

بررسی قوانین حرکت نیوتن و کاربردهای آن در زندگی روزمره

پوهنمل عبدالوارث صدیقی^۱، پوهنمل جاوید هاشمی^۲ و پوهنمل محمد حسین فراهی^۳

رشته فزیک^۱ و رشته ریاضی^{۲،۳}، پوهنځی تعلیم و تربیه، پوهنتون فراه

ایمیل: ab.sediqy812@gmail.com

چکیده

قوانین حرکت نیوتن از بنیادی‌ترین اصول میخانیک کلاسیک به شمار می‌روند و نقش اساسی در توضیح رابطه میان قوه و حرکت اجسام دارند. هدف از این تحقیق، بررسی مفهومی و ریاضی قوانین سه‌گانه حرکت نیوتن و نشان‌دادن اهمیت و کاربرد آن‌ها در تحلیل پدیده‌های مختلف میخانیکی است. این تحقیق، با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و مطالعه منابع معتبر علمی، مفاهیم اساسی مرتبط با قوه، کتله، تعجیل و حرکت بررسی شده و هر یک از قوانین نیوتن به صورت جداگانه توضیح داده شده است. در قانون اول مفهوم لفت و تمایل جسم به حفظ حالت سکون یا حرکت یکنواخت در خط راست مورد بررسی قرار گرفته است. قانون دوم، رابطه کمی میان قوه خالص وارد شده بر جسم، کتله و تعجیل آن را بیان می‌کند که به صورت رابطه $\vec{F} = m\vec{a}$ نشان داده می‌شود. قانون سوم نیز بیانگر عمل و عکس‌العمل بوده و نشان می‌دهد که هرگاه یک جسم بر جسم دیگر قوه وارد کند، جسم دوم نیز قوه‌ی مساوی از نظر اندازه و مخالف از نظر جهت بر جسم اول وارد می‌کند. در این تحقیق علاوه بر بررسی مبانی نظری قوانین نیوتن، کاربردهای آن‌ها در پدیده‌های روزمره و زمینه‌های علمی و انجینری نیز مورد توجه قرار گرفته است. حرکت وسایل نقلیه، راه رفتن انسان، حرکت لفت، فعالیت‌های ورزشی، حرکت اجسام در سطح زمین و برخی مسائل انجینری از جمله نمونه‌هایی هستند که با استفاده از این قوانین قابل تحلیل می‌باشند. همچنین، برای روشن شدن نحوه استفاده از روابط ریاضی، چند مثال عددی ارائه شده است تا چگونگی تعیین قوه، کتله و تعجیل در شرایط مختلف به صورت عملی نشان داده شود. نتایج نشان می‌دهد که قوانین حرکت نیوتن، با وجود سادگی ظاهری، چارچوبی منظم و قدرتمند برای تحلیل بسیاری از مسائل میخانیکی فراهم می‌کنند.

کلمات کلیدی: تعجیل، لفت، عمل و عکس‌العمل، قوانین نیوتن، قوه، میخانیک کلاسیک



An Examination of Newton's Laws of Motion and Their Applications in Everyday Life

Ab. Waris Sediqi, Jawid Hashemi, and Mohammad Hussain Farahi

Abstract

Newton's laws of motion are among the fundamental principles of classical mechanics and play a central role in explaining the relationship between force and the motion of objects. The aim of this study is to examine the conceptual and mathematical aspects of Newton's three laws of motion and to demonstrate their importance and applications in analyzing various mechanical phenomena. This research uses a descriptive-analytical method and is based on the study of reliable scientific sources. The basic concepts of force, mass, acceleration, and motion are examined, and each of Newton's laws is explained separately. The first law examines the concept of inertia and the tendency of an object to maintain its state of rest or uniform motion in a straight line. The second law describes the quantitative relationship between the net force acting on an object, its mass, and its acceleration, expressed by the equation $\vec{F} = m\vec{a}$. The third law describes action and reaction, stating that whenever one object exerts a force on another object, the second object exerts a force of equal magnitude and opposite direction on the first object. In addition to examining the theoretical foundations of Newton's laws, this study considers their applications in everyday phenomena and scientific and engineering fields. The motion of vehicles, human walking, elevator motion, sports activities, the motion of objects on the Earth's surface, and some engineering problems are among the examples that can be analyzed using these laws. Several numerical examples are also provided to clarify the use of mathematical relationships and to demonstrate how force, mass, and acceleration can be determined under different conditions. The results show that Newton's laws of motion, despite their apparent simplicity, provide an organized and powerful framework for analyzing many mechanical problems.

