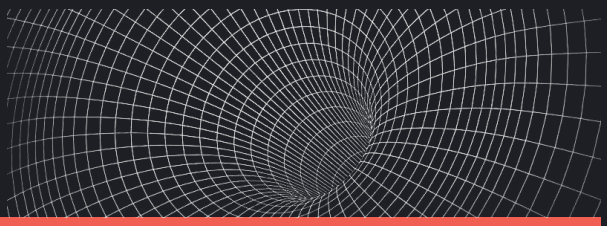
پارادایم
• دوماه‌نامه علمی • شماره‌ی اول بهار سال ۱۴۰۲ •



صفحه ۳
تکینگی: مفهوم انتزاعی یا ساختار زمان–فضا؟

صفحه ۴
جیمز وب: مهندسی پیچیده و سفر به آن‌سوی زمان

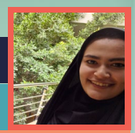
SOLARIS
صفحه ۶
سولاریس (۱۹۷۲): تنهامانده‌ای در فضا

صفحه بعدی »

بازگشت به سبک پارادایم

به نام خداوند بخشنده مهربان

دوماه‌نامه علمی پارادایم • شماره‌ی اول بهار ۱۴۰۲ • شماره مجوز: ۱۴۰۱۳۳۹۴
صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسئول: هاشم محمد زاده • سردبیر: فاطره اصغری
ویراستار: نگار تقوائی • صفحه‌آرایی و طراحی گرافیک: مهدی یغمائی
هیئت تحریریه: فاطره اصغری، نیما زحمت‌کش، فریده محمدیان، فواد رنگی تهرانی



نویسنده
فاطره اصغری

بازگشت به سبک پارادایم

معرفی پارادایم و بازگشت دوباره

نقطه‌ی شروع را آنجایی می‌گذارم که اسم‌هایمان را در لیست اعضای شورای مرکزی انجمن دیدیم و جمع شدیم تا جماعتی از افرادی که با هردلیل شخصی و غیرشخصی‌ای پا به عرصه‌ی فیزیک گذاشته‌اند و دارند کلاس‌هایشان را می‌روند و پی خویش می‌گردند را با اهداف نصفه‌نیمه‌ی خود، پای کار بیاوریم و در این حین، آشنایی‌هایی صورت بگیرد که چهار سالی که قرار است پی دانشجو بودن طی کنیم را تنها و بی‌قید یادگیری سپری نکرده باشیم.

دور هم جمع شدیم تا شور نصفه‌نیمه‌ی ایجاد شده‌ی خودمان را با اشتیاق پیش‌بینی شده‌ی همراهیانمان، کامل کنیم و حالا که تنها نشریه‌ی علمی تخصصی فیزیک به صاحب امتیازی انجمن علمی فیزیک دانشگاه فردوسی مشهد پیش روی شماست، می‌خواهیم که این اشتیاق را ادامه داده و برای از زیر خاک در آمدنش، شماره‌ای را منتشر کنیم؛ باشد که پس از رکود طولانی آن، دوباره با هم بنویسیم، بخوانیم و اصطلاحا فیزیکی‌تر شویم.

اما در ابتدا، شاید برای شما هم این پرسش مطرح باشد که پارادایم یعنی چه و اصلا هدف از این نشریه، چه می‌باشد؟ تامس کوهن (Thomas Kuhn) در کتاب ساختار انقلاب‌های علمی، عنوان پارادایم را پای دستاوردهایی می‌گذارد که واجد دو ویژگی باشند. ابتدا «بی‌نظیر و نو بودن» که می‌تواند توجه گروه پایداری از حامیان را از شیوه‌های رقیب فعالیت علمی منصرف کرده و به سوی خود جلب نماید و دیگری چنان «گسترده و بی‌کران بودن» که همواره انواعی از مسائل را پیش‌روی پژوهشگران نوپا قرار بدهد تا به حل آن‌ها بپردازند؛ به عبارتی وقتی یک پارادایم روی کار می‌آید، باقی گروه‌های پژوهشی، یا باید با آن همراه شوند و پژوهش‌های خود را با آن مرتبط سازند، یا مسیر خود را پیش بگیرند و به انزوا بروند تا از آن گروه جدا شده و به گروه دیگری بپردازند.

به زبان ساده‌تر، پارادایم عبارت است از چارچوبی که تمام دیدگاه‌های پذیرفته شده‌ی رایج پیرامون یک موضوع را در بر گرفته و شامل قواعد مربوط به مسیر تحقیق و چگونگی انجام آن می‌باشد. در فرایند پیشرفت علم، حمایت از یک فرضیه افزایش می‌یابد و آن فرضیه در طول زمان، به نظریه و مدل تبدیل می‌شود که این نظریه‌ها و مدل‌ها به نوبه‌ی خود در یک چارچوب تئوریکال بزرگ‌تر قرار دارند. در هر صورت، یک پارادایم باعث ترویج یک روش تفکر خاص نسبت به سایر روش‌های فکری می‌شود و اساسا اولین کسی که بتواند برای همه اشکالات ایجاد شده، توجیه و دلیل علمی بیاورد بقیه دانشمندان را مسحور خود کرده و بقیه بر طبق پارادایم او عمل می‌کنند. (به عنوان مثال نور از دید سه گروه متفاوت، سه نوع معنی گوناگون به خود گرفته بود؛ ذراتی ساطع شده از اجسام مادی، نوعی محیط میانی بین چشم و جسم، و تعامل محیط میانی با موجودات در برابر چشم؛ حال آنکه در قرن هجدهم، پارادایم این حوزه را کتاب نورشناسی نیوتن فراهم کرده بود؛ کتابی که آموزش می‌داد نور ذراتی مادی است.)

اکنون که دلیل پارادایمی بودن ما را متوجه شده‌اید، نقطه‌ی شروع این نشریه را همین‌جا می‌گذاریم؛ ما اینجاییم و می‌خواهیم بازگشتی به سبک پارادایم داشته باشیم، فیزیک را قدم به قدم ادامه دهیم، می‌خواهیم نشریه دلیلی باشد برای رشد و خواسته‌ای برای خوانده شدن. اصولا اساس نشریات دانشجویی بر این است که کارگروهی بیاموزیم و مقدمه‌ای داشته باشیم برای ادامه دادن، اینجا عرصه‌ای‌ست برای کسانی که می‌خواهند خودشان را به چالش علمی، تخصصی یا آماتوری بکشند، از این رو ما هم اینجاییم تا بیاموزیم، نقدها و نظرات را بشنویم، کم و کاستی‌ها را برطرف کرده و با هم به سوی بهتری گام برداریم، که اگر شما هم این اشتیاق را در خود می‌بینید، بیایید تا فعل ادامه دادن را ادامه دهیم... .

