated accretion disk
7) Accretion

در واقع قرص‌های برافزایشی، قرص‌های گازی در حال چرخش با شارش برافزایشی در اطراف اجرام گرانشی همانند پیش ستارگان [۸]، ستارگان رشته اصلی (MSs) [۹]، کوتوله‌های سفید(WDs) [10]، ستارگان نوترونی(NSs) [۱۱] و سیاه چاله‌ها(BHs) [۱۲] می‌باشند [۳۱].

هم اکنون اخترفیزیکدانان بسیاری به مطالعه در مورد قرص‌های برافزایشی مختلف می‌پردازند و زمینه مطالعه در مورد این پدیده اخترفیزیکی بسیار وسیع می‌باشد.

۱-۳ بررسی حالت کمینه انرژی در قرص‌های برافزایشی

مهمترین فرآیند فیزیکی در قرص‌های برافزایشی انتقال تکانه زاویه‌ای است که عموماً توسط جریان‌های تلاطمی و یا وشکسانی لایه‌های مختلف قرص برافزایش کننده صورت می‌گیرد. هر الگوی کاملی برای قرص‌های برافزایشی باید بتواند پایستگی تکانه زاویه‌ای را به خوبی توصیف نماید.

درحالت کلی، برای بررسی فیزیکی این فرآیند از نقطه نظر انرژی ، از الگوی بسیار ساده لیندن بل [۱۳] و پرینگل[۱۴] استفاده می‌کنیم [۳۵]. آن‌ها یک الگوی ایده‌ال دو جرمی که حول جرم مرکزی دوران می‌کند را در نظر گرفتند.

فرض می‌کنیم دو جرم کوچک m_1 و m_2 در یک پتانسیل جرم- نقطه ای ثابت واقع باشند. برای یکی از دو جرم با تکانه زاویه ای ℓ ، انرژی کل عبارت است از :

8) Protostars
9) Main-sequence stars
10) White dwarfs
11) Neutron stars
12) Black holes
13) Lynden-Bell
14) Pringle

$$\in(\ell)=\frac{1}{2}(V_r^{\,2}+V_z^{\,2})+\frac{1}{2}\frac{\ell^2}{r^2}-\frac{GM}{\sqrt{r^2+z^2}} \qquad (۱-۱)$$

حالت کمینه انرژی زمانی است که $z=0$ و $V_r=V_z=0$ است ، یعنی هنگامیکه ذره در یک مدار دایره‌ای با شعاع r_{cric} قرار داشته باشد.

$$r_{cric}=\frac{\ell^2}{GM} \qquad (۱-۲)$$

بنابراین انرژی ذره برابرخواهد بود با :

$$\in=-\frac{GM}{2r_{cric}}=-\frac{(GM)^2}{2\ell^2} \qquad (۱-۳)$$

در مرحله اول وضعیت کمینه انرژی دو ذره با چرخش دایره‌ای را بررسی می‌کنیم ، دراین حالت انرژی عبارت خواهد بود از :

$$E=m_1\in(\ell_1)+m_2\in(\ell_2) \qquad (۱-۴)$$

اگر فرض کنیم اختلال کوچکی به سیستم وارد شود، مدارها اندکی جابه‌جا می‌شوند اما تکانه زاویه‌ای کل پایسته است، پس داریم :

$$J=m_1\ell_1+m_2\ell_2=const \qquad (۱-۵)$$

که حال دیفرانسیل می‌گیریم :

$$dJ=m_1\,d\ell_1+m_2\,d\ell_2=0 \qquad (۱-۶)$$

پس تغییرات انرژی کل عبارت خواهد بود از :

$$dE=m_1\in'(\ell_1)\,d\ell_1+m_2\in'(\ell_2)\,d\ell_2 \qquad (۱-۷)$$

که با استفاده از معادله (۱-۳) خواهیم داشت :

$$\in'(e)\equiv\frac{d\in}{d\ell}=\frac{(GM)^2}{\ell^3}=\frac{\ell}{r_{cric}^2}=\Omega \qquad (۱-۸)$$

که (Ω) سرعت زاویه‌ای حرکت دایره‌ای است. با استفاده از معادلات (۱-۴) ، (۱-۶) و معادله (۱-۷)، معادله (۱-۸) بدینصورت خواهد بود :

$$dE = m_1 d\ell_1[\in'(\ell_1) - \in'(\ell_2)] = m_1 d\ell_1(\Omega_1 - \Omega_2) \qquad (۱-۹)$$