Keywords: Acceleration, Motion, Action and Reaction, Mass, Newton's Laws, Physics, Force, Inertia, Classical Mechanics.



مقدمه

الحمد لله رب العالمين و الصلاة و السلام على سيدنا محمد و على آله و صحبه اجمعين. حمد و سپاس بی پایان خداوند متعال را سزااست که انسان را به دانش و اندیشه گرامی داشت و راه شناخت و آبادانی جهان را برای او گشود. درود و سلام بر حضرت محمد مصطفی (ص) پیام آور علم، هدایت و رحمت و برخاندان و یاران گرامی ایشان باد.

میکانیک یکی از بخش های بنیادی فزیک است که حرکت اجسام و عوامل مؤثر بر آن را بررسی می کند. در میکانیک، سینماتیک به توصیف حرکت از نظر موقعیت، سرعت و تعجیل می پردازد، در حالی که دینامیک رابطه میان حرکت و علت های ایجاد یا تغییر آن، یعنی قوه ها، را بررسی می کند. قوانین حرکت نیوتن پایه اصلی دینامیک کلاسیک را تشکیل می دهند و در تحلیل بسیاری از حرکت های معمول در سطح زمین و در مسائل انجینری کاربرد دارند (Serway & Jewett, 2018). این قوانین امکان می دهند که حرکت اجسام نه تنها به صورت توصیفی، بلکه با استفاده از روابط ریاضی نیز بررسی و پیش بینی شود. از این رو، شناخت قوانین نیوتن برای درک بسیاری از پدیده های فیزیکی و مسائل انجینری اهمیت اساسی دارد. پیش از شکل گیری میکانیک نیوتنی، دیدگاه های متفاوتی درباره حرکت وجود داشت. یکی از مشکلات مهم در فهم حرکت این بود که تصور می شد برای ادامه حرکت یکنواخت یک جسم، باید همواره قوه ای به آن وارد شود. با توسعه مفهوم لغت و بررسی دقیق تر رابطه میان قوه و حرکت، زمینه برای شکل گیری میکانیک کلاسیک فراهم شد. قوانین نیوتن این امکان را ایجاد کردند که اثر قوه ها بر حرکت اجسام به صورت منظم و ریاضی بررسی شوند. در منابع تخصصی میکانیک، این قوانین به عنوان یکی از پایه های اساسی تحلیل حرکت معرفی می شوند (Kleppner & Kolenkow, 2014). اسحاق نیوتن قوانین حرکت خود را در اثر مشهور اصول ریاضی فلسفه طبیعی در سال ۱۶۸۷ میلادی منتشر کرد. در این اثر، سه قانون حرکت ارائه شد که بعدها به عنوان قوانین سه گانه نیوتن شناخته شدند. قانون اول مفهوم لغت را بیان می کند، قانون دوم رابطه میان قوه، کتله و تعجیل را نشان می دهد و قانون سوم به رابطه عمل و عکس العمل می پردازد. این سه قانون در کنار هم چارچوبی منظم برای بررسی حرکت و برهم کنش اجسام فراهم می کنند. اهمیت قوانین نیوتن

تنها به تاریخ فزیک محدود نمی‌شود؛ بلکه امروزه نیز در حل مسائل مربوط به حرکت اجسام، وسایل نقلیه، ماشین‌ها، سیستم‌های مکانیکی، فعالیت‌های ورزشی و بسیاری از پدیده‌های روزمره استفاده می‌شوند (Young & Freedman, 2019; Taylor, 2005). بنابراین، مطالعه مفهومی و ریاضی این قوانین می‌تواند درک بهتری از رفتار اجسام و کاربرد اصول میخانیک در زندگی روزمره و زمینه‌های علمی و انجینری فراهم کند.