تکینگی: مفهوم انتزاعی یا ساختار فضا-زمان؟

از مجموعه مقاله‌های اپیزود - قسمت اول

نویسنده
فواد رنگی تهرانی

در قرن پانزدهم با پیشرفت علم وتوسعه سریع در ریاضیات، دانشمندانی به یک قضیه ای ناشناخته در کار های خود برخوردند که هیچ شباهتی به تجربه های پیشین آن ها نداشت به شکلی دیگر آن ها با یک واقعیتی متفاوت از دیگر تجربه های پیشین خود مواجه شدند که نام آن تکینگی بود. با تعمیم این پدیده به ریاضیات در سال ۱۸۹۳، میتوانیم آن را اینگونه تعریف کنیم « نقطه ای که یک تابع مقدار بی نهایت می گیرد» اما به شکلی عجیب تر این مفهوم پای خود را به فیزیک و اختر فیزیک نیز باز کرد و به این شکل از سال ۱۹۶۵ مفهوم» نقطه ای از فضا که در آن چگالی ماده یا انحنای فضا-زمان بی نهایت می شود (مانند سیاهچاله)»، تأیید و مورد استفاده قرار گرفت.

چنانچه دانشجوی فیزیک یا فیزیک‌دوست باشید در کم ترین حالت، یک بار اسم تکینگی به گوشتان خورده است. در اینجا قصد داریم مفصل تر و کمی علمی تر درباره این ماهیت عجیب و غریب و ناشناخته صحبت کنیم.

این قسمت از نشریه جزو سری مطالب سریالی خواهد بود و ادامه آن را در شماره های بعدی برای شما تهیه خواهیم کرد.

در قرن پانزدهم با پیشرفت علم و توسعه سریع در ریاضیات، دانشمندان به یک قضیه ای ناشناخته برخوردند که هیچ شباهتی به تجربه های پیشین آن ها نداشت. به شکلی دیگر آن ها با یک واقعیتی متفاوت از دیگر تجربه های پیشین خود مواجه شدند که نام آن تکینگی بود. با تعمیم این پدیده به ریاضیات، در سال ۱۸۹۳، تکینگی اینگونه تعریف شد نقطه ای که یک تابع، مقدار بی نهایت می گیرد و طولی نکشید که این مفهوم پای خود را به فیزیک و کیهان‌شناسی نیز باز کرد و از سال ۱۹۶۵ با تعریف نقطه ای از فضا که در آن چگالی ماده یا انحنای فضا-زمان بی نهایت می شود. مانند سیاهچاله شناخته شد. تکینگی در ریاضیات همانطور که گفته شد در سال ۱۸۹۳ ویژگی عجیبی در ریاضیات پدیدار شده بود، اما این ویژگی به طور دقیق چه بود؟ تکینگی در ریاضیات به نقطه‌ای از توابع گفته می‌شود که در آن یک عنصر ریاضی تعریف نشده باشد، یا مشتق پذیر و خوش‌رفتار نباشد. تابع $f(x)=1/x$ را در نظر بگیرید، این تابع در نقطه $x=0$ دارای تکینگی است، جایی که مقدار عددی تابع به $\pm\infty$ میل میکند، بنابراین تابع در این نقطه تعریف نشده است. حال، تابع قدرمطلقی $f(x)=|x|$ را در نظر بگیرید، این تابع همچنین در نقطه $x=0$ شامل تکینگی میشود، به این علت که این تابع در این نقطه مشتق ناپذیر است. به طور جزئی تر در آنالیز های حقیقی، تکینگی ها، ناپیوستگی یا ناپیوستگی های مشتق (گاهی اوقات نیز ناپیوستگی مشتقات مرتبه بالاتر) هستند.

• تکینگی، موجودی ناشناخته در فیزیک!

دیدیم که تکینگی در ریاضیات نسبتا به‌طور دقیق تری تعریف شد اما در فیزیک بینهایت هیچ مفهوم قابل درکی ندارد و تکینگی یکی از همین بینهایت هاست! برای درک بهتر، نقطه ای مشخص از فضا را در نظر بگیرید که چگالی آن به طور قابل توجهی افزایش پیدا کند، اگر تصور کنیم که این نقطه تغییر حجم و اندازه ای را تجربه نکند طبق نظریه نسبیت عام انیشتین این نقطه در نتیجه چگال شدن بیش از حد در حجمی ثابت دچار یک فروپاشی فاجعه‌آمیز به ناحیه‌ای تک بعدی (نقطه) میشود که در آن، هم چگالی ماده و هم انحنای فضا-زمان به سمت بی نهایت میل می کند. در چنین جایی مفاهیم استاندارد مکان و زمان دیگر معنایی ندارند و این ناشناختگی در زمینه فیزیکی، به علت متلاشی شدن فضا-زمان در این نقطه است. پیش‌بینی می‌شود که تکینگی‌ها در همه سیاه‌چاله‌ها و همچنین در مدل‌های خاصی از کیهان (مثلا بیگ بنگ) رخ دهد. بنابراین، دو نقطه در جهان ما وجود دارد که دانشمندان آنها را «تکینگی» می‌نامند: یکی مرکز سیاهچاله‌ها و دیگری منبع بیگ بنگ اما تکینگی ها را در فیزیک می توان بر اساس ویژگی و خصوصیات ریاضیاتی آن ها که طبق آن فضا-زمان را شکل می‌دهند به دو نوع از مهمترین تکینگی های فضا-زمانی تقسیم کرد که به نام های تکینگی های خمیده و تکینگی های مخروطی شناخته می شوند. از طرفی دیگر این نقاط را می‌توان به طور کلی تر به دو گروه دسته بندی کرد، بر این اساس که تحت پوشش افق رویداد است یا خیر. از این رو، تکینگی های خمیده و مخروطی جزو دسته ای هستند توسط افق رویداد پنهان شده اند و در دسته دیگر تکینگی فاقد افق رویداد است، که به آن تکینگی های برهنه می گویند.

