

# دیدگاه تصوف به علوم رفتاری و بیان ریاضی نظریه جامعه‌شناسی تابنده

بیژن بیدآباد<sup>۱</sup>

## چکیده

سالیان متمادی جامعه‌شناسی در رشته‌های علوم انسانی همواره از عدم برخورداری ابزار تحلیلی و انتزاعی در توصیف مسائل اجتماعی بی بهره بوده است. هدف این مقاله ارائه چهارچوب ریاضی پایه برای تحلیل مسائل رفتارهای فردی و اجتماعی است. مبانی اولیه این نظریه در سال ۱۳۴۴ شمسی در مقاله «قانون واکنش فیزیک در اجتماع» توسط حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده بیان گردید که به مبانی نظری فیزیک در اجتماع پرداختند. مقاله حاضر نظریه مزبور را با بیان ریاضی توسعه داده تا بتوان با ابزار تحلیلی و ریاضی موضوعات مختلف رفتار فردی و اجتماعی را تحلیل نمود. مبنای روش مورد استفاده از مفاهیم اصلی مکانیک در فیزیک استخراج شده و به جامعه‌شناسی تعمیم داده شده است.

در این مقاله نظریه جامعه‌شناسی تابنده را به صورت جامعه‌شناسی ریاضی و با تشابه کلی فیزیک و علوم رفتاری و با ارائه مباحث مختلفی در زمینه‌های رفتار فردی و اجتماعی از طریق فضای رفتاری در حالت ساده و تعمیم آن به دیمانسیون‌های بیشتر تعریف می‌نمایم. همسویی در گروه، هم‌افزایی (سینرژی) اتحاد در جامعه، هنجار جامعه و تغییر آن، تغییر رفتار فرد و جامعه و سرعت تغییر و مسیر و مدت زمان تغییر را در چهارچوب‌های ریاضی بیان می‌نمایم. «کمیت ذاتی» فرد و مقاومت فرد و محیط در تغییر رفتار، چگالی محیط اجتماعی و سطح مقطع مؤثر تعامل فرد با جامعه، تغییر در جامعه و وزن و اثر افراد در این تغییر و کار لازم برای ایجاد تغییر در فرد و جامعه و توان تغییر و شوک‌های رفتاری در فرد و شکل و میزان تغییر رفتار در فرد و جامعه از جمله مباحث مطرح در این مقاله می‌باشند که به آنها می‌پردازیم. در پایان چهارچوب ارائه شده را به مباحث رفتار احتمالی و کاربردی آماری و جامعه‌سنجی و در آن بسط می‌دهیم.

این مقاله پایه نظری را بیان می‌کند و آنقدر جای بسط و گسترش دارد که می‌تواند روش‌های تحلیلی رشته‌های جامعه‌شناسی و روانشناسی و اقتصاد و بسیاری دیگر از شاخه‌های علوم انسانی را متحوّل نماید.

کلیدواژه‌ها: جامعه‌شناسی تابنده، جامعه‌شناسی ریاضی، جامعه‌شناسی علمی، رفتار فردی، رفتار اجتماعی.

## مقدمه

علوم انسانی از جمله رشته‌هایی است که همواره از ابعاد تحلیلی دچار اشکالات عدیده بوده و هست. علت این امر پیچیدگی انسان و رفتار اوست که با چهارچوب‌های علمی موجود و در دسترس به سادگی تحلیل و بررسی نمی‌شود. لذا بسیاری از رشته‌های علوم انسانی در زمره علم واقع نمی‌شوند زیرا قوانین ثابت علمی در آنها هنوز شناخته نشده است.

<sup>۱</sup> دکتر بیژن بیدآباد، (B.A., M.Sc., Ph.D., Post-Doc) پژوهشگر آزاد. [biijan@bidabad.com](mailto:biijan@bidabad.com) <http://www.bidabad.com>

منجمله این موارد جامعه‌شناسی است که علیرغم اینکه محققین بسیاری در این زمینه تحقیق کرده‌اند ولی هنوز نمی‌توان بنای جامعه‌شناسی را مستند بر قوانین علمی ثابت قرار داد.