روش تحقیق

تحقیق هذا از نظر روش توصیفی - تحلیلی و از نظر شیوه جمع‌آوری معلومات کتابخانه‌ای است. اطلاعات مورد نیاز از کتاب‌های تخصصی فزیک و میخانیک کلاسیک، منابع علمی و متن اصلی اصول نیوتن گردآوری و سپس مفاهیم مرتبط با قوانین حرکت به صورت تحلیلی بررسی شده‌اند.

مفهوم حرکت

حرکت به تغییر موقعیت یک جسم نسبت به یک دستگاه مرجع در طول زمان گفته می‌شود. برای توصیف حرکت، کمیت‌هایی مانند مکان، تغییر مکان، سرعت و تعجیل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر موقعیت جسم با وکتور $\vec{r}$ مشخص شود، سرعت متوسط از رابطه زیر به دست می‌آید

$$\vec{v}_{\text{avg}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (1)$$

سرعت لحظه‌ای نیز از رابطه زیر تعریف می‌شود

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (2)$$

تعجیل لحظه‌ای عبارت است از

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (3)$$

بنابراین، تعجیل بیان‌کننده تغییر سرعت جسم نسبت به زمان است (Young & Freedman, 2019).

قوه و کتله

قوه یک کمیت وکتوری است که می تواند حالت حرکت یک جسم را تغییر دهد. قوه ممکن است باعث افزایش یا کاهش سرعت، تغییر جهت حرکت یا تغییر شکل جسم شود. در طبیعت قوه های زیاد وجود دارند

- قوه جاذبه. قوه ای است که میان دو جسم دارای کتله ایجاد می شود و اجسام را به سوی یکدیگر جذب می کند. نزدیک سطح زمین، این قوه اجسام را به سوی مرکز زمین می کشد.

- قوه برقی (الکترونیکی). قوه ای است که میان چارج های الکتریکی ایجاد می شود. چارج های هم نوع یکدیگر را دفع و چارج های غیرهم نوع یکدیگر را جذب می کنند.

- قوه ارتجاعی. قوه ای است که در اثر تغییر شکل یک جسم ارتجاعی ایجاد می شود و در جهت بازگرداندن جسم به حالت اولیه عمل می کند.

- قوه اصطکاک. قوه ای است که در برابر حرکت نسبی دو سطح تماس یافته مقاومت می کند و معمولاً در جهت مخالف حرکت یا تمایل به حرکت عمل می نماید.

- قوه کشش. قوه ای است که توسط ریسمان، سیم یا طناب کشیده شده بر جسم وارد می شود و در امتداد آن عمل می کند.

- قوه عمودی سطح. قوه ای است که یک سطح بر جسم وارد می کند و بر سطح تماس عمود است.

- قوه مقاومت هوا. قوه ای است که هوا در برابر حرکت جسم وارد می کند و معمولاً در جهت مخالف حرکت جسم است.

کتله معیاری از اینرسی یا مقاومت جسم در برابر تغییر حالت حرکتی آن است. هرچه کتله جسم بیشتر باشد، برای ایجاد تعجیل معین به قوه بیشتری نیاز خواهد بود (Serway & Jewett, 2018).

در میخانیک نیوتنی، قوه و حرکت به صورت مستقیم از طریق قانون دوم نیوتن به یکدیگر مرتبط می شوند

$$\Sigma \vec{F} = \quad (۴)$$

$$m\vec{a}$$

که در آن $\Sigma \vec{F}$ قوه خالص وارد بر جسم با کتله m است.