• تکینگی؛ سیاهچاله ها

همانطور که دیدیم یکی از زمینه های اصلی تکینگی در فیزیک وجود آن ها در سیاه چاله هاست و به لطف همین حضور، سیاهچاله ها به طور قابل توجه ای ناشناخته باقی مانده اند! وجود تکینگی ها در فیزیک ابتدا در نتیجه نظریه نسبیت عام انیشتین پیش بینی شدند که منجر به به‌وجود آمدن نظریه سیاهچاله ها شد. ساده‌ترین تصویری که میتوانیم از یک سیاهچاله ترسیم کنیم، تصویر سیستمی است که گرانش آن چنان قوی است که هیچ چیز، حتی نور هم نمی تواند از آن فرار کند. سیستم هایی از این نوع از قبل در نظریه گرانشی آشنای نیوتنی امکان پذیر بودند. با بررسی از مطالب گفته شده میتوانیم به این نتیجه برسیم که، همه سیاهچاله ها دارای تکینگی هستند یا سیاهچاله یک تکینگی است که ماده در آن جریان دارد. هم چنین در یک جنبه ای دقیق تر برای تعریف سیاهچاله ها می‌توان اینگونه تحلیل کرد که سرعت فرار یک جسم، سرعتی است که در آن یک ذره باید شروع به حرکت کند تا از کشش گرانشی جسم فرار کند و بدون شتاب بیشتر به پرواز تا بی نهایت ادامه دهد. از آنجایی که سرعت فرار از سطح یک جسم اندازه گیری می‌شود، اگر جسم منقبض و چگال تر شود، این سرعت افزایش می یابد. در چنین انقباضی، جرم جسم ثابت می‌ماند، اما سطح آن به مرکز جرمش نزدیک تر می‌شود؛ بنابراین نیروی گرانش در سطح افزایش می‌یابد. اگر جسم به اندازه کافی متراکم شود، در نتیجه سرعت فرار می تواند از سرعت نور نیز تجاوز کند، در این مرحله حتی نور هم نمی تواند از سطح جسم فرار کند و بنابراین ما در این جا یک سیاهچاله داریم. قیدی که جسم باید داشته باشد تا به این ویژگی برسد به شعاع شوارتزشیلد معروف است. بر این اساس، هر جسمی که کوچکتر از شعاع شوارتزشیلد خودش باشد سیاهچاله است. به عبارت دیگر، هر جسمی که سرعت فرار آن بیشتر از سرعت نور باشد سیاهچاله است و هر سیاهچاله ای دارای تکینگی است.

• وجود تکینگی در بیگ بنگ؟

یکی از دستاورد های نظریه نسبیت عام این بود که پیش بینی می‌کرد در مراحل اولیه کیهانی، عامل انبساط هستی وجود یک تکینگی است، که به آن تکینگی بیگ بنگ می‌گوییم. نظریه بیگ بنگ یکی از انواع مدل ها برای شبیه سازی آغاز هستی است که پیش بینی قابل توجهی را انجام می‌دهد مبنی بر اینکه هستی برای زمان محدودی در گذشته، به اصطلاح «تکینگی بیگ بنگ» آغاز شده است. این تکینگی اولیه، توسط برخی از مدل‌های نظریه بیگ بنگ پیش‌بینی می‌شود که قبل از انفجار بزرگ وجود داشته است و تصور می‌شود که شامل تمام انرژی ها و فضا-زمان کیهانی است. لحظه ای بلافاصله پس از تکینگی اولیه، بخشی از دوره پلانک است، اولین دوره زمانی در تاریخ جهان ما با این حال، هاوکینگ بعدا این را اصلاح کرد تا ادعا کند که نسبیت عام در زمان‌هایی قبل از انفجار بزرگ شکسته می‌شود و از این رو هیچ تکینگی را نمی‌توان توسط آن پیش‌بینی کرد. با وجود این که پیشبینی نسبیت عام در مورد نقش تکینگی در آغاز کیهان یک ایده ی کاملا شگفت انگیز بود اما نتوانست تمام سوالات ما را در مورد بیگ بنگ جواب دهد و به یک نظریه تکمیل کننده به نام نظریه کوانتوم نیاز داشت. در قسمت بعدی مجله مفصل در این باره و ارتباط تکینگی و بیگ بنگ توضیح خواهیم داد.

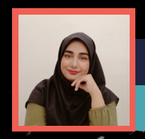
• اما در نهایت چرا تکینگی؟!

میتوان گفت که برای یک فیزیکدان لازم است که از پدیده های کلیدی جهان هستی که سال های بسیار ذهن بسیاری از دانشمندان این زمینه را به خود مشغول کرده است، اطلاعات قابل درک و روشنی داشته باشد و چیزی غیر از این نیز از یک فیزیکدان انتظار نمیرود، بنابراین این مقاله -هرچند بسیار آرمانی و ساده نوشته شده بود- سعی داشت که یک دید جامع و کلی از این پدیده‌ی شگفت انگیز فیزیکی-ریاضیاتی که ارتباط تنگاتنگی با سیاهچاله ها نیز دارد به ما بدهد که حتی برای افراد غیر فیزیکی نیز میتواند حیرت آور باشد. با این وجود، کاملا بدیهی است که برای بررسی دقیق و آکادمیک این پدیده نیاز به ساعت ها تحقیق و مطالعه و محاسبات لازم است که این وظایف در حیطه کاری نشریه پارادایم نیست و نخواهد بود. اما علاقه مندان به این زمینه میتوانند برای فهم دقیق تر آن به مقاله زیر مراجعه کنند.

Black Holes, Singularity Theorems & The Global Structure of Spacetime in General Relativity

جیمز وب: مهندسی پیچیده و سفر به آن‌سوی زمان

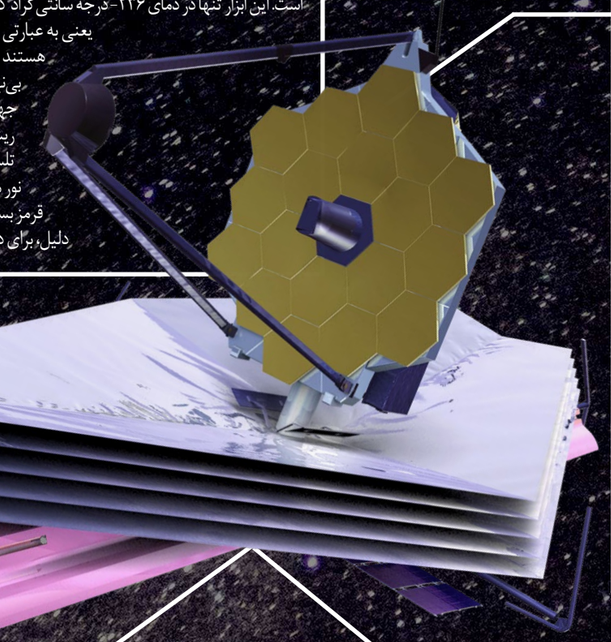
بررسی تلسکوپ جیمز وب از منظر مهندسی و ساخت