در علوم انسانی، در رشته اقتصاد از ریاضیات بیشتر و بهتر از سایر رشته‌ها استفاده شد. در رشته جمعیت‌شناسی نیز به دلیل ماهیت آمار و داده‌های کمی جمعیتی استفاده زیادی از ریاضیات می‌شود. ولی استفاده شاخه‌های دیگر علوم انسانی از الگوهای ریاضی بسیار محدود است. این شاخه‌ها هرچند با استفاده از آمار اقدام به تحلیل و اندازه‌گیری داده‌های انسانی و اجتماعی می‌نمایند ولی پایه‌های نظری ریاضی برای الگوسازی رفتاری در آنها یا به وجود نیامده یا بسیار ضعیف است. بلور<sup>۲</sup> ابراز می‌دارد جامعه‌شناسی ریاضی تلاش دارد که ضرورت منطقی نظریات جامعه‌شناسی را با اثبات‌های ریاضی نشان دهد. بلور عنوان می‌کند که اثبات‌های ریاضی مستدلانی دارند که فرد را مجبور به پذیرش می‌کند. وی به دشواری موضوع نیز اذعان می‌نماید ولی آن را ناممکن نمی‌داند. به هر حال برای رسیدن به درک واحد از پدیده‌های اجتماعی در جامعه‌شناسی بلور تنها راه را کاربرد ریاضیات در نظریه‌پردازی جامعه‌شناسی می‌داند. علیرغم تلاش‌های به عمل آمده<sup>۳</sup> در جامعه‌شناسی در پویایی گروه‌های محدود و شبکه‌های ارتباطی و روانشناسی اجتماعی معذک، هنوز در زمینه روش‌شناسی جامعه‌شناسی شیوه‌های توصیفی و منطقی بکار برده می‌شود و توسعه کمی در چهارچوب‌های نظریه‌پردازی ریاضی صورت گرفته است.<sup>۴</sup> نظریه‌پردازی در جامعه‌شناسی همواره اشتیاق زیادی به بکارگیری الگوهای ریاضی داشته و دارد و لذا همانطور که گفته شده آینده آن به عنوان یک رشته علمی منوط به حصول موفقیت در این زمینه است.<sup>۵</sup>

## جامعه‌شناسی ریاضی

بسیاری بر این باورند که علوم نوین وقتی به وجود آمدند که از الگوهای قدیمی بسیار ملموس و مستقیماً قابل درک دور شدند و الگوهای نظری انتزاعی به صورت ریاضی تدوین شدند. مارچ<sup>۶</sup> همین تحول از فیزیک کلاسیک به فیزیک مدرن را به عنوان نمونه ذکر می‌کند: «فیزیکدانان قدیم با دنیایی سروکار داشته‌اند که با حواس و تجربه روزانه قابل درک بود. از آغاز قرن ما، تحقیق در جهانی انجام می‌شود که از اجزای ماده درست شده و پایه نامرئی جهان کلان را تشکیل می‌دهد. فیزیک کوانتم آنچنان انتزاعی است که ادراک آن بسیار دشوار است و در نتیجه ارائه یک تصویر ملموس از آنچه در جهان ما می‌گذرد غیر ممکن است، و علت آن مفاهیمی است که بکار می‌بریم تا از جهان ماکروسکوپی که آشنا سخن بگوییم، در حالیکه این مفاهیم از بیان حوزه خرد اجزای ابتدایی عاجزند و در نتیجه برای توصیف آن مناسب نیستند. بدین علت است که فیزیک نوین شدیداً طرز تفکر خود را تغییر داد و مفاهیمی را بکار برد که گرچه معنای دقیقی بر حسب نمادهای ریاضی دارند ولی از طریق اصطلاحات ملموس و محسوس قابل تفسیر نیستند، بنابراین فیزیک نوین

<sup>۲</sup> Bloor, David (1991). Knowledge and social imagery. University of Chicago Press.

<sup>۳</sup> Herbert A. Simon (1957) Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting, New York, Wiley.

Coleman, James S. (1964) Introduction to Mathematical Sociology, Glencoe, III, The Free Press.