از آنجا که همواره در اخترفیزیک، سیستم‌ها برای رسیدن به پایداری به سمت کمینه انرژی میل می‌کنند، حالت $dE < 0$ را در نظر می‌گیریم . اگر $\Omega_1 > \Omega_2$ ، خواهیم داشت $d\ell_1 < 0$ و اگر $\Omega_1 < \Omega_2$ ، خواهیم داشت $d\ell_2 > 0$. بنابراین : هنگامیکه ذره در مداری با Ω کوچک واقع باشد و تکانه زاویه‌ای بدست آورد انرژی سیستم بوسیله تبادل تکانه زاویه‌ای کاهش می‌یابد.

چون Ω در سیستم‌های اختر فیزیکی به سمت بیرون کاهش می‌یابد پس تکانه زاویه‌ای به سمت بیرون منتقل می‌شود.

در مرحله بعد، وضعیتی را بررسی می‌کنیم که اجرام با یکدیگر از طریق انتقال تکانه زاویه‌ای تبادل جرم داشته باشند در حالیکه جرم کل و تکانه زاویه‌ای کل ثابت خواهد بود، پس خواهیم داشت :

$$dm_1 = -dm_2 \quad , \quad d(m_1\ell_1) = -d(m_2\ell_2) \qquad (۱-۱۰)$$

در این حالت تغییرات انرژی کل عبارت است از :

$$dE = d[m_1 \in (\ell 1) + m_2 \in (\ell_2)] \qquad (۱-۱۱)$$

با استفاده از معادله (۱-۱۰) خواهیم داشت :

$$\begin{aligned} dE = {} & dm_1[\in(\ell_1) - \ell_1 \in'(\ell_1)] + d(m_1\ell_1) \in'(\ell_1) \\ & + dm_2[\in(\ell_2) - \ell_2 \in'(\ell_2)] + d(m_2\ell_2) \in'(\ell_2) = dm_1[(\in(\ell_1) - \ell_1\Omega_1) - (\in(\ell_2) - \ell_2\Omega_2)] + \\ & d(m_1\ell_1)\ (\Omega_1 - \Omega_2) \end{aligned} \qquad (۱-۱۲)$$

به دلیل اینکه $\in(\ell)-\ell\Omega$ برای حرکت‌های دایره‌ای به سمت بیرون افزایش می‌یابد، معادله (۱-۳) بصورت زیر در می‌آید :

$$\in-\ell\Omega=-\frac{3}{2}\frac{GM}{r_{circ}} \qquad (۱۳-۱)$$

معادله (۱-۱۳) بیان می‌کند که انرژی کل سیستم هم با انتقال تکانه زاویه‌ای به سمت بیرون (به سمت Ωکوچکتر) و هم با حرکت جرم به سمت درون (به سمت $\in-\ell\Omega$ کوچکتر) کاهش می‌یابد. این نکته اساس عمل برافزایش است که انرژی درضمن برافزایش جرم بطرف مرکز و یا گسترش جرم به شعاع‌های دورتر کاهش می‌یابد.

بنابراین " حالت ساختار کمینه انرژی حدی است که یک ذره با جرم کوچک تمام تکانه زاویه‌ای را به یک مدار دایره‌ای در بی‌نهایت منتقل می‌کند در حالیکه همه جرم باقی مانده در مرکز جمع می‌شود ".

۱-۴ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر جسم مرکزی

اصولاً قرص‌های برافزایشی بر اساس جسم مرکزی به سه گروه مهم طبقه‌بندی می‌شوند:

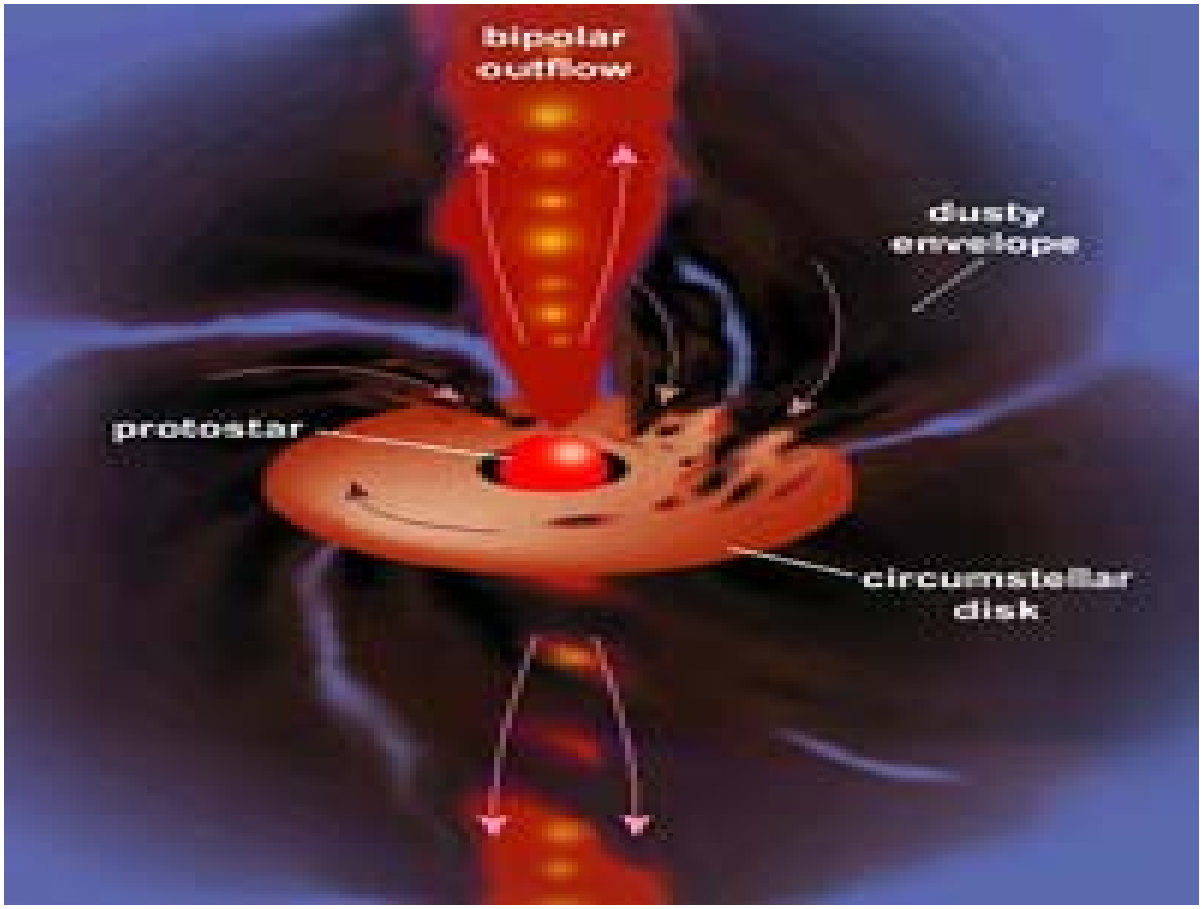
۱) قرص‌های سیستم پیش ستاره‌ای

۲) قرص‌های سیستم دوتایی

۳) قرص‌های اطراف هسته فعال کهکشانی

۱-۴-۱ قرص‌های سیستم پیش ستاره‌ای

اغلب قرص‌های پیش ستاره‌ای شامل گاز سرد، هیدروژن و مقداری گردوغبار می‌باشند که بنا به ایده‌ای برای چندین میلیون سال به همین شکل باقی می‌مانند [۵۸]. سیستم پیش ستاره‌ای در منطقه بزرگی از ابرهای مولکولی هیدروژنی متولد می‌شوند که می‌توانند به جرم‌هایی حدود $۱۰^{۶}$ برابر جرم خورشید برسند [۷۴]. بنا به نظریه‌ای [۳۵] ، تکانه زاویه‌ای در رمبش ابر پیش ستاره‌ای می‌تواند آنقدر بزرگ باشد که یک ستاره نوزاد به همراه یک قرص چرخان در اطراف آن شکل بگیرد. همچنین به علت گسیل‌های اضافی فرابنفش مشاهده شده در طیف ستارگان T - Tauri ، برافزایش ناشی از قرص است که البته گسیل‌های اضافی



شکل (۱-۱) . نمایه‌ای از قرص پیش ستاره‌ای .

