پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۲۶۴۵-۳۶۴۹

Home Page: https://basicscience.cfu.ac.ir

# اهمیت آموزش نجوم در مدارس: یک مطالعه مروری نظام‌مند با تحلیل موردی

محمد جواد کلائی [۱*]

۱. دانشیارگروه علوم پایه. دانشگاه فرهنگیان، تهران. ایران.

* نویسنده مسئول: (mjkalaee@cfu.ac.ir)

## اطلاعات مقاله

**نوع مقاله:**

مقاله پژوهشی

**تاریخچه مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۴/۰۱/۱۰

**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۴/۰۲/۲۵

**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۳/۰۵

**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۴/۰۳/۳۰

**کلیدواژه‌ها:**

آموزش نجوم،

سواد علمی،

مرور نظام‌مند،

تحلیل موردی،

برنامه درسی.

## چکیده

**متن چکیده**

نجوم، به عنوان یکی از قدیمی‌ترین علوم، دریچه‌ای میان‌رشته‌ای برای درک جهان طبیعی فراهم می‌کند و با تحریک کنجکاوی، نقش محوری درکاوش علمی ایفا می‌نماید. با این وجود، علیرغم فواید شناختی و آموزشی اثبات‌شده، جایگاه آن در بسیاری از نظام‌های آموزشی رسمی، چندان پررنگ نیست. این مقاله با هدف بررسی اهمیت، مزایا و راهبردهای اجرایی آموزش نجوم در مدارس، از جمله ایران و چندکشور نمونه دیگر انجام شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که کشورهای توسعه‌یافته با برنامه‌های درسی ساختاریافته، ادغام فناوری و تأکید بر پژوهش، موفق‌تر عمل کرده‌اند، در حالی که کشورهای در حال توسعه با چالش‌هایی چون کمبود منابع و برنامه‌ریزی نامنسجم مواجه هستند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که آموزش نجوم نه تنها دانش و تفکر عمیق علمی را تقویت می‌کند، بلکه دارای مزایای اجتماعی–فرهنگی عمیقی نیز می‌باشد. در پایان، راهبردهای عملی از جمله پروژه‌های گروهی برای ادغام مؤثر نجوم در برنامه‌های درسی، با درنظرگیری بافت آموزشی ایران، ارائه شده است.

**ارجاع:** کلائی، جواد، (۱۴۰۴)، اهمیت آموزش نجوم در مدارس: یک مطالعه مروری نظام‌مند با تحلیل موردی. پژوهش در آموزش علوم تجربی. ۱۱(۳۸)، ۳۴-۲۱.

http//doi.org/10.48310/basic.2025.20217.1548

**ناشر:** دانشگاه فرهنگیان.

© نویسندگان.

## ۱. مقدمه

نجوم، به عنوان یکی از جذاب‌ترین شاخه‌های علمی، همواره نقش محوری در پیشبرد مرزهای دانش و تقویت تفکر علمی ایفا کرده است (چایسون و مکمیلان[۱]، ۲۰۱۷). این حوزه از علم، که به مطالعه اجرام آسمانی و پدیده‌های کیهانی می‌پردازد (خلاصه ای از تعریف دقیق‌تر و تمایز آن از کیهان‌شناسی(لیدل[۲]، ۲۰۱۵) و علوم فضایی( هارا و میسون[۳]،۲۰۰۴). ، در قسمت پایانی همین بخش آمده است.)، بستری منحصر به فرد برای آموزش بین‌رشته‌ای فراهم می‌کند. این علم با طرح سوالات اساسی در موردکیهان، کنجکاوی ذاتی دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد و آنها را به سمت یادگیری عمیق‌تر علوم سوق می‌دهد (ترامپر[۴]، ۲۰۰۶). مطالعات متعددی مزایای شناختی آموزش نجوم، از جمله پرورش تفکر انتقادی، استدلال انتزاعی و مهارت‌های حل مسئله را تأیید کرده‌اند (وسنیادو و بروئر[۵]، ۱۹۹۴؛ پلامر[۶]، ۲۰۱۴) . با وجود این پتانسیل بالا، آموزش نجوم در بسیاری از نظام‌های آموزشی در سراسر جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، به حاشیه رانده شده و فاقد برنامه‌ریزی ساختارمند و رسمی است. در ایران، با وجود پیشینه غنی در نجوم، تمایل به تحصیل در زمینه‌های بنیادی مرتبط کاهش یافته است وآموزش نجوم درمدارس تا حد زیادی به بخش‌های کوچکی از کتاب‌های درسی فیزیک یا نهایتا به برنامه‌های المپیاد فوق برنامه محدود شده است. در همین حال، سایرکشورها، چه توسعه‌یافته و چه درحال توسعه، گام‌های بزرگی در جهت نظام‌مندکردن این آموزش برداشته‌اند (به عنوان مثال، دانایا[۷] و همکاران ( ۲۰۱۴) و المرشدی[۸] ( ۲۰۱۹)).