نویسنده

فریده محمدیان

درباره جیمزوب و اهمیت آن بارها مطالب و مقاله های مختلفی مطرح شده، موضوعاتی اعم از اینکه ماموریت اصلی جیمز وب چیست و اکنون این تلسکوپ افسانه ای کجاست، و یا حتی بارها دیده ایم که اسمش کنار هابل آمده و گاهی آن را رفیق و گاهی رغیب هابل خوانده اند. اما در این مطلب جیمز وب را از منظر مهندسی ساخت و اصول فیزیکی آن بررسی میکنیم. برای فهم بهتر این مطلب بهتر است دانش پایه ای ساختار اولیه تلسکوپ ها را داشته باشید. در سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۴ ناسا ایده تلسکوپ فروسرخی با دیافراگم چهار متری که در مداری به فاصله سه واحد نجومی به دور خورشید گردش کند مطرح کرد. این مدار بسیار دور بود که البته مزایا و معایبی هم داشت، اما همچنان در حد ایده باقی ماند. تا اواسط دهه ۹۰، که نتیجه آن تلسکوپ NGST با دیافراگم هشت متر در مدار لاگرانژی L2 شد که به دور خورشید گردش کند.



OTE تلسکوپ یک آینه اصلی به قطر ۵/۶ متر شامل مجموعه ۱۸ عددی از آینه‌های شش ضلعی، آینه دوم دایره‌ای ۷۴ سانتی‌متری و آینه سوم هدایت‌کننده و ساختارهای نوری تلسکوپ را تشکیل داده است. بیشترین درصد حجم آینه‌ها را بریلیم در برگرفته است. هر آینه شش ضلعی یک شمش بریلیم است که به وسیله تجهیزات خاصی برش داده شده‌اند و ۲۱ کیلوگرم وزن دارد. این آینه‌ها در مرحله اول به خوبی پولیش داده می‌شوند و این عمل در دماهای مختلف انجام میشود زیرا گرانش و دما باعث خمیدگی و تغییر شکل آینه‌ها نشود، نهایت کارایی را داشته باشند و براقیت خود را حفظ کنند. هم چنین علت استفاده از طلا درصد بالای بازتابندگی آن در نور فروسرخ است. این پوشش و محافظ باید در حدی باشد که تمام سطح آینه را بپوشاند و در عین حال به اندازه‌ای نازک باشد که به آینه بریلیمی آسیبی وارد نشود. این فرآیند در طی انجام پوشش بخاری در خلا، در محفظه‌ای قمرار می‌گیرند و سپس هوای همه محفظه خارج می‌شود در مرحله بعدی مقداری طلا در شرایط خاص تبخیر می‌شود و به درون محفظه تزریق می‌شود اتم‌های طلا تا زمانی که ضخامت لایه به ۱۰۰ نانومتر برسد روی سطح آینه تزریق می‌شود. به دلیل قطر زیاد آینه تلسکوپ، چالش بزرگی پیش رو بود. قرار گرفتن تلسکوپ در موشک به نحوی باید می‌بود که کمترین فضا اشغال شود، به همین سبب آینه را سه تکه طراحی کردند که در هنگام باز شدن در کنار یک دیگر قرار می‌گیرند و به دلیل زیاد بودن قطر آینه اصلی آینه‌های آن را شش ضلعی طراحی کردند. از سوی دیگر این آینه‌ی واحد نمی‌تواند به هوشکلی قرار بگیرد چون باعث انحراف نوری می‌شود پس بهترین شکل قرار گرفتن آینه‌های شش ضلعی در کنار هم بود و در نهایت در مرکز آن هم یک سوراخ قرار داده‌اند. سوراخ مرکزی آینه نقش بسیار مهمی دارد. تلسکوپ جیمزوب یک نوع تلسکوپ کرش (kuorsh) است. کرش نوعی خاص از طراحی کاسگرین است. زمانی که در یک تلسکوپ نوری از آینه بزرگ استفاده می‌شود و با تغییر شکل و نقصان آن مواجه میشود که ابیراهی نوری نام دارد. در این حالت، نقاط دور از محور اپتیکی به شکل یک قطره اشک دیده می‌شوند که در طراحی کاسگرین این اشکال به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. در این تلسکوپ‌ها، آینه یا آینه‌های مقعر اولیه و یک آینه محدب ثانویه که اغلب در تلسکوپ‌های نوری و آنتن‌های رادیویی استفاده می‌شوند. این طراحی نقطه کانونی را در یک مکان مناسب در پشت آینه اصلی قرار می‌دهد و ثانویه محدب یک افکت تله فوتو ایجاد میکند که فاصله کانونی بسیار بیشتری را در یک سیستم مگانیکی کوتاه ایجاد می‌کند. سوراخ مرکزی آینه اصلی جیمزوب، نور بازتاب شده را به سمت چشمی که پشت سوراخ مرکزی قرار گرفته است، ارسال می‌کند. از مزیت‌های این طراحی جمع و جور بودن تلسکوپ است. چالش بزرگ بعدی ثابت نگه داشتن آینه بود. برای این عمل از یک ساختار صفحه پشتی که نقش بسیار مهمی دارد استفاده شده است. اگر این ساختار پشتیبانی به خوبی عمل نمی‌کرد کیفیت تصاویر خراب می‌شد.