قانون اول نیوتن؛ قانون لفت

قانون اول نیوتن بیان می‌کند که اگر قوه خالص وارد بر جسم صفر باشد، جسمی که در حالت سکون است در حالت سکون باقی می‌ماند و جسم متحرک، حرکت یکنواخت خود را در خط راست ادامه می‌دهد. به صورت ریاضی $\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$ این قانون اساس مفهوم لفت است (یانگ و فریدمن، ۱۳۹۸؛ کلین، ۱۳۹۹). لفت تمایل یک جسم برای حفظ حالت حرکتی موجود خود است. اصول نیوتن بیان می‌کند که جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط خود را حفظ می‌کند، مگر آن‌که قوه‌های واردشده آن حالت را تغییر دهند. برای مثال، هنگامی که موتر به سرعت متوقف می‌شود، بدن سرنشین تمایل دارد حرکت قبلی خود را ادامه دهد. استفاده از کمربند ایمنی یکی از کاربردهای عملی همین مفهوم است. از دیدگاه میخانیک کلاسیک، قانون اول همچنین به تعریف چارچوب‌های مرجع انرژیک کمک می‌کند؛ یعنی چارچوب‌هایی که در آن‌ها قانون اول نیوتن برقرار است (Taylor, 2005; Kleppner & Kolenkow, 2014).

این قانون زمانی به صورت مستقیم قابل استفاده است که محصله قوه‌های وارده به جسم صفر باشد، این حالت به دو شکل صورت می‌گیرد.

۱) جسم در حالت سکون باشد

برای مثال کتابی را روی میز قرار دهیم، دو قوه به این کتاب وارد می‌گردد. قوه اول، قوه جاذبه زمین و قوه دوم قوه عمودی سطح است که از طرف میز به کتاب وارد می‌گردد تا کتاب حالت تعادل خود را حفظ نماید، بنابراین

$$\vec{N} + \vec{w} = 0$$

$\vec{N}$: قوه عمودی سطح

$\vec{w}$: وزن جسم

در نتیجه محصله قوه‌های وارده به کتاب برابر به صفر می‌گردد.

۲) جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند

فرض کنید یک موتور با سرعت ثابت در یک سرک مستقیم در حال حرکت است اگر قوه موتور با مجموع قوه‌های اصطکاک و مقاومت هوا مساوی باشد محصله قوه‌ها برابر به صفر می‌شود ($\sum \vec{f} = 0$) و در نتیجه تعجیل صفر خواهد بود و موتور با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

وقتی توپ روی سطح زمین (زمین را می‌توان به عنوان یک سیستم محاسبه عطالتی در نظر گرفت) در حالت سکون قرار دارد، محصله قوه‌های وارد بر آن صفر بوده و تعجیل نیز صفر می‌باشد. حال اگر این توپ را توسط یک قوه خارجی به حرکت در بیاوریم، توپ بعد از مدت زمانی متوقف می‌شود، دلیل این توقف قوه اصطکاک سطحی و مقاومت هوا است. محصله قوه‌های وارد به جسم صفر نبوده و در نتیجه تعجیل نیز خلاف صفر است. اگر بتوانیم قوه اصطکاک و مقاومت هوا را کاهش دهیم، توپ مسافت بیشتری را طی می‌نماید و کوشش می‌نماید تا سرعت خود را ثابت نگه دارد (Young & Freedman, 2019).

قانون دوم نیوتن

قانون دوم نیوتن رابطه کمی میان قوه و تغییر حرکت را بیان می‌کند. در شکل عمومی، این قانون با مومنتم بیان می‌شود

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (5)$$

که در آن $\vec{p} = m\vec{v}$ است. اگر کتله ثابت باشد رابطه به شکل معروف زیر درمی‌آید

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (6)$$

$\sum \vec{F}$: محصله قوه‌های وارد به جسم

m: کتله جسم

$\vec{a}$: تعجیل حاصله جسم

این رابطه نشان می‌دهد که تعجیل جسم با قوه خالص وارد بر آن نسبت مستقیم و با کتله آن نسبت معکوس دارد (هالیدی، رزنیکی، و واکر، ۱۳۹۸؛ سروی و جوییت، ۱۳۹۷). اگر قوه وارد بر جسم دو برابر شود و کتله ثابت باقی بماند، تعجیل نیز دو برابر می‌شود. اما اگر کتله دو برابر شود و قوه ثابت باقی بماند، تعجیل نصف خواهد شد.

به طور مثال دو چرخ دستی را در نظر بگیریم که با قوه‌های مساوی به سمت جلو تپله می‌دهیم، چرخ دستی که کتله آن بیشتر است تعجیل کمتری نسبت به چرخ دستی که کتله آن کمتر است می‌گیرد. این پدیده مستقیماً با قانون دوم نیوتن توضیح داده می‌شود.