<sup>۴</sup> Coleman, James S. (1986) Social Theory, Social Research, and a Theory of Action, The American Journal of Sociology, Vol. 91, No. 6. (May), pp. 1309-1335.

<http://links.jstor.org/sici?sici=0002-9602%28198605%2991%3A6%3C1309%3ASTSRAA%3E2.0.CO%3B2-6>

<sup>۵</sup> روشه، گی (۱۳۷۵)، مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی عمومی سازمان اجتماعی، ترجمه هما زنجانی زاده، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.

<sup>۶</sup> March, Arthur (1965) La Physique moderne et ses theories, traduit de l'allemand par Serge Bricianer, Paris, Gallimard.

برای کسی که آن را از بیرون ملاحظه می کند قابل فهم نیست، نه به خاطر آنکه فیزیکدانان از بکارگیری مفاهیم قابل فهم پرهیز می کنند بلکه به جهت آنکه غرابت آن ناشی از ذات تحقیق است که تحمل مفهوم ملموس و محسوس را ندارد.<sup>۷</sup>

تحول الگوها و کاربرد آنها در علوم و بخصوص در شاخه جامعه‌شناسی حاکی از انواع روش‌های متنوع برای الگوسازی پدیده‌های اجتماعی دارد.<sup>۸</sup> در اکثر این الگوسازی‌ها تمثیل و الگوبرداری از سایر پدیده‌ها بوده است. برای مثال استفاده از هرم برای بیان سلسله مراتب اجتماعی و هرم سنی و قشربندی اجتماعی، از ترازو برای بیان عدالت، از ساعت برای بیان پیچیدگی و نظم مجموعه جامعه، از جاذبه برای بیان توسعه جوامع شهری، از تشابه ارگانسیم زنده و بدن انسان برای تعریف کلیت جامعه، از دوران زندگی (تولد، کودکی، شباب، پیری و مرگ) ارگانسیم‌ها برای بیان تاریخ تحول جوامع<sup>۹</sup> و نظایر آن کاملاً رایج بوده و هست.<sup>۱۰</sup>

مباحث جامعه‌شناسی ریاضی به خودی خود اصیل نیستند و هر کدام با تمهیداتی از سایر نظریات بکار گرفته شده در سایر رشته‌های علوم انسانی و مشخصاً اقتصاد تعریف و توسعه داده شدند و وجود فروض قوی در آنها و همچنین عدم تطابق کامل نظریات علمی در رشته‌های مختلف سبب شده که این نوع اقتباسات کاربرد کاملی در رفع معضلات جامعه‌شناسی نداشته باشند. برای مثال نظریه پارتو در اقتصاد کاملاً بارز و تعریف شده است. و حال آنکه انتقال این نظریه به جامعه‌شناسی نتوانسته مسائل نظریه‌پردازی در جامعه‌شناسی را رفع نماید بلکه آن را مبهم‌تر نیز نموده است.

جامعه‌شناسی همواره به دور از تحولاتی بوده که سایر علوم تجربی به خود دیده‌اند. روزن بلوت و وینر<sup>۱۱</sup> ابراز می‌دارند: که نظریه‌پردازی باید با کوچک کردن تصویر یک نظام پیچیده و توسط یک نظام مفروض ساده صورت گیرد تا بتواند یک واقعیت ملموس و قابل درک را به عنوان سرآغاز تدوین یک الگوی انتزاعی از یک نظام پیچیده پیشنهاد کند. یعنی الگویی که یک ساخت نمادین و منطقی از یک واقعیت نسبتاً ساده را بطور ذهنی تدارک بیند که از همان اجزای سازه نظام واقعی اصیل برخوردار باشد. این نوع الگوسازی و نظریه‌پردازی مشابه بسیاری از نظریه‌پردازی‌های قدیم یک تمثیل ساده نیست بلکه بازسازی ذهنی یک واقعیت به شکلی انتزاعی و مجرد است که می‌تواند در بیان آن واقعیت منطبق با خصلت منطقی همان واقعیت بکار برده شود.

## نظریه جامعه‌شناسی تابنده

برای فهم مسائل جامعه‌شناسی و تدوین نظریات سازمان اجتماعی جامعه‌شناسی نیاز به یک چهارچوب منطقی متقن و قابل

<sup>۷</sup> نقل از: روشه، گگی (۱۳۷۵)، مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی عمومی سازمان اجتماعی، ترجمه هما زنجانی زاده، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.