اولین ابزار موجود دوربین فروسرخ نزدیک (NIRcam) است که یک تصویربردار بسیار دقیق و پیشرفته ساخت دانشگاه آریزونا است. این ابزار دو وظیفه اصلی دارد، نخست باید شناساگر جیوه-کادمیم-تلورید دارد و هر آرایه دارای وضوح ۲۰۴۸×۲۰۴۸ است و دوربین دارای میدان دید ۲/۲×۲/۲ آرک دقیقه است که طول موج ۲ میکرون وضوح زاویه ۰/۷۰ آرک ثانیه دارد و به همین دلایل به عنوان بهترین دوربین حال حاضر شناخته می‌شود. در کنار نیز کم یک کرونوگراف قرار گرفته است، کرونوگراف نورهای اطراف اجرام را حذف می‌کند و در تصویربرداری سیاره‌های فراخورشیدی کمک شایانی است. این ابزار تنها در دمای ۲۳۶- درجه سانتی گراد کار می‌کند. تمام مشاهدات بین طول موج‌های ۶۰۰ نانومتر تا ۵۰۰۰ نانومتر است. دقت حرکت حسگرها به اندازه کمتر از ضخامت مو انسان است یعنی به عبارتی ۹۳ نانومتر که در آزمایشات این دقت به ۵۲ و ۳۲ نانومتر نیز رسید! لنزهایی که در بخش داخلی استفاده شده‌اند، عدسی‌های نورشکن سه‌گانه هستند که این لنزها به ترتیب از لیتیم فلوراید، باریم فلوراید و سلنید روی ساخته شده‌اند. این سه لنز موازی کننده هستند که توانایی تشکیل تصویر در بی‌نهایت را دارند و بزرگترین آن‌ها دیافراگم ۹۰ میلی متر است. نیرکم با کاوش در عالم اولیه، چگونگی شکل گیری و تکامل نخستین اجرام نورانی جهان را بررسی خواهد کرد تا تاریخ یونیزه شدن مجدد جهان را بازگو کند که در عالم امروزی چه شکلی دارند، همچنین این دوربین در زمینه فهم ریشه حیات زمینی به دانشمندان کمک می‌کند یعنی بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها. در واقع این ابزار کمک‌کننده افسانه سفر در زمان تلسکوپ جیمزوب است، که یک ابزار فروسرخ میانی است، یعنی در انتقال به سرخ، به این معنی که نوری که از اولین ستارگان و کهکشان‌ها به عنوان نور مرئی یا فرابنفش ساطع می‌شود، در واقع تا زمانی که آن را اینجا و اکنون می‌بینیم، به طول موج‌های قرمزتر منتقل می‌شود. برای جابه‌جایی‌های قرمز بسیار زیاد (یعنی دورترین اجسام از ما)، آن نور مرئی عموما به بخش مادون قرمز نزدیک و میانی طیف الکترومغناطیسی منتقل می‌شود. به همین دلیل، برای دیدن اولین ستارگان و کهکشان‌ها، به یک تلسکوپ فروسرخ نزدیک و میانی قدرتمند نیاز داریم، که دقیقا همان چیزی است که جیمزوب است!

ابزار بعدی سوار شده روی ISIM طیف‌سنج فروسرخ نزدیک (NIRspec) است. نیراسیک یک طیف‌سنج چند جرمی، ساخت آژانس فضایی اروپا از جنس سیلیکون کربابد است. این طیف‌سنج می‌تواند به طور هم‌زمان طیف فروسرخ نزدیک ۱۰۰جرم را با وضوح پایین، متوسط و بالا اندازه‌گیری کند. میدان رصد این طیف‌سنج ۳ آرک دقیقه است و طول موج بین ۶/۰ تا ۵ میکرومتر دارد. این طیف‌سنج دارای یک سری گشودگی‌های منحصر به فرد است که می‌تواند از اجرام به صورت تک به تک طیف‌نگاری کند. به کمک این ابزار منظومه‌های سیاره‌ای را بررسی می‌کنند تا شاید منشا حیات در آن بیابند. این طیف‌سنج فقط در دمای ۲۳۵- درجه سانتی‌گراد کار می‌کند و وظیفه متعادل نگه داشتن این دما برعهده خنک‌کننده‌های تلسکوپ است. طیف‌سنج نیراسپک دارای طول ۱۹۰۰ میلی‌متری، عرض ۱۴۰۰ میلی‌متری و ارتفاع ۷۰۰ میلی‌متری است که چهار جعبه الکترونیکی وظیفه کنترل آن را دارند، نخستین نور جهان پس از پایان دوره تاریک و همچنین دوره یونیزه شدن مجدد را مشاهدم می‌کند. طیف‌سنج فروسرخ نزدیک در وضوح طیفی بین ۱۰۰ و ۱۰۰۰ به بررسی نخستین منابع نوری در عالم می‌پردازد. از وظایف دیگر آن بررسی وجود حیات در سیاره‌ها، قمرها، دنباله‌دارها و اجرام کمربند سیارکی کوپر است.

همچنین مسئله بعدی دمای تلسکوپ بود، تلسکوپ طراحی شده، نورهای فروسرخ و نزدیک به آن را رصد می‌کند و برای دریافت این سیگنال‌ها نیاز به دمای بسیار پایینی است. برای محافظت از تلسکوپ در برابر گرما مهندسان سپر خورشیدی پنج لایه از جنس ماده بسیار نازک کپتون طراحی کرده‌اند این سپر غول پیکر به مقیاس یک زمین تنیس است! که کاملا تلسکوپ را پوشش می‌دهد نکته مورد توجه این سپر پنج لایه بودن و طراحی کایت‌شکل این سپر است، پنج لایه بودن سپر به جای یک لایه ضخیم مزیت بزرگی دارد، زمانی که گرما به سطح سپر برخورد می‌کند این گرما بین لایه پخش میشود و در نهایت خارج می‌شود که هر لایه از لایه بیرونی سردتر است و فضای بین لایه‌ها خلا است که عایق مناسبی است. اگر طراحی به‌جای پنج لایه یک لایه ضخیم باسد گرما کل سپر را احاطه میکرد و خروج آن بسیار سخت می‌شد. فاصله بین لایه‌ها هم با وسواس و ظرافتی بالایی تعیین شده است. طراحی کایت‌شکل هم به هدایت حرارت به طرفین و پخش آن می‌کند که در کل مهندسی محنصر به فرد سپر، نقش بسیار مناسبی در خنک سازی تلسکوپ دارد که دمای سیستم به طور میانگین ۲۲۳- درجه سانتی‌گراد است.