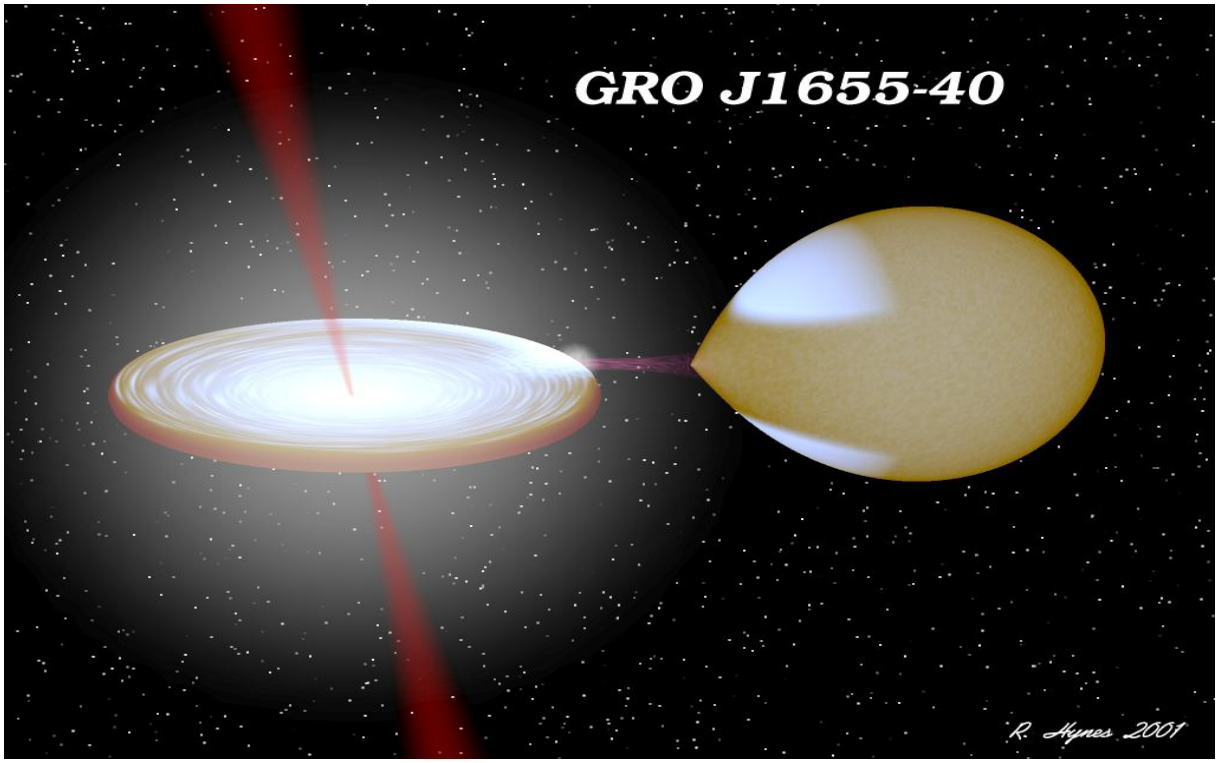
فروسرخ نیز از قرص ناشی می‌شود. هر چند مقدار زیادی از گسیل‌های ناشی از قرص‌های اطراف ستارگان T - Tauri توسط ستاره مرکزی جذب می‌شود [۶]، ولی به هر حال گسیل اضافی مشاهده شده در طول موج اپتیکی و فرابنفش در پیوستار طیف از قرص‌ها و نه از لایه‌های مرزی بین ستاره و قرص ناشی می‌شود.

۱-۴-۲ قرص‌های سیستم دوتایی

شاید بتوان گفت بیش از ۵۰ درصد از ستارگان عضو سیستم‌های دوتایی می‌باشند [۴۱] که با انتقال جرم، برافزایش در این نوع ستارگان پر اهمیت می‌شود [۱۸].

این سیستم‌ها معمولاً از دو ستاره که یکی بسیار تحول‌یافته (مانند کوتوله سفید یا ستاره نوترونی) و دیگری هنوز به چنین مراحل پایانی نرسیده تشکیل شده است و به علت جاذبه گرانشی بسیار شدید همدم فشرده، ماده از طرف همدم بزرگتر (از نظر اندازه) بصورت باد ستاره‌ای به سمت دیگری فرستاده می‌شود، در نتیجه قرص در اطراف جرم فشرده شکل می‌گیرد.