مطالعات قبلی عمدتاً بر جنبه‌های ترویجی نجوم یا توصیف وضعیت فعلی در یک کشور واحد متمرکز بوده‌اند. به عنوان مثال، بایلی[۹] و همکاران (۲۰۱۱) نگرش عمومی نسبت به نجوم را بررسی کردند، و لاوونن[۱۰] و همکاران (۲۰۲۱) به علاقه موقعیتی دانش‌آموزان در فنلاند و شیلی اشاره کردند. با این حال، تحقیقاتی که به طور سیستماتیک رویکردهای مختلف را در کشورهای منتخب بررسی و مقایسه می‌کنند و از یک روش تحقیق خاص برای استخراج راهبردهای اجرایی استفاده می‌کنند، مورد غفلت قرار گرفته‌اند. این مقاله با اتخاذ روشی ترکیبی(مرور سیستماتیک و تحلیل مطالعه موردی) قصد دارد این شکاف را پرکند تا به سؤالات زیر پاسخ دهد:

الف) وضعیت آموزش نجوم در نظام‌های آموزشی منتخب (توسعه‌یافته و در حال توسعه) چگونه است؟ ب) مزایای شناختی، آموزشی و اجتماعی–فرهنگی آموزش نجوم چیست؟ ج) چه راهکارهای اجرایی برای ادغام مؤثر نجوم در برنامه‌های درسی، به‌ویژه برای ایران، می‌توان پیشنهاد کرد؟ ترتیب ساختاری این مقاله در ادامه به این شرح است: پس از مقدمه، بخش دوم به بررسی پیشینه تحقیق می‌پردازد. بخش سوم روش تحقیق سیستماتیک به کار گرفته شده را توضیح می‌دهد. بخش چهارم به ارائه یافته‌های حاصل از تحلیل موردی کشور اختصاص دارد. بخش پنجم به مزایای آموزش نجوم می‌پردازد و بخش ششم راهکارهای اجرایی را پیشنهاد می‌دهد ونهایتا با نتیجه‌گیری به پایان می‌رسد.

اما در ابتدا به طور خلاصه، تعریف و تصویرکلی از حوزه های مطالعاتی و موضوعات مورد بررسی در سه شاخه علمی نجوم، کیهان‌شناسی و علوم فضایی ، جهت زمینه علمی بیشتر در زیر ارائه شده است.

نجوم مطالعه علمی اجرام آسمانی( ازجمله ستارگان، سیارات، کهکشان‌ها، سحابی‌ها و غیره) شامل مطالعه حرکات، تحول و ویژگی های آنها به عنوان اجزای تشکیل دهنده کیهان است(چایسون و مک میلان[۱۱]، ۲۰۱۷). به عبارت دیگر نجوم، علم مشاهده، تحلیل و درک اجرام آسمانی و پدیده‌هایی است که در ورای جو زمین وجود دارند.کیهان شناسی شاخه‌ای از علم است که در ارتباط تنگاتنگ با نجوم است و بر منشأ، تکامل و

[1] Chaisson and McMillan
[2] Liddle
[3] Harra and Mason
[4] Trumper
[5] Vosniadou and Brewer
[6] Plummer
[7] Danaia
[8] Al Murshidi
[9] Bailey
[10] Lavonen
[11] Chaisson and McMillan

ساختار بزرگ مقیاس کیهان به عنوان یک کل تمرکز دارد (لیدل[1]، ۲۰۱۵). موضوعاتی از قبیل نظریه مهبانگ( انفجار بزرگ)، تابش زمینه کیهانی، انبساط کیهان، ساختار کیهان، ماده تاریک و انرژی تاریک، سرنوشت کیهان مورد مطالعه و پژوهش این حوزه قرار می گیرد.علوم فضایی حوزه گسترده‌ای است که تمام مطالعات علمی مرتبط با فضا، شامل مسایل نجوم/کیهان‌شناسی و علوم کاربردی مانند اکتشافات فضایی را پوشش می‌دهد( ویو[2]،۲۰۲۱). به عبارت دیگر علوم فضایی یک حوزه میان‌رشته‌ای است که هم تحقیقات بنیادی (نجوم، کیهان‌شناسی) و هم علوم کاربردی مرتبط با اکتشاف و فناوری فضایی را پوشش می‌دهد. اکتشافات فضایی ( مانند ماموریت‌های ماه، مریخ و غیره) و فناوری ماهواره، اقلیم فضایی و فضانوردی در این مقوله قرار می گیرد.

## ۲. پیشینه پژوهش

بنیان نظری این تحقیق بر این اصل استوار است که نجوم، به دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای خود، بستری ایده‌آل برای آموزش علوم فراهم می‌کند. طبق نظریه سازنده‌گرایی اجتماعی، یادگیری در یک بافت اجتماعی از طریق مشارکت در فعالیت‌های صحیح و قابل اعتماد رخ می‌دهد (باراب و هی[3]، ۲۰۰۱). نجوم، با رصدهای جمعی یا با پروژه‌هایی مانند طبقه‌بندی کهکشان‌ها در «باغ‌وحش کهکشانی[4]»، این بافت اجتماعی را بطور موثر ایجاد می‌کند.