مثال عددی

اگر قوه خالص 20N بر جسمی با کتله 5kg وارد شود، تعجیل جسم از رابطه زیر به دست می‌آید

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

اگر

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$F = 20\text{N}, \quad m = 5\text{kg}$$

آنگاه:

$$a = 520 = \frac{4m}{s^2}$$

پس:

پس تعجیل جسم مساوی با $\frac{4m}{s^2}$ است.

این نوع مسائل از نمونه‌های بنیادی کاربرد قانون دوم نیوتن در میخانیک تخصصی است (Young & Freedman, 2019).

۸. قانون سوم نیوتن

قانون سوم نیوتن به قوه‌های متقابل میان دو جسم مربوط می‌شود. بر اساس این قانون، اگر جسم اول بر جسم دوم قوه‌ای وارد کند، جسم دوم نیز قوه‌ای با اندازه مساوی و جهت مخالف بر جسم اول وارد می‌کند (ماریون و تورنتون، ۱۳۹۷؛ یانگ و فریدمن، ۱۳۹۸).

به صورت ریاضی

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (7)$$

$\vec{F}_{12}$: قوه وارده به جسم دوم (قوه عمل)

$\vec{F}_{21}$: قوه وارده به جسم اول (قوه عکس‌العمل)

علامت منفی نشان می‌دهد که دو قوه در جهت مخالف یکدیگر قرار دارند.

نیوتن این اصل را در مبانی اصول با بیان مساوی بودن قوه‌های متقابل و مخالف مطرح کرده است .

نکته مهم این است که قوه‌های عمل و عکس‌العمل بر دو جسم متفاوت وارد می‌شوند؛ بنابراین نمی‌توان آن‌ها را هنگام رسم گراف قوه‌های یک جسم با یکدیگر خنثی کرد.

مثال

هنگامی که شخص با پای خود زمین را به سمت عقب فشار می‌دهد، زمین نیز قوه‌یی در جهت مخالف به پای شخص وارد می‌کند و همین قوه به حرکت شخص به سمت جلو کمک می‌کند.

در پرتاب موشک نیز گازها با سرعت زیاد به سمت عقب رانده می‌شوند و قوه‌ی متقابل باعث حرکت موشک به سمت جلو می‌شود (Kleppner & Kolenkow, 2014).

تفاوت سه قانون نیوتن

جدول (۱) تفاوت سه قانون نیوتن

قانون	مفهوم اصلی	رابطه ریاضی
قانون اول	لفت و حفظ حالت حرکت	$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$
قانون دوم	رابطه قوه و تعجیل	$\sum F = ma$
قانون سوم	عمل و عکس‌العمل	$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

سه قانون در کنار یکدیگر چارچوب اصلی دینامیک نیوتنی را تشکیل می‌دهند (Taylor, 2005; Morin, 2008).

(2005; Morin, 2008)

گراف جسم آزاد

یکی از مهم‌ترین ابزارهای حل مسائل میخانیک گراف جسم آزاد است. در این روش جسم مورد نظر از محیط اطراف جدا شده و تمام قوه‌های وارد بر آن مشخص می‌شوند.

برای جسمی روی سطح افقی ممکن است قوه‌های زیر وجود داشته باشند:

قوه وزن، قوه عمودی سطح، قوه کشش، قوه اصطکاک، قوه خارجی .

پس از تعیین قوه‌ها، قانون دوم نیوتن در هر سمت نوشته می‌شود

$$\sum F_x = ma_x, \quad \sum F_y = ma_y$$



استفاده صحیح از گراف جسم آزاد، یکی از مراحل اساسی در حل مسائل مکانیک کلاسیک است (Taylor, 2005).

کاربرد قوانین نیوتن در زندگی روزمره

قوانین نیوتن تنها روابط نظری نیستند بلکه در بسیاری از فعالیت‌های روزانه قابل مشاهده‌اند. تکان دادن فرش (قانون اول نیوتن)

هنگامی که فرش را به سرعت تکان می‌دهیم، فرش حرکت می‌کند؛ اما گرد و خاک تمایل دارد حالت سکون خود را حفظ کند و در نتیجه از سطح فرش جدا می‌شود.