همینطور هنگامیکه یکی از ستارگان دوتایی حد روچ خود را پر کند, ماده گازی از لایه‌های بیرونی ستاره به طرف ستاره همدم جریان می‌یابد و چون ماده گازی آزاد شده دارای دوران است مستقیماً بر روی ستاره همدم سقوط نمی‌کند بلکه بصورت یک قرص برافزایشی در اطراف ستاره همدم تشکیل می‌شود و ماده گازی با حرکت مارپیچی به طرف داخل، به طرف یک چاه پتانسیل عمیق فرو می‌ریزد و انرژی را تابش می‌کند. بررسی این نوع سیستم‌ها در اخترفیزیک بسیار پر اهمیت است زیرا بخش قابل ملاحظه‌ای از طیفی که از این سیستم‌ها بدست می‌آید مربوط به قرص‌های برافزایشی است.



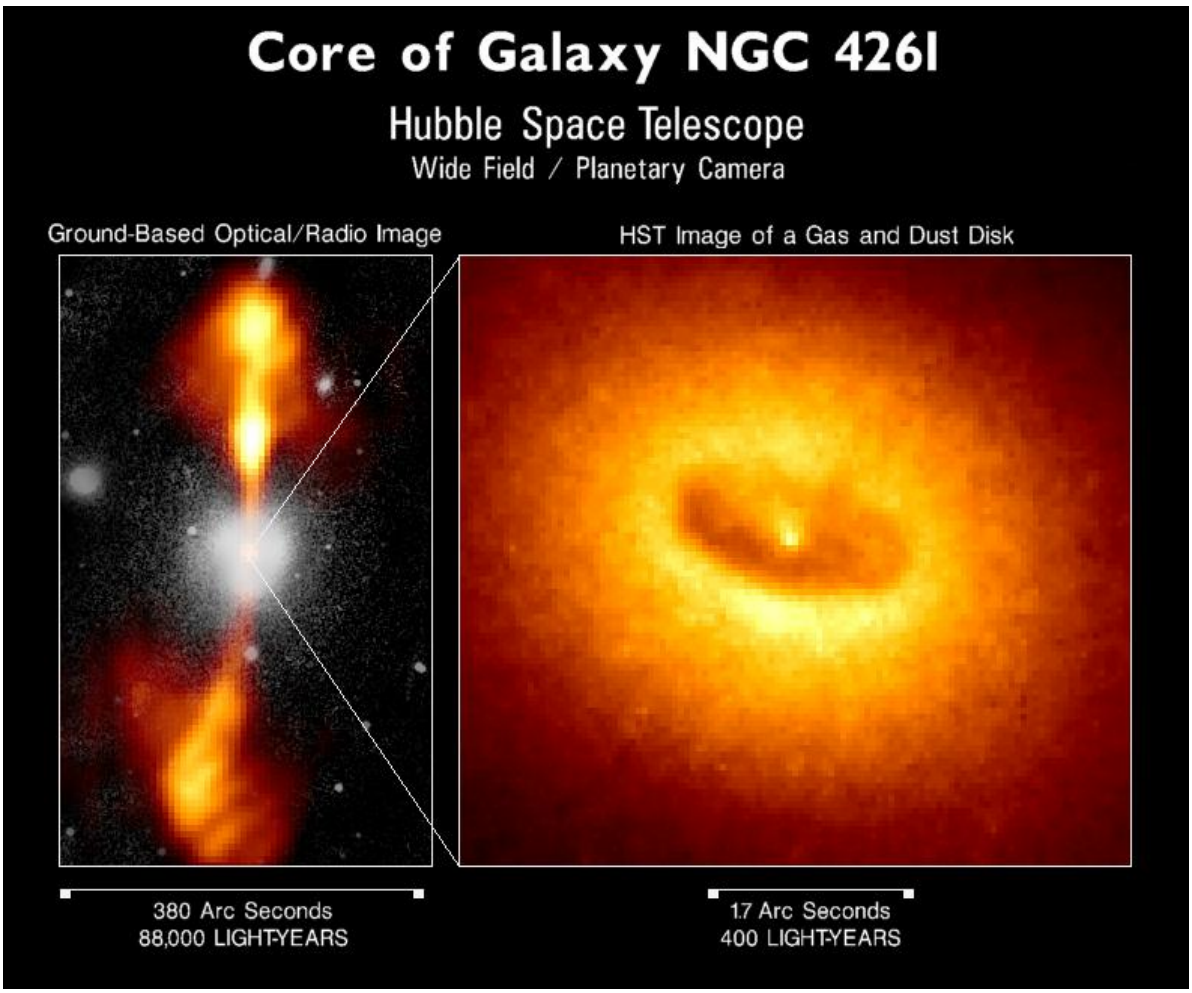
شکل (۱-۲). نمایه‌ای از قرص سیستم دوتایی.