از سوی دیگر، مطالعات تجربی نیز مزایای آموزش نجوم را تأیید می‌کنند. به عنوان مثال، ترامپر[5] (۲۰۰۶) نشان داد که دانش‌آموزانی که درگیر یادگیری مفاهیم نجومی هستند، درک عمیق‌تری از مفاهیم علمی پایه کسب می‌کنند. همچنین، مطالعات مرتبط به برنامه های آموزشی سازمان های فضایی مانند سازمان فضایی ناسا نشان می دهدکه علاقه به مشاغل هوافضا در بین دانش‌آموزانی که در برنامه‌های آموزشی مرتبط با اکتشافات فضایی شرکت کرده‌اند، به میزان قابل توجه ای افزایش یافته است (ناسا ، ۲۰۱۹؛ ناسا، ۲۰۲۱). با این حال، همانطور که بایلی و اسلاتر[6] (۲۰۰۳) اشاره می‌کنند، تحقق این پتانسیل مستلزم پژوهش، برنامه‌ریزی دقیق درسی، آموزش معلمان و دردسترس بودن منابع است؛ عواملی که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه با کمبود مواجهند. این پژوهش، با آگاهی از این چالش‌ها، به دنبال ارائه راه‌حل‌های عملیاتی است.

## ۳. روش تحقیق

با توجه به نوع پژوهش رویکرد انتخاب شده در این مقاله کیفی و تحلیلی است و هدف آن ارائه درک عمیق از وضعیت موجود و استخراج راهبردها از بهترین شیوه‌های جهانی است. جامعه پژوهش شامل کلیه مطالعات، و گزارش‌های رسمی مرتبط با آموزش نجوم در مدارس بخصوص در دوره متوسطه در دهه های اخیراست. نمونه‌گیری هدفمندوکشورهای استرالیا، انگلستان، ژاپن، فنلاند (به عنوان کشورهای توسعه‌یافته) و ایران و امارات متحده عربی (به عنوان کشورهای در حال توسعه) انتخاب شدند. معیارهای انتخاب این کشورها دسترسی به اطلاعات، تنوع در رویکردهای آموزشی و سابقه مستند درآموزش نجوم بود. داده‌ها شامل برنامه‌های درسی ملی منتشر شده توسط وزارت آموزش و پرورش کشورهای منتخب، مقالات علمی منتشر شده در پایگاه‌های داده ای معتبر وگزارش‌های رسمی آژانس‌های فضایی آمریکا ( ناسا)، اروپا و ژاپن است. برای تحلیل داده‌ها، از تکنیک تحلیل محتوای کیفی استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده برای هر کشور، طبقه بندی و بر اساس چارچوبی متشکل از مؤلفه‌های کلیدی (مانند جایگاه در برنامه درسی، رویکرد تدریس، استفاده از فناوری، آموزش معلمان، همکاری‌های بین‌المللی و چالش‌ها) به صورت قیاسی تحلیل شدند.

---

[1] Liddle
[2] Wu
[3] Barab and Hay
[4] Galaxy Zoo
[5] Trumper
[6] Bailey & Slater

## ۴. یافته‌ها: تحلیل موردی آموزش نجوم در کشورهای منتخب

تحلیل محتوای اسناد و گزارش‌های کشورهای منتخب، الگوها و تفاوت‌های معناداری را در رویکردهای آموزشی آنها آشکار کرد. یافته‌ها، بر اساس مؤلفه‌های تعریف‌شده در روش تحقیق، در جدول ۱ بطور خلاصه و سپس به صورت توصیفی شرح داده شده‌اند.

**جدول ۱. خلاصه تحلیل تطبیقی آموزش نجوم در کشورهای منتخب**

| کشور | جایگاه در برنامه درسی | رویکرد غالب | نقاط قوت | چالش ها |
|---|---|---|---|---|
| **استرالیا** | ادغام در علوم پایه (پایه‌های ۱۰-۱) با تأکید بر علوم زمین و فضا | یادگیری براساس پژوهش محوری | تأثیر مثبت برمشارکت و توسعه تفکر سیستمی | ----- |
| **انگلستان** | گنجانده شده در فیزیک تحت برنامه درسی ملی | نظری ، رصدی | پشتیبانی انجمن سلطنتی از نجوم آموزش معلمان | ----- |
| **ژاپن** | بخشی از درس علوم و علوم زمین در مقاطع راهنمایی و دبیرستان | تلفیق فناوری، همکاری با آژانس فضایی ( جاکسا ) | دسترسی گسترده به رصدخانه‌ها و آسمان نماها | ----- |
| **فنلاند** | ادغام در دروس فیزیک و جغرافیا | یادگیری مبتنی بر مطالعه پدیده های طبیعی | استقلال بالای معلمان، رویکردهای خلاقانه (مطالعه شفق قطبی) | ----- |
| **ایران** | مطالب پراکنده در درس فیزیک دبیرستان، اشاره به نجوم اسلامی | المپیادمحور (غیرمستقیم) | وجود باشگاه‌های آماتوری و استعدادهای درخشان در المپیادها | برنامه درسی نامنسجم، کمبود منابع، بودجه محدود، |
| **امارات متحده عربی** | بخشی از برنامه درسی علوم (پایه‌های ۱۲-۶) | پروژه محور، همسو با مأموریت‌های فضایی مأموریت("کاوشگر امید") | تمرکز فزاینده بر علوم فضایی | تعداد محدود معلمان آموزش‌دیده تخصصی |

### ۱.۴ کشورهای توسعه‌یافته

یافته‌ها نشان می‌دهد که کشورهای توسعه‌یافته مانند استرالیا، بریتانیا، ژاپن و فنلاند از برنامه‌های درسی ساختاریافته و رسمی بهره‌مند هستند. وجه مشترک همه این کشورها، ادغام عمیق نجوم در دروس اصلی علوم (مانند فیزیک و جغرافیا) است. رویکردهای آموزشی در این کشورها فراتر از یک حفظ کردن ساده است و بیشتر بر یادگیری فعال از طریق روش‌هایی مانند یادگیری مبتنی بر پژوهش محوری (استرالیا)، استفاده از فناوری (ژاپن) و یادگیری مبتنی بر پدیده فیزیکی (فنلاند) تأکید دارد. حمایت از سوی مؤسسات علمی قدرتمندی مانند انجمن سلطنتی نجوم در بریتانیا (آزبورن و دیلون [1]، ۲۰۰۸) یا سازمان فضایی (جاکسا [2]) در ژاپن ؛ و دسترسی به منابع و تجهیزات آموزشی از دیگر عوامل کلیدی موفقیت در این کشورها است.