<sup>۸</sup> Deutsch, Karl W. (1951), Mechanism, organism, and Society: Some Models in Natural and Social Science, Philosophy of Science, 18, p. 230-252.

Meyer, Herman (1951) On the Heuristic Value of scientific Models, Philosophy of Science, 18, p. 111-123.

Meadows Paul (1957), Models, Systems and Science, American Sociological Review, 22, p. 32-38.

<sup>۹</sup> Spengler, Oswald (1948) La Declin de l'Occident, Esquisse d'une morphologie de l'histoire universelle, traduit de l'allemand par M. Tazerout, Paris, Gallimard.

<sup>۱۰</sup> Inkeles, Alex (1964) What is Sociology? An Introduction to the Discipline and Profession, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall.

<sup>۱۱</sup> Rosenblueth, Arturo., Norbert Wiener (1954) The Role of Models in Sciences, Philosophy of Science, Vol. 12 (Oct.), p. 316-321.

توسعه و تعمیم پدیده‌های اجتماعی دارد تا بتواند این پدیده‌ها را به تصویر کشاند. زیرا هر سازمان اجتماعی خود پدیده‌ای پیچیده، متنوع، متعدد و متحول است. لذا چهارچوب نظری پایه باید این قابلیت را داشته باشد تا عناصر آن را از جوامع محسوس و ملموس و با ابزارهای تحلیلی نظام یافته در قالب الگوهای به تصویر کشد که تحلیل پدیده‌های پیچیده را امکانپذیر سازد.

ساختن یک الگوی نظری باید بر مبنای یک اصل موضوع اساسی باشد. روشه<sup>۱۲</sup> بر این موضوع تأکید می‌کند که واقعیت مورد مطالعه باید خصلتهای یک نظام را داشته باشد تا بتوان نظریه‌پردازی را بر مبنای آن قرار داد. وی این اصل را بدین معنی می‌داند که واقعیت مورد مطالعه از عناصری تشکیل شده باشد که بین خود روابط وابستگی متقابل دارند و از طرفی کلیت تشکیل شده از مجموعه عناصر به جمع این عناصر قابل تقلیل نباشد و روابط وابستگی متقابل بین عناصر و کلیتی که از آن به دست می‌آید، برحسب قواعدی عمل کند که بر طبق اصول منطقی قابل توصیف باشند. در این حالت می‌توان یک الگوی نظری بر پایه این اصل موضوع و خصلتهای نظاممند آن بنا نمود.

نظریات پارتو هر چند در زمینه جامعه‌شناسی مطرح شد ولی تبلور خود را در علم اقتصاد نشان داد. پارتو بر این باور بود که برای رساندن علوم اجتماعی به سطح علوم طبیعی باید پدیده‌های ملموس و محسوس پیچیده را به پدیده‌های نظری بسیار ساده تبدیل کرد. لذا وی اصل موضوع اجزای نظام اجتماعی را بنا می‌نماید که پویا می‌باشد.<sup>۱۳</sup> البته علیرغم طرح این موضوع پارتو نظر خود را در جامعه‌شناسی بسط نمی‌دهد. هندرسون نیز از نظر تحلیل سیستماتیک جامعه و کاربرد روش منطقی مشابه با فیزیولوژی بر این موضوع تأکید می‌نماید.<sup>۱۴</sup>

حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده در سال ۱۳۴۴ شمسی در مقاله «قانون واکنش فیزیک در اجتماع» بنیان و مبانی نظری فیزیک در اجتماع را بیان می‌کنند. این مقاله مفاهیم اصلی موضوع تطابق فیزیک و جامعه‌شناسی را به صورت مفهومی و غیر ریاضی بیان می‌دارد.<sup>۱۵</sup> در مقاله مزبور می‌فرمایند: «قطعاً همه یک شاخه درخت را با دست پایین آورده‌اید؟ پس از آنکه آن را رها ساختید، نه تنها به جای اول خود برمی‌گردد بلکه از آن هم مقداری می‌گذرد، دومرتبه برمی‌گردد و این بار هم شاید از محل اولیه رد شود؛ خلاصه بعد از چند نوسان به حالت تعادل درمی‌آید. این قاعده را در فیزیک به نام واکنش می‌خوانند. بسیار خوب، فیزیک برای خود قانونی کشف کرده و آن را اثبات نموده است و از آن بهره می‌برد. آیا علم فیزیک از ماوراء جو زمین برای ما سوغات آمده است؟ آیا از عوالم ماوراء الطبیعه بحث می‌کند؟ بالاخره فیزیک هم جزئی از این جهان را در مد نظر می‌گیرد و تمام حواس خود را متوجه آنجا می‌کند و تجلی قاعده عمومی دنیا را در آن گوشه و از چهارچوب دایره دید خود مشاهده می‌کند. ولی به نظر من هیچ قانونی مختص به یک علم خاص نیست. قانون

<sup>۱۲</sup> روشه، گی (۱۳۷۵)، مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی عمومی سازمان اجتماعی، ترجمه هما زنجانی زاده، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.

<sup>۱۳</sup> Pareto, Vilfredo (1919) *Traite de sociologie generale*, Paris, Librairie Payot et Cie, Vol. II.

<sup>۱۴</sup> Henderson, Lawrence J. (1935) *Pareto's General Sociology: A Physiologist's Interpretation*, Cambridge, Harvard University Press.

<sup>۱۵</sup> حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده قانون واکنش فیزیک، اجتماع، مجله جهان امروز، شماره ۴، سه شنبه اول دی ۱۳۴۴. چاپ مجدد در

مجموعه مقالات حقوقی و اجتماعی دکتر حاج نورعلی تابنده، انتشارات حقیقت. چاپ اول ۱۳۸۱، تهران.

متعلق به دنیا و طبیعت است منتها هر دسته از دانشمندان آن قانون را در آینه خاص خود و موضوع علمی مطالعه خویش درک می کنند و الا قانون همگانی است. آیا بین قاعده «ثبات اشیاء و مواد» در علم شیمی و قاعده «حب حیات» در جانداران مشابهتی وجود ندارد که ثابت می کند هر دو قاعده یکی هستند. آیا قانون نسبیت که در فیزیک شهرت یافته و مورد تجربه و استفاده اینشتین و سایر علماء بوده است، در روانشناسی و علوم فلسفی مورد قبول نیست؟ به همین نحو مسلماً قانون واکنش از ذهن بشر، در سیر اجتماع و در افکار عمومی نیز اثر می کند و بخصوص آنچه افکار عمومی نامیده می شود، در مقابل این قانون حساسیت عجیبی داشته و تحت شرایط این قانون همواره متموج است؛ نه تنها افکار عمومی بلکه افکار خاصه و علمی نیز دچار این وضع هستند. ...»

با توجه به اهمیت نظری و عملی پارادایم طرح شده توسط ایشان سعی بر این شد تا حدی موضوع را به صورت جزئی تر و مبتنی بر مفاهیم ریاضی مورد استفاده در فیزیک و مکانیک بررسی نمایم. در این مقاله هدف ما این است که با تطبیق و تشابه برخی قواعد مکانیک مباحثی را باز نمایم تا زمینه ساز توسعه علم جامعه شناسی شود. لذا با توسعه روابطی ملهم از فیزیک و مکانیک و تعمیم آن به مباحث علوم انسانی سعی بر این خواهد بود تا بتوان مبانی اولیه قواعد مکانیک و فیزیک را به مسائل علوم اجتماعی و انسانی تعمیم داد. شاید در بدو امر این موضوع بعید به نظر آید که انسان همانند آنچه در مکانیک بحث می شود یک دستگاه نیست که بتوان یافته های فیزیک را به آن تعمیم داد. این موضوع هر چند صحیح است ولی ناقض الهام از قواعد فیزیک و مکانیک در جهت توسعه علوم انسانی نمی باشد.