حرکت موتور (قانون دوم و سوم نیوتن)

هنگامی که قوه موتور افزایش می‌یابد در صورت ثابت بودن سایر شرایط، تعجیل موتور افزایش پیدا می‌کند. هنگام برگ نیز قوه‌ی مخالف حرکت باعث کاهش سرعت می‌شود. و یا وقتی موتور به سمت جلو حرکت می‌کند، تایر موتور سطح سرک را به سمت عقب تحت تاثیر قرار می‌دهد و سرک قوه اصطکاکی را به سمت جلو بر تایر وارد می‌نماید و در نتیجه موتور به سمت جلو حرکت می‌کند.

شنا کردن (قانون سوم نیوتن)

در هنگام شنا، وقتی شناگر دست‌ها و پاها را به سمت عقب حرکت می‌دهد، آب را به سمت می‌فرستد. مطابق به قانون سوم نیوتن آب نیز قوه‌ای هم اندازه و در جهت خلاف به بدن شناگر وارد می‌نماید و باعث حرکت شناگر به سمت جلو می‌شود.

راه رفتن (قانون سوم نیوتن)

هنگام راه رفتن پا زمین را به سمت عقب فشار می‌دهد و زمین قوه‌یی در جهت جلو بر بدن وارد می‌کند. این مثال کاربرد قانون سوم نیوتن را نشان می‌دهد.

لفت (قانون دوم نیوتن)

در لفت قوه‌های وارد بر شخص شامل وزن و قوه عمودی کف لفت است. اگر لفت تعجیل داشته باشد

$$\vec{N} - m\vec{g} = m\vec{a} \quad (8)$$

از این رابطه می‌توان قوه ظاهری وارد بر شخص را تحلیل کرد (Halliday, 2018).

ورزش (قانون دوم و سوم نیوتن)

در دویدن، پرتاب توپ، پریدن و ضربه زدن به توپ، قوه و تعجیل نقش اساسی دارند. تحلیل این حرکت‌ها با استفاده از قوانین نیوتن امکان‌پذیر است (Serway & Jewett, 2018).

کاربرد قوانین نیوتن در انجینری

قوانین نیوتن اساس تحلیل بسیاری از سیستم‌های انجینری هستند. در طراحی ماشین‌آلات، وسایل نقلیه، سازه‌های متحرک، سیستم‌های انتقال قوه و ربات‌ها، رابطه میان قوه و حرکت باید به صورت دقیق بررسی شود.

در انجینری میخانیک، تحلیل قوه‌های وارد بر اجسام و سیستم‌های متحرک به انجینران اجازه می‌دهد تعجیل، قوه‌های داخلی و خارجی و شرایط تعادل را بررسی کنند. میخانیک کلاسیک همچنین زمینه را برای مطالعه موضوعات پیشرفته‌تری مانند حرکت دورانی، نوسان، حرکت دو جسم و سیستم‌های غیر انرشی فراهم می‌کند (Thornton & Marion, 2004).

مثال ترکیبی

جسمی با کتله 10kg روی سطح افقی قرار دارد و قوه افقی 50N به آن وارد می‌شود. اگر قوه اصطکاک 10N باشد، قوه خالص مساوی است با

$$f_{net} = 50 - 10 = 40N$$

بنابراین

$$\Sigma F = ma, \quad 40 = 10a$$

در نتیجه:

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{40N}{10kg} = \frac{4m}{s^2}$$

این مثال نشان می‌دهد که در کاربرد قانون دوم نیوتن باید قوه خالص در نظر گرفته شود، نه صرفاً یکی از قوه‌های وارد بر جسم.

محدودیت‌های میخانیک نیوتنی

اگرچه قوانین نیوتن در بسیاری از مسائل روزمره و انجینری بسیار موفق هستند، اما مکانیک کلاسیک در همه شرایط کافی نیست. در سرعت‌هایی نزدیک به سرعت نور، اثرات نسبیتی

اهمیت پیدا می‌کنند و برای توصیف سیستم‌های بسیار کوچک مانند ذرات اتمی، میخانیک کوانتومی مورد نیاز است.