[1] Osborne & Dillon
[2] JAXA

### ۲.۴ کشورهای در حال توسعه (امارات متحده عربی و ایران)

تحلیل داده‌ها نشان‌دهنده شکاف قابل توجه برنامه‌ای بین این کشورها و کشورهای توسعه‌یافته است. اگرچه امارات متحده عربی با سرمایه‌گذاری سنگین در پروژه‌های فضایی (مثلاً کاوشگر امید) و گنجاندن نجوم در برنامه درسی رسمی خود گام‌های بزرگی برداشته است، اما با چالش کمبود منابع انسانی متخصص (معلمان آموزش‌دیده) مواجه است. در مورد ایران، یافته‌ها وضعیت متفاوت تری را نشان می‌دهند. آموزش نجوم فاقد یک چارچوب ملی منسجم است و به بخش‌های کوچکی از کتاب‌های درسی فیزیک و فعالیت‌های

فوق برنامه (عمدتاً المپیادها) محدود می‌شود. چالش‌های اصلی شناسایی شده بیشتر شامل کمبود بودجه، کمبود تجهیزات مدرن (تلسکوپ) و ضعف در همکاری‌های بین‌المللی است. با این حال، وجود علاقه دانش‌آموزان و تشکیل باشگاه‌های آماتور وگروه های غیرحرفه ای رصدی به عنوان یک نقطه قوت و پتانسیل داخلی شناسایی می شود.

## ۵. بحث : مزایای شناختی و اجتماعی–فرهنگی آموزش نجوم

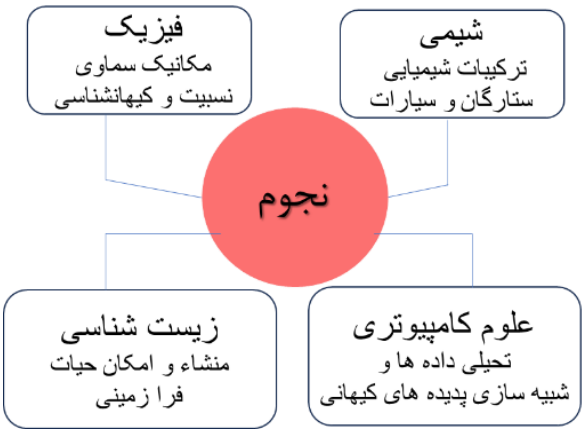
یافته‌های این تحقیق و بررسی مطالعات پیشین، مزایای متعدد آموزش نجوم را تأیید می‌کندکه می‌تواند سرمایه‌گذاری بیشتر در این زمینه را توجیه کند. این مزایا را می‌توان به دو حوزه اصلی، مزایای شناختی و آموزشی و مزایای اجتماعی–فرهنگی طبقه‌بندی کرد.

۱.۵ مزایای شناختی و آموزشی:

همان‌طور که در شکل۱ نشان داده شده است، نجوم به طور ذاتی با حوزه‌هایی مانند فیزیک، شیمی، علوم کامپیوتری و حتی زیست‌شناسی پیوند خورده است(و البته ریاضی) که این ماهیت، آن را به ابزاری ایده‌آل برای آموزش یکپارچه علوم تبدیل می‌کند. مطالعات نشان داده‌اندکه آشنایی زودهنگام با نجوم می‌تواند علاقه به مشاغل مرتبط به اِس تی ایی اِم[1] را برانگیزد و می‌تواند نقش مؤثری در شکل‌دهی نگرش عمومی نسبت به علم و تقویت سواد علمی ایفا کند (بایلی[2] وهمکاران، ۲۰۱۱). به عنوان مثال، نجوم رصدی می‌تواند مفاهیمی مانند اختلاف منظر و مکانیک سماوی را معرفی‌کندکه بعداً به فیزیک و مهندسی مرتبط می‌شوند؛ یا توضیح پیش بینی های مدل های کیهان‌شناسی که بر مبنای مدل های تئوری وریاضیات است، مشوقی برای دنبال‌کردن ریاضیات توسط دانش‌آموزان مستعد درآینده خواهد بود؛ یا بحث هیجان انگیز در مورد وجودحیات احتمالی و شرایط ایجاد آن مشوقی برای دانش‌آموزان در کاوش زیستی خواهد بود.

همانطورکه در بالا اشاره شد نجوم به دیگر رشته‌های اصلی مرتبط می‌شود ، بطوریکه مسایل نجومی به خوبی دیگر علوم را درگیر می‌کند.