### تشابه کلی فیزیک و علوم رفتاری

در فیزیک از جرم به عنوان وجودی نام برده می شود که دارای انرژی بوده و در اثر آن یا در اثر انرژی اجرام دیگر می تواند رفتار و فعل و انفعالاتی از خود نشان دهد. هدف مکانیک در اصل تشخیص این رفتار و فعل و انفعال یا حرکت جرم است که در اثر تغییر انرژی خارجی یا خود جرم به وجود می آید. همین موضوع در رفتار انسان نیز مشاهده می شود. انسان به خودی خود یک منبع انرژی است و وقتی این انرژی از قوه به فعل در می آید رفتاری از وی سر می زند. به عبارت دیگر رفتار انسان تبدیل انرژی پتانسیل وی به انرژی حرکتی است که نیروی نهفته در وی را تبدیل به حرکت می نماید. منتها این حرکت در انسان ابعاد بیشتری از حرکت جرم در مکانیک دارد.

در این مقطع اگر فرض کنیم رفتار انسان نوعی حرکت است باید این حرکت را در ابعاد (دیمانسیون های) آن بررسی کنیم. حرکت یک دستگاه در فیزیک در سه دیمانسیون طول (X) و عرض (Y) و ارتفاع (Z) بررسی می شود. اگر زمان (T) هم به عنوان یک دیمانسیون در نظر گرفته شود حرکت یک دستگاه با مختصات فضای مزبور قابل بیان است. مثلاً حرکت یک شیء در یک راستا در فضای یک بعدی است که فقط طول حرکت (X) برای آن متصور است. وقتی شیء روی صفحه حرکت کند دارای دو مؤلفه طول حرکت (X) و عرض حرکت (Y) است. و اگر همان شیء در فضای سه بعدی حرکت داده شود هم در طول (X) و هم در عرض (Y) و هم در ارتفاع (Z) دارای مؤلفه های حرکت است. همینطور اگر بُعد زمان (T) نیز اضافه شود حرکت شیء دارای طول (X) و عرض (Y) و ارتفاع (Z) و همینطور زمان (T) است. لذا فضایی که برای حرکت یک شیء در نظر گرفته می شود در تعداد معدودی از مؤلفه های مکان و زمان قرار

دارد.

حال به رفتار یا حرکت انسان نظر کنیم. انسان موجودی است که رفتار وی در فضایی شکل می‌گیرد که با بسیاری از متغیرها و در دیمانسیون‌های مختلف سروکار دارد. مثلاً حرکت یا رفتار انسان ناشی از نوشیدن چای تابعی از کمیت و کیفیت نوع چای و شکر و شیر و فنجان و کتری و قوری و سفره و میز و وقت و همنشینان و قص علیهذا دارد و این دنباله آنقدر ادامه دارد که می‌توان هر کدام از دیمانسیون‌ها را به دیمانسیون‌های رفتارهای دیگر در حیطه اقتصاد، فرهنگ، اجتماع و غیره و همچنین روحيات و احساسات فرد که دیمانسیون‌هایی هستند که بشر متعارف امروزی هنوز دانش کمی از آنها دارد متصل نمود.

برای ساده سازی موضوع فرض می‌کنیم هر کمیت قابل اندازه‌گیری یا کیفیت قابل تبدیل به اندازه و مقدار به عنوان یک متغیر می‌تواند مبنای تعریف ما برای دیمانسیون مورد نظر باشد. این نگرش در بسیاری از شاخه‌های علوم انسانی در حال حاضر استفاده می‌شود و آمار در این ارتباط نیز کمک بسزایی به تعریف و اندازه‌گیری این متغیرها نموده است و ریاضیات نیز با استفاده از همین متغیرها و دیمانسیون‌ها رفتار انسان را در شاخه‌های مختلف علوم انسانی، نظیر اقتصاد، روانشناسی، جامعه‌شناسی، حقوق، انسان‌شناسی، مردم‌شناسی، جمعیت‌شناسی، فرهنگ، محیط زیست و غیره بررسی می‌نماید.