سومین ابزار، ابزار فروسرخ میری (MIRI) است. میری از یک دوربین و یک طیف‌سنج که فروسرخ میانه را بین ۵ میکرون تا ۲۸ میکرون رصد می‌کند، تشکیل شده است. یک کرونوگراف نیز دارد که به صورت ویژه برای مشاهده سیاره‌های فراخورشیدی به کار می‌رود. این ابزار برخلاف سایر تجهیزات می‌تواند طول موج‌های بلندتر نور را مشاهده کند و از ده آرایه سیلیکونی که توسط آرسنیک آلاییده شده‌اند استفاده می‌کند. از آنجایی که میری طول موج‌های بلندتری را مشاهده می‌کند نیاز دارد از سایر تجهیزات خنک‌تر باشد برای خنک شدن این ابزار از یک لوله پالسی پیش خنک‌کننده و یک حلقه ژول-تامسون بهره می‌برند. این لوله پالسی پیش خنک‌کننده برای خنک‌سازی حسگرهای مادون قرمز به کار می‌روند، به ویژه در تلسکوپ‌های فضایی که امکان پرکردن کرایوژن‌ها به دلیل تهی شدن آن‌ها وجود ندارد. همچنین پیش‌بینی می‌شود از آن‌ها در مایع سازی اکسیژن در مریخ استفاده کرد! از طرفی حلقه ژول-تامسون گاز از داخل یک سیلندر پرفشار در طرف چپ به سیلندر کم‌فشار در راست جریان پیدا می‌کند. این جریان از طریق یک مسیر متخلخل در لوله‌ای عایق ایجاد می‌شود. با حرکت پیستون در هر بخش، فشار ثابت می‌ماند و این فرآیند تا زمان انتقال کامل گاز به طرف راست، ادامه پیدا می‌کند. اگر در فرآیند انبساط P2<P1، در نهایت، T1>T2 خواهد بود و کاهش دما خواهیم دید. این تکنولوژی فروسرخی تلسکوپ کمک شایانی برای بررسی ثابت هابل نیز می‌تواند باشد، در حال حاضر بین ثابت هابل به دست آمده از تابش زمینه کیهانی و مقدار بدست آمده از مطالعات اپرنواختری اختلاف وجود دارد، که در بررسی اپرنواختری نرخ انبساط جهان کمی سریع‌تر است، با استفاده از جیمزوب میتوان اندازه‌گیری دقیق‌تری انجام داد، در نهایت باید دید آیا یافته‌ای بیشتر از یافته‌های مطالعات نور مرئی بدست خواهد آمد یا خیر؟!

مورد بحث بعدی، ابزارهای علمی تلسکوپ است. تجهیزات اصلی به صورت یک‌پارچه روی یک ماژول به نام ماژول یکپارچه تجهیزات علمی یا به اختصار ISIM، سوار شده‌اند. این ساختار درست به قلب تلسکوپ یاد می‌شود. این ساختار به سه ناحیه تقسیم می‌شود در ناحیه اول ابزار خنک‌کننده قرار دارد که وظیفه تنظیم دمای حسگرها را برعهده دارد این خنک‌کننده همواره دما را در ۳۹ درجه کلوین یا ۲۳۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌کند. ناحیه دوم محفظه تجهیزات الکترونیکی است که قطعات در داخل آن قرار دارد.

سولاریس: تنهامانده‌ای در فضا

نقد و معرفی فیلم «سولاریس (۱۹۷۲)» اثر آندری تارکوفسکی

نویسنده
نیما زحمت‌کش

گذشته در زندگی حال... مسئله ای است قابل تأمل. آیا می توان گذشته را بازسازی کرد؟!

سولاریس که توسط آندری تارکوفسکی کبیر در سال ۱۹۷۲ ساخته شده است، یک درام علمی تخیلی روسی است که نام خود را به‌عنوان یکی از بهترین فیلم‌های فضایی تاریخ و یکی از ۲۰ فیلم درباره تنهایی ماندگار کرده است. «سولاریس» یکی دیگر از فیلم‌های این فهرست محسوب می‌شود که فضای اکشن کمی دارد و یک درام روان‌شناختی با ریتمی آهسته ولی تأثیرگذار با جلوه‌های بصری گیرا و جذاب است. در این فیلم برداشت‌های طولانی تارکوفسکی که مانند امضاء او در آثارش هستند، انسان را به فکر وامی‌دارند. «سولاریس» سیاره‌ای شبیه اقیانوس است که به مدت چندین سال، یک پایگاه فضایی روسی در مدار آن در حرکت بوده است تا بتواند این پدیده را بررسی کند. به علت نبود پیشرفت در تحقیقات و گزارش‌هایی در مورد یک فعالیت عجیب، مسئولیت بررسی حوادثی که داخل پایگاه رخ می‌دهد، به کریس کلوین (نقش روانشناس در فیلم) داده می‌شود. کریس به‌محض اینکه به پایگاه می‌رسد شروع به بررسی این ماجراها می‌کند ولی متوجه می‌شود خودش نیز اسیر آن‌ها شده است. کریس زمانی که با خاطرات گذشته خود روبرو می‌شود، در دام احساسات انزوای عاطفی و تنهایی خود می‌افتد. سپس تارکوفسکی بیننده را در مقابل این سؤال قرار می‌دهد که آیا این تصورات واقعی هستند یا خیر. «سولاریس» یک تحقیق ترسناک فلسفی و پیچیده در مورد بیگانگی و اسیر شدن است، یک رؤیای حماسی از سوی یک کارگردان فوق‌العاده بااستعداد و بزرگ. «سولاریس» با آنکه شاید بهترین اثر او نباشد، ولی همچنان یک فیلم جذاب و تفکر برانگیز است که دوست و هم‌نشین خوبی برای فیلم عالی استنلی کوبریک یعنی «۲۰۰۱: ادیسه فضایی» به شمار می‌رود.

در سیاره ای دوردست، اقیانوسی است به نام اقیانوس سولاریس. اقیانوسی بسیار عجیب. دانشمندان یک ایستگاه فضایی را به دور این سیاره به چرخش در آورده اند. قصد آنها پژوهش و کاوش اقیانوس سولاریس است. هر کس به این اقیانوس نزدیک می شود افکار و احساساتی بسیار عجیب پیدا می کند. چیزهای عجیبی می بیند و به مرز دیوانگی می رسد.

در ابتدای فیلم، در این ایستگاه فضایی سه دانشمند زندگی می کنند که مشغول مطالعه و آزمایش هستند. کریس کلوین، شخصیت اول فیلم، روانشناس است. او از سمت یکی از دانشمندان ایستگاه فضایی سولاریس پیغام کمک دریافت می کند. کریس به این سیاره و ایستگاه فضایی دوردست سفر می کند. به محض ورودش با آشفتگی، ابهامات و صحنه های شگفت انگیز مواجه می شود. کریس سردرگم است. او می بیند یک نفر از سه نفر دانشمند، خودکشی کرده است. پس از مدتی سیر در این ایستگاه عجیب، کریس به خواب می رود. او بعد از بیدار شدنش، همسر از دست رفته اش را زنده در اتاقش می بیند! سالها پیش هری، همسر کریس، از دنیا رفته است. اکنون چطور زنده شده است؟ او از کریس چه می خواهد؟

ماجرای فیلم بیش از همه حول چالشها و مسائل ارتباطی کریس و هری می چرخد. همچنین رابطه کریس و دو دانشمند و رابطه دانشمندان و موجودات عجیب و غریب ایستگاه سولاریس نیز اهمیت دارد. در این بین مکالمات و نمادهای ارتباطی فیلم، حرفها برای گفتن دارد. کمک کننده است اگر برای تحلیل سولاریس، به دیگر فیلم های تارکوفسکی، نگاهی بیاندازیم. ارتباطات انسانی، مفاهیم وجود انسان و مبانی فلسفی و معنوی در فیلم های او مشهود است. اگر با عینکی به این فیلم بنگریم که مفاهیم زیر را در بر می گیرد، چه بسا مضامین عمیقی دستگیرمان شود. جلوتر توضیحات بیشتری ارائه خواهدشد.