[1] STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)
[2] Baily




**شکل۱. ارتباط نجوم با سایر علوم. مکانیک سماوی : بررسی حرکت سیارات، قمرها و اجرام آسمانی بر اساس قوانین نیوتن و نسبیت. اپتیک(موضوع فیزیکی) : طراحی و استفاده از تلسکوپ‌ها برای جمع‌آوری و تجزیه نور اجرام آسمانی. تعیین ترکیب شیمیایی ستارگان و کهکشان‌ها از طریق تجزیه‌ی طیف نوری. نوکلئوسنتز(موضوع شیمی): مطالعه‌ی فرآیندهای تشکیل عناصر سنگین در ستارگان و ابرنواخترها. اخترزیست‌شناسی: جستجوی حیات در خارج از زمین، از جمله بررسی شرایط قابل سکونت. اکستریموفیل‌ها(موضوع زیست شناسی): مطالعه‌ی موجودات زنده‌ای که در شرایط سخت زنده می‌مانند، برای درک امکان حیات در سیارات دیگر. تحلیل داده‌ها : پردازش داده‌های عظیم رصدی از تلسکوپ‌ها و ماهواره‌ها. شبیه‌سازی : مدل‌سازی کامپیوتری از شکل‌گیری ستارگان،کهکشان‌ها، انفجارهای ابرنواختری و دیگرپدیده های کیهانی.**

به عنوان نمونه، یکی از جذاب‌ترین کاربردهای فیزیک در نجوم، شناسایی و مطالعه سیارات فراخورشیدی (سیارات خارج از منظومه شمسی ما) با استفاده از اثر دوپلر (روش سرعت شعاعی) است. اثر دوپلر، موضوعی است که معمولا در کتاب های درسی فیزیک مطرح می‌شود. در زیر این کاربرد را با جزئیات بیشتر بررسی می‌کنیم. از نظر مفهومی اثر دوپلر چگونگی تغییر فرکانس (یا طول موج) نور یا صدا را هنگامی که منبع و ناظر نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند، توصیف می‌کند. رابطه بین طول موج خطوط طیفی آزمایشگاهی ($\lambda_L$)، یعنی حالتی که منبع و ناظر نسبت به هم ساکن است، با طول موج خطوط طیفی مشاهده شده ($\lambda_O$) از یک منبع نوری که با سرعت ($v$) خیلی کمتر از سرعت نور($c$) نسبت به یک ناظر حرکت می کند، می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

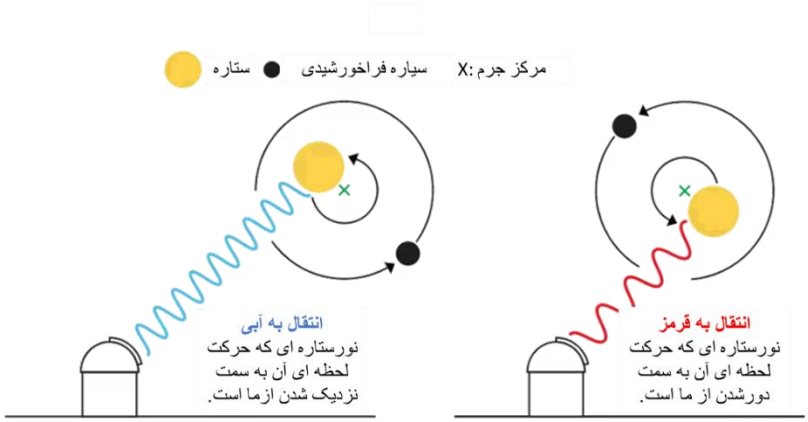
$$\lambda_O = \lambda_L \left(1 \pm \frac{v}{c}\right) \qquad (۱)$$

علامت مثبت ومنفی به ترتیب برای دور شدن منبع ( انتقال به قرمز) و نزدیک شدن منبع (انتقال به آبی) نسبت به ناظر است.

در نجوم، از این اصل برای تشخیص لرزش‌های کوچک در حرکت یک ستاره که توسط یک سیاره در حال چرخش ایجاد می‌شود، استفاده می‌شود. به عبارت دیگر حضور یک سیاره که بدور یک ستاره می گردد باعث جابجایی ستاره می‌شود(حرکت بدور مرکز جرم سیستم)، این جابجایی می‌تواند در راستای خط دید ناظر زمینی باشد، زمانی در جهت دور شدن، و زمانی در جهت نزدیک شدن به ناظر زمینی(شکل ۲). بنابراین باعث پدیده دوپلری می‌شود(شکل۳)، هر چند این اثر به علت جابجایی نسبتا کوچک، اندازه گیری آن به تجهیزات مدرن و حساس نیاز دارد ولی امروزه با دسترس بودن این تجهیزات برای منجمان این امکان برای اندازه‌گیری آن ایجاد شده است. در واقع ستاره‌شناسان از طیف‌سنجی برای تجزیه و تحلیل نور ستاره استفاده می‌کنند و با اندازه‌گیری تغییرات در خطوط طیفی ستاره (مانند خطوط هیدروژن یا کلسیم)،

می‌توانند تغییرات سرعت شعاعی ستاره (حرکت در امتداد خط دید ناظر) را محاسبه کنند. از این تغییرات، منجمان، جرم، دوره مداری و فاصله سیاره از ستاره را تعیین می‌کنند.