چهارچوبی که در همه علوم فوق‌بکار گرفته می‌شود تخلص رفتار انسان در فضای متغیرهای مورد نظر در مطالعه است. این امر شبیه به همان کاری است که فیزیکدان‌ها در ارائه و بررسی نظریات فیزیک انجام می‌دهند. یعنی بررسی رفتار فیزیکی یک شیء را در شرایط بی اثر بودن نیروهای خارجی وارد بر دستگاه، یا صفر فرض نمودن برخی نیروها انجام می‌دهند. لذا تا این مرحله تشابه میان علوم طبیعی محض نظیر فیزیک و شیمی و زیست‌شناسی و حتی خود ریاضیات با علوم انسانی بسیار زیاد است و اختلاف اساسی در فضای ریاضی بررسی متغیرها و دیمانسیون‌های بکارگرفته شده در علوم طبیعی و علوم انسانی است.

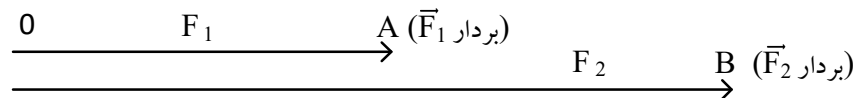
## رفتار فردی

حال به پارادیم اول این نوشته برمی‌گردیم که انسان یک منبع انرژی است که می‌تواند انرژی خود را از شکلی به شکل دیگر تبدیل نماید. مثلاً تصمیم می‌گیرد مطالعه کند یا استراحت نماید. فرض کنید فضای ریاضی ما در این مرحله فقط از متغیر مطالعه کردن تشکیل شده. پس از این لحاظ رفتار وی (مطالعه کردن) را می‌توان به شکل برداری نشان داد که طول آن بردار مبین میزان مطالعه فرد است (در حال حاضر فرض کنید چهارچوب اصلی مطالعه در محدوده مشخصی از زمان مثلاً یک شبانه روز تعریف می‌شود)، که همانند نمادهای فیزیک به شکل زیر نشان داده می‌شود:

$$0 \quad F_1 \quad A \quad (\bar{F}_1 \text{ بردار})$$

نمودار (۱)

طول این بردار باید بر مبنای واحدی تعریف شود. مثلاً مطالعه کردن را می‌توان برحسب تعداد ساعت مطالعه، تعداد صفحات مطالعه یا از این قبیل اندازه‌دار نمود. در فیزیک این اندازه‌گذاری از طریق یکای تعریف شده صورت می‌گیرد. این بردار فقط در راستای محور افقی بیان می‌شود و فقط مؤلفه طولی آن برحسب واحد (یکای) بکار گرفته شده برای مطالعه تعریف می‌شود. اگر در بردار فوق فاصله صفر تا A را به میزان X بنامیم، متغیر X برای فرد مزبور حاکی از میزان رفتار وی در امر مطالعه می‌باشد. اگر بخواهیم مطالعه دو نفر را نمایش دهیم دو بردار به شکل زیر خواهیم داشت:

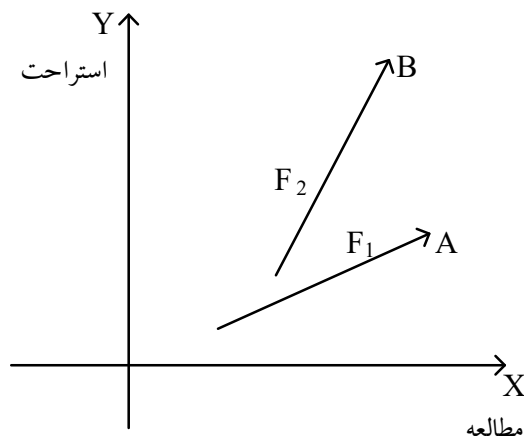


نمودار (۲)

این دو بردار همچنان در یک راستا هستند ولی مقدار آنان متفاوت است.