۱-۴-۳ قرص‌های اطراف هسته فعال کهکشانی

مشاهدات هسته فعال کهکشانی تأییدی بر وجود قرص‌های برافزایشی با آهنگ برافزایش کم در اختیار اخترفیزیکدان‌ها قرار داده است. به همین دلیل ساختن الگوی نظری از توصیف این اجرام، دارای اهمیت زیادی است. در مرکز هسته فعال کهکشانی سیاه‌چاله پرجرم وجود دارد که دینامیک کل کهکشان را کنترل می کند و در اطراف آن‌ها قرص‌های عظیمی از ماده وجود دارد. مواد موجود در این قرص‌ها که حتی ممکن است ستاره‌ها نیز جزو آن‌ها باشند بتدریج ضمن حرکت دورانی به دور سیاه‌چاله مرکزی به روی آن می‌ریزد [۴] و [۴۷]. این قرص‌ها بسیار داغ و کاملاً یونیده هستند، در نتیجه میدان مغناطیسی به شدت ساختار و

تحول این قرص‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. قرص‌های مذکور به دلیل این که تا شعاع زیادی از ابعاد کهکشان را در بر می‌گیرند از دو گروه دیگر پرجرم‌تر هستند.

شکل (۱-۳) یک قرص گازی در مرکز کهکشان بیضوی (NGC 4261) در فاصله ۱.۴×۱۰^{۷} pc را نشان می‌دهد [۲۹],[۱۴]. اندازه برآورد شده این قرص در حدود ۶۰ pc است. مناطق بیرونی قرص را ستاره و مناطق درونی آن را لایه‌های گردوغبار پوشانده است. در مرکز این قرص تابش انرژی بالایی مشاهده شده است.



شکل(۱-۳) . قرص برافزایشی در NGC 4261 . این تصویر که توسط تلسکوپ فضایی هابل گرفته شده است، واضح ترین تصویر از ساختار قرص برافزایشی در هسته‌های فعال کهکشانی است .

۱-۵ طبقه‌بندی قرص‌ها از نظر شکل هندسی

۱-۵-۱ قرص نازک

در این نوع قرص‌ها سرعت عمودی که برضخامت سیال اثر می‌گذارد به مراتب از سرعت در راستای شعاعی کوچکتر می‌باشد، بگونه‌ای که ذرات عموماً در روی مسیر دایره‌ای در یک صفحه دوران می‌کنند و حرکتشان کاملاً تحت اثر گرانش است.

در اکثر این قرص‌ها جرم ستاره مرکزی بیشتر از جرم قرص بوده و سرعت زاویه‌ای مواد در حال برافزایش کپلری است [۲۶].

در مطالعه این قرص‌ها وشکسانی از اهمیت زیادی برخوردار است و درخشندگی زیاد که ناشی از ناپایداری در آهنگ برافزایش بالای ماده می‌باشد تا کنون مشاهده نشده است [۵۹].

به علت کوچک بودن ضخامت قرص در برابر شعاع، رفتار کمیت‌های فیزیکی در راستای شعاعی با رفتار کمیت‌های فیزیکی در راستای عمودی و سمتی بسیار متفاوت است [۱۸] و برای بررسی معادلات مربوط به این دسته از قرص‌ها از سیستم مختصات قطبی استوانه‌ای استفاده می‌کنیم. در این نوع قرص‌ها هنگامی که فشار گاز در سیال اهمیت پیدا می‌کند توزیع تکانه زاویه‌ای غیرکپلری خواهد بود [۱۶] و هنگامی که فشار تابشی بر فشار گاز غالب باشد قرص دارای ناپایداری گرمایی می‌باشد [۶۱] ، [۶۲] ، [۷۰] و [۷۲] .