• انتخب کردن (انتخاب کریس برای تغییر گذشته در زمان حال، انتخاب هری برای ماندن یا رفتن (مرگ و زندگی)، انتخاب هر کدام از دو دانشمند در مقابل وقایع عجیب و غریب ایستگاه سولاریس).

• مرگ (مرگ هری و پذیرفتن مسئولیت مرگ او (توسط کریس)، مردن ها و زنده شدن های پیاپی هری، توجه به نماد زایش و بهبودیِ (هر زخم و آسیبی)، در مقابل نبود زوال و مرگ در ایستگاه سولاریس).

• بازگشت (بازگشت به گذشته، بازگشت به خودِ اصیل، بازگشت به آرمان ها و احساسات اصیل، بازگشت به زمین به گونه ای متفاوت از پیش، بازگشت به آنچه در گذشته نیمه تمام رهایش کردی و اکنون فرصتی برای بازسازی آن به دست آوردی).

• پذیرفتن مسئولیت (کریس مسئولیت گذشته اش را به طور جدی بر عهده می گیرد؛ مسئولیت مهمانی را که فراخوانده است (هری). در مقابل دانشمندی که نماد علم زدگی است، و بی مسئولیتی او).

• جدال علم- احساس و اخلاق (هری از نظر علمی معنا ندارد، اما اخلاقاً و احساساً موجودیتی کاملاً پررنگ دارد).

سولاریس به زیبایی نمادها و اسطوره ها را پررنگ نشان می دهد. نماد عشق (عشق کریس و هری)، نماد یا حتی اسطوره مادر (مادر کریس)، نماد رؤیا و تخیّل (تخیل هرکس از زندگی در مقابلش مجسم می شود.)، نماد جاودانگی. اگر در دنیایی زندگی می کردیم که تصورات و رؤیاها تا به این حد در دسترس و مجسم بودند، هرآنچه می خواستیم ظهور پیدا می کرد، چه می شد؟

در ابتدای فیلم، کریس فردی خشک و بی احساس است. با سفر به سولاریس، سیر در گذشته و از نو مواجه شدن با افراد مهم زندگیش، احساساتش بیدار می شود.

کریس این بار، در گذشته ای که اکنون حاضر شده، تصمیماتی متفاوت از پیش می گیرد. او زندگیش را با تصمیمات جدیدش، با احساسات زنده شده اش، دگرگون می کند.

گذشته در زندگی حال... مسئله ای است قابل تأمل. آیا می توان گذشته را بازسازی کرد؟! این سؤالی جدی است که به ویژه در روان درمانی نیز به آن پرداخته می شود. کریس به کمک اقیانوس سولاریس، گذشته خود را برگرداند. هری، همسرش که خودکشی کرده بود، دوباره ملاقات کرد. اما این بار به گونه ای متفاوت او را ملاقات کرد. این کار اقیانوس سولاریس، می تواند شبیه به روان درمانگری باشد.

هرچند کریس در ابتدای ملاقات با هری، ترسیده بود. از او می گریخت. اما کمی بعد، او را پذیرفت. گذشته اش را پذیرفت. کریس، از تصورش و از گذشته اش مراقبت می کرد. دائم نگران هری بود و به او سر می زد. کریس در نهایت توانست با وجود هری و زندگی گذشته اش آشتی کند. چه بسا کریس، به گذشته اش در اکنون (هریِ حال حاضر) شرافت نیز بخشید (به مفهوم فلسفی آن). چنانچه در دیالوگ های پایانی فیلم این چنین می گوید: هری احساس می کرد واقعاً دوستش ندارم. اما حالا دوستش دارم. فرض کنید جای کریس بودید. گذشته شما برگشته. عزیزی که مرده است، دوباره زنده شده. مقابل شما حاضر شده. چه واکنشی داشتید؟ ما نسبت به یادآوری خاطرات تلخ گذشته چه واکنشی نشان می دهیم؟ عموماً از آن می گریزیم. شاید از دوباره تجربه کردن آن می ترسیم. شاید اینگونه از خودمان در برابر تلخی ها دفاع می کنیم. کریس نیز به نظر می آمد دیگر طاقت مردن (خودکشی) هری را ندارد. این تلخ ترین اتفاق زندگی اش بوده. اما هری بازگشته. او چندین بار همان کار گذشته را تکرار می کند. خودکشی می کند. گذشته کریس تکرار می شود.

اما کریس گویی با هر بار مردن و زنده شدن هری، فردی دیگر می شود. احساساتش آشکار و آشکارتر می شود. کریس جرئت مواجهه با روابط پیشینش را دارد. این جرئت تحسین برانگیز است. این بار، کریس از رابطه اش با هری فرار نمی کند. هر بار از او دور می شود، بازمی گردد و از رابطه اش و از هری (وجدان خودش) مراقبت می کند. در روان درمانی، پرداختن به این مسائل بسیار اهمیت دارد: گذشته حاضر در اکنون، رؤیاها و خواسته ها. چیزهایی که در اقیانوس سولاریس مجسم می شود. اقیانوس سولاریس با این کار عده ای را به مرز دیوانگی می کشاند. اما عده ای را گویی روان درمانی می کند. این به انتخاب خود شخص است؛ دیوانه شود یا از بند های گذشته و حالش رها شود؟ در انتهای فیلم، بار دیگر هری کریس را ترک می کند. اما این ترک کردن، هرگز مثل قبل نیست. کریس پخته تر شده. هری با محبت انتخاب کرده او را ترک کند. گویی هر دو، کریس و هری دیگری شده اند. با گذشتن از میان رنجها و آشفتگیها. این همان بلوغ کریس و گذشته زندگی اوست. کریس در انتهای فیلم جمله عجیبی می گوید: آدم به کسی محبت داره که میدونه از دستش میده! گویی کریس اکنون ارتباط عجیب بین محبت و مرگ را لمس کرده است. رابطه کریس با پدرش پیش و پس از سفر به سولاریس، متفاوت است. کریس در ابتدای فیلم، فردی سرد و بی احساس است. اما پس از بازگشتش به زمین، تغییر محسوسی کرده. رابطه کریس با مادرش نیز قابل توجه است. مادرش در اواخر سکونتش در سولاریس، مجسم می شود. گویی مادر، او را از افکار آشفته و زندگی سختش، می رهاند. شاید بتوان گفت نقش مادری را ایفا می کند. نقش مادری یا همان حیات بخشی، دادن زندگی دوباره. کریس دوباره زنده می شود. مادر او را آرام می کند. از کثیفی ها (از رنج و غم) رها می کند.