به عنوان یک مثال واقعی در این زمینه، می توان از کشف اولین سیاره های فراخورشیدی که با این روش در اطراف یک ستاره خورشید مانند، پگاسی بی۵۱[1] ، در سال ۱۹۹۵ با استفاده از این روش کشف شد (که جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۹ را برای میشل مایور[2] و دیدیه کولوز[3] به ارمغان آورد) نام برد. بهرحال امروزه، تلسکوپ های فضایی از قبیل کپلر، تِس و جیمز وب ناسا و طیف‌نگار آژانس فضایی اروپا از اصول مشابهی برای یافتن هزاران سیاره فراخورشیدی استفاده می‌کنند.




**شکل۲. جابجایی ستاره در یک سیستم سیاره‌ای، که منجر به جابجایی خطوط طیفی( هرچندکوچک) می‌شود.**

**شکل۳. انتقال خطوط طیفی منتشرشده از جو یک ستاره، زمانی که به ناظر زمینی نزدیک یا دور می‌شود( نوار طیفی بالایی و پایینی تصویر). نوار طیفی میانی، خطوط طیفی را زمانی که منبع و ناظر نسبت به هم حرکتی ندارند را نشان می دهد (مثلا در یک آزمایشگاه زمینی).**

[1] Pegasi b51
[2] Michel Mayor
[3] Didier Queloz

به عنوان یک نتیجه، با استفاده از اندازه گیری های دقیق می‌توان وجود یک سیاره فرازمینی را نشان داد، ضمن اینکه می‌توان پارامترهای فیزیکی متعددی مربوط به این اجرام را از آن استحراج کرد. این کاربرد فیزیک به ستاره‌شناسان اجازه می‌دهد تا سیارات فرا خورشیدی و بعضا بالقوه قابل سکونت را پیدا کنند. شکل‌گیری و تکامل سیستم‌های سیاره‌ای را مطالعه کنند و نهایتا به دنبال نشانه‌هایی از حیات فراتر از زمین باشند.

همانطور که در مطالعه موردی کشف سیارات فراخورشیدی با استفاده از اثر داپلر مشاهده شد، نجوم به طور طبیعی مفاهیم انتزاعی علوم پایه (فیزیک، ریاضیات، شیمی) را در زمینه مسائل واقعی و جذاب به کار می‌برد. کاربرد مفاهیم فیزیک پایه، مانند اثر دوپلر، در کشف سیارات فراخورشیدی (رجوع شود به پیوست الف، جدول الف–۱ برای مشاهده همپوشانی شاخه‌های علمی)، نمونه بارزی از این هم‌افزایی است. این امر درک عمیق‌تر و پایدارتری از علم ایجاد می‌کند (ترامپر، ۲۰۰۶). علاوه بر این، روبرو شدن با مقیاس‌های کیهانی و پدیده‌های غیرشهودی، تفکر انتقادی و انتزاعی را به چالش می‌کشد و پرورش می‌دهد. نجوم مهارت‌های

استدلال علمی را به میزان قابل توجهی بهبود می‌بخشد ( پلامر[1] ، ۲۰۱۴) . علاوه بر این، نجوم به عنوان یک حوزه مبتنی بر داده، سواد علمی و مهارت‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها را در عصر مدرن افزایش می‌دهد.

علاوه بر پرورش تفکر انتقادی، نجوم به دلیل ماهیت داده محور خود، سواد علمی و مهارت‌های تحلیل داده را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند. پروژه‌های رصد جمعی، نمونه‌ای از یادگیری در حین عمل هستند. همچنین پروژه‌هایی مانند باغ وحش کهکشانی یا استفاده از تلسکوپ‌های رادیویی کم‌هزینه، این مهارت‌ها را به صورت عملی آموزش می‌دهند؛ مهارت‌هایی که قابل انتقال بین رشته‌های مختلف هستند (باراب و هی[2]، ۲۰۰۱)، به عنوان مثال ، شرکت دانش آموزان در پروژه‌هایی مانند باغ وحش کهکشانی کاربردهای یادگیری ماشین را آموزش می‌دهد، و کار با تلسکوپ‌های رادیویی کم‌هزینه، پردازش سیگنال را آموزش می‌دهد.

۲.۵ مزایای اجتماعی–فرهنگی:

یافته‌ها نشان می‌دهد که نجوم می‌تواند با به تصویرکشیدن زمین به عنوان "نقطه‌ای آسیب‌پذیر در پهنه وسیع فضا"، حس شهروندی جهانی را تقویت کند. این دیدگاه که به عنوان "اثر کلی" شناخته می‌شود، می‌تواند آگاهی زیست‌محیطی را افزایش دهد ( وان هورن[3] و همکاران، ۲۰۲۴). از سوی دیگر، نجوم میراث مشترک همه تمدن‌ها است. آموزش دستاوردهای نجومی فرهنگ‌های مختلف (از نجوم اسلامی گرفته تا ناوبری پولینزی[4])، احترام به تنوع فرهنگی را تقویت می‌کند، پیوندی طبیعی بین دانش علمی و دانش بومی ایجاد می‌کند و آموزش علوم را از حالت استعماری خارج می‌کند (آیکنهد و اوگاوا[5]، ۲۰۰۷). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، این مشارکت‌ها طیف وسیعی از تمدن‌های باستانی–فرهنگی را در بر می‌گیرد.