بنابراین، قوانین نیوتن را باید در محدوده اعتبار میخانیک کلاسیک به کار برد. با وجود این محدودیت‌ها، این قوانین همچنان برای بخش بزرگی از مسائل انجینری و فزیک روزمره بسیار دقیق و کاربردی هستند. (Feynman et al., 2010; Taylor, 2005)

نتیجه‌گیری

قوانین حرکت نیوتن از مهم‌ترین پایه‌های میخانیک کلاسیک هستند و نقش منظم برای بررسی رابطه میان قوه و حرکت فراهم می‌کنند. قانون اول با معرفی مفهوم لغت توضیح می‌دهد که جسم در نبود قوه خالص، حالت حرکتی خود را حفظ می‌کند. قانون دوم رابطه کمی میان قوه خالص، کتله و تعجیل را بیان می‌کند و یکی از مهم‌ترین روابط ریاضی در میخانیک یعنی $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ را در اختیار ما قرار می‌دهد. قانون سوم نیز ماهیت متقابل قوه‌ها را میان دو جسم توضیح می‌دهد. بررسی کاربردهای مختلف نشان داد که قوانین نیوتن در بسیاری از پدیده‌های روزمره مانند راه‌رفتن، حرکت موتور، برک کردن، پرتاب اجسام و حرکت لغت قابل استفاده‌اند. همچنین این قوانین اساس تحلیل بسیاری از سیستم‌های انجینری و میخانیکی را تشکیل می‌دهند. دست‌آورد اصلی تحقیق این است که قوانین سه‌گانه نیوتن را نمی‌توان صرفاً سنی از فرمول‌های فزیک دانست؛ بلکه آن‌ها نقش بنیادی برای فهم، تحلیل و پیش‌بینی حرکت اجسام در محدوده میخانیک کلاسیک هستند. اثر تاریخی نیوتن نیز نشان می‌دهد که این قوانین در تحول فزیک و شکل‌گیری نگاه ریاضی به طبیعت نقش اساسی داشته‌اند.



منابع

- هالیدی، دیوید، رزیک، رابرت، و واکر، جری. (۱۳۹۸). *مبانی فیزیک: مکانیک و گرما* (نورعلی‌شاهی، فرشید). ویرایش یازدهم. تهران: انتشارات آینده دانش.
- سروی، ریموند، و جوی، جان دبلیو. (۱۳۹۷). *فیزیک برای علوم و انجینری* (بهار، محمود). انتشارات دانشگاهی.
- یانگ، هیو دی، و فریدمن، راجر ای. (۱۳۹۸). *فیزیک دانشگاهی با فیزیک نوین* (فروتز، نصرالله). انتشارات دانشگاهی.
- کلینر، دانیل، و کولنکو، رابرت جی. (۱۳۹۹). *مکانیک کلاسیک* (مقیمی، محمد علی). انتشارات دانشگاهی.
- ماریون، جری بی، و تورنتون، استیقن تی. (۱۳۹۷). *دینامیک کلاسیک ذرات و سیستم‌ها* (پاشایی‌راد، جلال‌الدین). انتشارات علمی.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2010). *The Feynman lectures on physics: Vol. I. Mainly mechanics, radiation, and heat*. Basic Books.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). *Fundamentals of physics* (11th ed.). Wiley.
- Kleppner, D., & Kolenkow, R. J. (2014). *An introduction to mechanics* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Knight, R. D. (2017). *Physics for scientists and engineers: A strategic approach* (4th ed.). Pearson.
- Morin, D. (2008). *Introduction to classical mechanics: With problems and solutions*. Cambridge University Press.
- Newton, I. (1687). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Joseph Streater.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- Taylor, J. R. (2005). *Classical mechanics*. University Science Books.
- Thornton, S. T., & Marion, J. B. (2004). *Classical dynamics of particles and systems* (5th ed.). Brooks/Cole.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2019). *University physics with modern physics* (15th ed.). Pearson.