فرض کنید جای کریس بودید. گذشته شما برگشته. عزیزی که مرده است، دوباره زنده شده. مقابل شما حاضر شده. چه واکنشی داشتید؟

• دو دانشمند دیگر در سولاریس؛ سارتوریوس و اسناوت

در این ایستگاه عجیب و غریب، دو دانشمند دیگر هستند؛ سارتوریس و اسناوت.

سارتوریوس به نظر می آید بسیار علم زده است. او در ارتباط با دیگران بی رحمی عجیبی از خود نشان می دهد. موجوداتی که سارتوریوس با تصوراتش مجسم کرده، آدم هایی کوتوله هستند. این آدم های کوتوله می تواند نمادی از آرزوهای کوچک سارتوریوس باشد. او نمی تواند با آدمها (و موجوداتی که فراخوانده است) ارتباط انسانی برقرار کند. ارتباطی که هم سطح است، نه از بالا به پایین. او همانطور که با انسان ها ارتباط بالا به پایین دارد، انسان هایی کوتوله فراخوانده است.

سارتوریوس نماد انسان بی احساس و کوتاه آرزو است. او، کریس را که تمام زندگیش با عشق و درگیری اش با مرگ و خاطراتش معنا پیدا می کند، مسخره می شمارد.

سارتوریوس (خطاب به کریس): «آیا خیلی کار می کنید؟ انگار به غیر از یک رابطه عاشقانه با همسر سابقتون هیچ چیز دیگه ای نظرتون رو جلب نمیکنه. تمام روز رو ...»

این می تواند انتقاد به گروهی از انسان ها باشد که زندگی شان فقط با کار و علم معنا پیدا کرده. برای عشق، مرگ، خاطرات گذشته، چالش با خودشان و روابط نزدیکشان ارزشی قائل نیستند!

• اسناوت و دانشمند مُرده

اسناوت؛ گویی هنوز روح انسانی در او بیدار است. اما بسیار می ترسد. جرئت تغییر و رو به رو شدن با مسائل مهم را ندارد. اسناوت، هنگامی که هری پس از خودکشی چندباره اش در حال زنده شدن است، می گوید: «من نمیتونم این همه مردن و زنده شدن رو ببینم.» او فضا را ترک میکند. گویی جرئت کریس را ندارد. نکته دیگر این است که اسناوت و سارتوریوس نمی خواهند بخوابند. برخلاف کریس که می خوابد و در هر بار خوابیدن کسی یا چیزی مجسم می شود. گویی این دو دانشمند از خوابیدن ترس دارند. اما کریس خواب هایش را راست می گیرد. خواب هایش را دنبال می کند. همچنین آن دانشمندی که خودکشی کرد، جای تأمل دارد. آیا او خود را از بند وجدانش، تصوراتش از گذشته و اشتباهات گذشته اش، رهانید؟ آیا او خودکشی را به عنوان رهاننده از بندهایش انتخاب کرد؟

• کدام هری؟!

هری به راستی کیست؟ آیا همان هری که از دنیا رفته بازگشته؟ یا این هری صرفاً در ذهن کریس است؟ آیا این هریِ تصور کریس، با هری واقعی متفاوت است؟ هری مجسم شده، اگر همان تصور کریس از هری واقعی باشد...

...ویژگی های خاصی دارد. هری بسیار به کریس وابسته بود. او دائماً محبت و توجه کریس را طلب می کرد. او از تنهایی می ترسید. مستقل نبود.حرکات کودکانه و لطیف او قابل توجه است. پابرهنه بودنش. سادگی ش. برای مثال نشستن او روی دسته مبل. اینها چه می گویند؟ همین هری مجسم شده، کم کم تغییر می کند. او توانست مستقل شود. توانست انسان شود. به عبارتی تصور کریس از هری واقعی، رشد پیدا کرد. کریس وقتی از دردها و رنجهایش نجات یافت که هری را به رسمیت شناخت. احساساتش را دید و پذیرفت. او دید که هری خود انتخاب کرد که از پیشش برود. کریس آن زمان نجات یافت که به هری علاقه مند شد. در انتهای یک ساعت دوم فیلم (یک ساعت و ۵۴ دقیقه) هری میپرسد: چرا او (هری واقعی) خودکشی کرد؟ کریس پاسخ می دهد: چون فکر می کرد دوستش ندارم. ولی حالا دارم! آیا در رابطه ما با نزدیکانمان، حق حیات برایشان قائلیم؟ احساساتشان را به رسمیت می شناسیم؟ تصور ما از آنها چقدر با خود واقعیشان مطابقت دارد؟

جالب است که هری در اواخر ملاقات، خود بین هری واقعی و هری از دیدگاه کریس، تمایز قائل است.

• بازگشت به زمین

برگشتن از سولاریس به زمین؛ این برای کریس سخت بود. در آخرین مکالمه اش با هری گفت: من در همینجا می مانم و با تو زندگی می کنم.

اما هری دیگر نیست. کریس به زمین بازمی گردد. گویی از میان تجربه هایی ناب و عالی جدا گشته. دوباره زندگی را می خواهد از سر گیرد. اما این بار متفاوت از پیش. اکنون کریس آنچنان به پدرش می نگرد گویی سال ها او را ندیده است. گویی پدرش را دوباره به او داده اند. کریس به زمین بازگشت. زمین و خانه ای که اکنون در دل اقیانوس سولاریس است! شاید او ظاهرا به زمین نزول کرده، ولی گویی همچنان در سولاریس است.

صحنه آخر فیلم خانه کریس را در قلب اقیانوس سولاریس نشان می دهد. صحنه ای که بسیار امیدوار کننده است. چرا که کریس در آنجا بود که توانست خود واقعی ش را بازیابد.

حتی چهره کریس در ابتدا و انتهای فیلم متفاوت است. پس از بازگشت به زمین، چهره ای کاملا گشوده و رهاشده از عصبیت ها و آرام دارد. در ابتدای فیلم، چهره ای سرد و شاید بی روح.