**جدول ۲. نمونه‌هایی از مشارکت‌های فرهنگی در تاریخ نجوم باستان.**

| فرهنگ | مشارکت |
|---|---|
| **یونان باستان** | مدل‌های زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی |
| **دانشمندان اسلامی** | نقشه های ستارگان و جهت یابی آسمانی |
| **ستاره‌شناسان چینی** | ثبت ابرنواخترها و رصد دنباله‌دارها |
| **تمدن مایا** | تقویم‌های پیچیده مبتنی بر چرخه‌های آسمانی |
| **پلی‌نزی‌ها** | ناوبری آسمانی بر اقیانوس‌ها |

[1] Plummer
[2] Barab and Hay
[3] van Horn
[4] Polynesian navigation
[5] Aikenhead & Ogawa

این نمونه‌ها گواهی بر غنای جهانی نجوم و ظرفیت آن برای ایجاد درک متقابل فرهنگی از طریق علم است. علاوه بر غنای فرهنگی، نجوم از نظر دسترسی نیز علمی به طور بی‌نظیری فراگیر محسوب می‌شود. بر خلاف بسیاری از شاخه‌های علمی که به آزمایشگاه‌های مجهز نیاز دارند، رصد آسمان شب با حداقل تجهیزات (مانند نقشه‌های آسمان یا دوربین‌های دوچشمی) قابل انجام است. این ویژگی، امکان مشارکت دانش‌آموزان از هر پیشینه اقتصادی و جغرافیایی را فراهم می‌کند. افزون بر این، ابتکاراتی مانند پروژه‌های علمی شهروندی (مثل "باغ وحش کهکشانی"یا "کره زمین در شب") با ارائه دسترسی آزاد به داده‌های واقعی، نه تنها سواد علمی را افزایش می‌دهند، بلکه حس مشارکت در کشف علمی را نیز در افراد ایجاد می‌کنند. به عنوان نمونه، برگزاری یک جلسه آموزشی کوتاه درباره اهداف این پروژه‌ها توسط مربیان و درخواست از دانش‌آموزان برای ارائه نتایج مشارکت خود به‌صورت گزارش یا پوستر می تواند به تقویت مهارت‌های ارتباطی و تیمی انجامد.

۳.۵ نقش نجوم در مقابله با شبه علم

در عصرحاضر، یکی از کارکردهای مهم آموزش نجوم، تقویت تفکر نقادانه و مقابله با اطلاعات نادرست و شبه علم است. حجم زیادی از اطلاعات غیرعلمی که مبانی نجومی دارند (مانند نظریه‌های «زمین تخت») در فضای مجازی منتشر می‌شوند. آموزش اصولی نجوم، به دانش‌آموزان می‌آموزد که چگونه بر اساس شواهد تجربی و روش علمی استدلال کنند و ادعاها را مورد ارزیابی نقادانه قرار دهند. یک مطالعه در سال ۲۰۱۳ نشان داده است که آموزش نجوم می‌تواند باور به چنین نظریه‌هایی را تا حد قابل ملاحظه ای کاهش دهد و می‌تواند با باورهای شبه علمی مقابله کند (لواندوفسکی[1] و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین، نجوم نه تنها به درک جهان فیزیکی کمک می‌کند، بلکه همچون سپری در برابرگسترش خرافات و باورهای غیرعلمی عمل می‌نماید. در نتیجه، آموزش نجوم با ترویج فراگیری، مشارکت فعال و تفکر نقاد، سرمایه‌ای اجتماعی و فرهنگی برای ساختن جامعه‌ای آگاه و منطقی فراهم می‌آورد.

## ۶. راهبردهای اجرایی برای ادغام مؤثر نجوم در برنامه‌ی درسی

بر اساس یافته‌های حاصل از تحلیل تطبیقی و چالش‌های شناسایی‌شده، به ویژه در بافت ایران، راهکارهای اجرایی زیر در سطوح کلان و خرد پیشنهاد می‌شود:

۱.۶ راهبردهای سطح کلان (سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی):

الف) تدوین برنامه درسی نظام‌مند و مرحله‌ای: گنجاندن مباحث نجومی مناسب برای هرگروه سنی در کتاب‌های درسی علوم و فیزیک از دبستان تا دبیرستان.

ب) اصلاح آموزش معلمان: گنجاندن واحدهای مقدماتی نجوم در آموزش‌های پیش از خدمت (دانشگاه فرهنگیان) و برگزاری کارگاه‌های آموزشی ضمن خدمت برای معلمان علوم فعلی، با همکاری دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی داخلی.

ج) تأمین و تخصیص منابع: تخصیص بودجه برای تجهیز مدارس به ابزارهای کم‌هزینه اما مؤثر (مانند تلسکوپ‌های آماتور، نرم‌افزار شبیه‌سازی آسمان‌نما) و توسعه محتوای آموزشی چندرسانه‌ای.

د) تقویت همکاری‌های بین‌المللی: ایجاد بسترهایی برای تبادل تجربه با کشورهای پیشرو (مانند ژاپن، فنلاند) و مشارکت در پروژه‌های علمی جهانی در دسترس.

۲.۶ راهبردهای سطح خرد (فعالیت‌های مدرسه و کلاس):

الف) تغییر رویکرد تدریس به سمت یادگیری فعال: استفاده از روش‌های مبتنی بر پروژه (مثلاً ساخت مدل‌های منظومه شمسی، ردیابی فازهای ماه)، یادگیری مبتنی بر اکتشاف و شبیه‌سازی‌های کامپیوتری.

ب) توسعه فعالیت‌های تکمیلی: گسترش کیفی وکمی باشگاه‌های نجوم در مدارس سراسر کشور و حمایت از اردوهای رصدی.

[1] Lewandowsky

ج) پیوند با رویدادهای دنیای واقعی: پیوند آموزش با رویدادهای نجومی (ماه‌گرفتگی، خورشیدگرفتگی، بارش‌های شهابی) و اخبار فضا (ماموریت‌های جدید).

د) بهره‌گیری از تعامل فرهنگی: استفاده از میراث غنی نجومی ایران و اسلام درآموزش و مشارکت در پروژه‌های علمی–فرهنگی مانند رؤیت هلال ماه.

## ۷. نتیجه‌گیری

این تحقیق، با استفاده از یک مرور سیستماتیک و تحلیل موردی تطبیقی شش کشور، به وضوح نشان می‌دهد که آموزش نجوم صرفاً یک موضوع حاشیه‌ای یا لوکس نیست، بلکه یک سرمایه‌گذاری استراتژیک در توسعه سرمایه انسانی است. یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که آموزش مفاهیم پایه نجوم، کیهان‌شناسی و علوم فضایی می‌تواند به تقویت سواد علمی و تفکر انتقادی در دانش‌آموزان بینجامد. نتایج، نشان‌دهنده شکاف قابل توجهی بین برنامه‌ریزی ساختاریافته کشورهای توسعه‌یافته و وضعیت نامنسجم و کمبود منابع در کشورهای در حال توسعه، ازجمله ایران، است.

مزایای شناسایی‌شده – از پرورش تفکر انتقادی و سواد علمی گرفته تا تقویت حس وحدت جهانی و مبارزه با شبه‌علم – نشان می‌دهد که نجوم می‌تواند بسیاری از اهداف فراگیر آموزش را برآورده کند. با این حال، تحقق این پتانسیل مستلزم عزم ملی و حرکت از حاشیه به هسته برنامه‌ریزی آموزشی است. محدودیت اصلی این مطالعه تمرکز آن بر شش کشور و تحلیل اسناد مکتوب بود. تحقیقات آینده می‌توانند با استفاده از روش‌های کیفی (مثلاً مصاحبه با برنامه ریزان و معلمان) یا روش‌های کمی (مثلاً سنجش اثربخشی راهبردهای پیشنهادی) به این حوزه کمک کنند. در نهایت، اجرای راهبردهای پیشنهادی، به‌ویژه تمرکز بر آموزش معلمان و تدوین یک برنامه درسی یکپارچه، می‌توانندگام اولیه مؤثری در جهت احیای جایگاه این علم باستانی و آینده‌ساز در نظام آموزشی ایران باشد.

## منابع

Aikenhead, G. S., & Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539–620. https://doi.org/10.1007/s11422-007-9067-8

Al Murshidi, G. (2019). STEM education in the United Arab Emirates: Challenges and possibilities. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18, 12, pp. 316-332.

Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A review of astronomy education research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20–45. DOI: 10.3847/AER2003015.

Bailey, J. M., Slater, S. J., & Slater, T. F. (2011). Conducting astronomy education research: A primer. W. H. Freeman and Company. https://www.worldcat.org/title/755243862

Barab, S. A., & Hay, K. E. (2001). Doing science at the elbows of scientists: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70–102. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200101)38:1<70::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

Chaisson, E., & McMillan, S. (2017). *Astronomy: A beginner's guide to the universe* (8th ed.). Pearson.

Danaia, L., Fitzgerald, M**.,** McKinnon, D. H. (2013). Students' perceptions of high school science: What has changed over the last decade? Research in Science Education, 43(4), 1501–1515. https://doi.org/10.1007/s11165-012-9318-x

Harra, L. K., & Mason, K O. (2004). *Space science*. Imperial College Press.

Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). (2020). Course of study: Science curriculum guidelines for junior and senior high schools.

Lavonen, J., Ávalos, B., Upadyaya, K., Araneda, S., Juuti, K., Cumsille, P., Inkinen, J., & Salmela-Aro, K. (2021). Upper secondary students' situational interest in physics learning in Finland and Chile. *International Journal of Science Education.* https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1978011

Lewandowsky, S., Gignac, G. E., & Oberauer, K. (2013). The role of conspiracist ideation and worldviews in predicting rejection of science. *PLOS ONE*, 8(10), e75637. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075637

Liddle, A. (2015). *An introduction to modern cosmology* (3rd ed.). Wiley.

NASA Office of STEM Engagement. (2019). NASA O-STEM Highlights 2019. NASA. https://www.nasa.gov/wp-content/uploads /2020/03/ostem _highlights_2019 . pdf

NASA Office of STEM Engagement. (2021). *NASA Education Program Overview*. NASA.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. The Nuffield Foundation. *King's College London.*

Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education,* 50(1), 1–45. https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039

Trumper, R. (2006). "Teaching future teachers basic astronomy concepts-Sun-Earth-Moon relative movements- at a time of reform in science education. " *Journal of Research in Science Teaching, 43*(9), 879-906.

van Horen, F., Meijers MHC, Zhang, Y., Delaney M., Nezami A., Van Lange. (2024) Observing the earth from space: Does a virtual reality overview effect experience increase pro-environmental behaviour? *PLoS ONE* 19(5): e0299883. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299883

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123–183. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4

Wu, Ji. (2021). *Introduction to space science.* Springer.