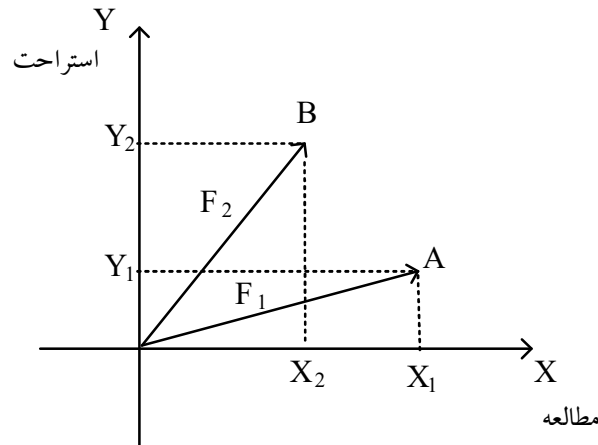
### فضای رفتاری

حال ابعاد (دیمانسیون) متغیرها را بیشتر می‌کنیم و رفتار فرد را در فضای دو بعدی مطالعه و استراحت نشان می‌دهیم. بردار فرد اول و فرد دوم در دستگاه مختصات زیر قابل نمایش است که هر کدام دو مؤلفه مطالعه و استراحت دارند.



نمودار (۳)

در نمودار (۳) بردارهای A و B هر کدام با شیب‌های مختلف مقادیر نیروی فرد اول و فرد دوم را در ارتباط با مؤلفه‌های مطالعه و استراحت نشان می‌دهند. برای سهولت بررسی ابتدای دو بردار A و B را بر مبدأ مختصات قرار می‌دهیم تا بتوان به راحتی میزان مؤلفه‌های مطالعه و استراحت را برای هر دو نشان داد. مشابه این تغییر مبدأ مختصات نیز در تحلیلهای فیزیک بکار گرفته می‌شود. این حالت در نمودار (۴) نشان داده شده:



نمودار (۴)

در نمودار (۴) مقادیر  $X_1$  و  $X_2$  مؤلفه‌های مطالعه و  $Y_1$  و  $Y_2$  مؤلفه‌های استراحت به ترتیب برای فرد اول و فرد دوم هستند که هر کدام بنا بر یکای خود (مثلاً ساعت) اندازه دارند.

همانطور که ذکر شد محورهای  $X$  و  $Y$  هر کدام میبایست مؤلفه‌های طولی و عرضی برداری هستند که میزان هر کدام از دو مؤلفه را بر روی محور مربوط به خود نشان می‌دهند. به عبارت دیگر فضای رفتاری یک فضای اقلیدسی  $s$  بُعدی است.

### فروض رفتاری

قبل از اینکه وارد مباحث رفتار گروهی شویم باید به این موضوع پرداخت که آیا رفتار و همچنین صفات و همچنین ادراکات حسّی افراد جمع‌پذیر هستند یا خیر؟ به عبارت دیگر گروهی متشکل از  $n$  نفر را در نظر بگیرید که هر کدام حامل احساس یا صفت یا رفتار  $X_i, i=1, \dots, n$  هستند. سوال این است که آیا رفتار یا صفت یا ادراکات حسّی گروه  $(X_i)$  برابر با جمع جبری رفتار یا صفت یا احساسات تک تک اعضای آن  $(X_i, i=1, \dots, n)$  است یا خیر؟ همچنین موضوع دیگر قابلیت مقایسه رفتار و همچنین صفات و همچنین احساس افراد با یکدیگر است. یعنی وقتی دو فرد  $i$  و  $j$  دارای رفتارهای  $X_i$  و  $X_j$  یا صفت‌های  $X_i$  و  $X_j$  یا ادراکات حسّی  $X_i$  و  $X_j$  هستند آیا  $X_j$  قابل مقایسه با یکدیگر هستند یا خیر؟ دیگر اینکه آیا رفتار یا صفت یا احساس قابلیت اندازه‌گیری دارند یا خیر؟ در پاسخ به این سؤالات تمایز زیر را بین احساس و صفت و رفتار در نظر می‌گیریم.

اگر خصیصه‌ای (رفتار، یا صفت یا احساس) جمع‌پذیر و قابلیت مقایسه و قابلیت اندازه‌گیری داشته باشد در این صورت می‌توانیم بنویسیم:

$$X_i \in \mathbb{R} \quad i=1, \dots, n$$

$$X_r = \sum_{i=1}^n X_i \tag{1}$$

$$\text{If } : X_i > X_j, \quad \text{and } : X_j > X_k \quad \text{then } : X_i > X_k \quad i, j, k \in \{1, \dots, n\}$$



## احساس

ادراکات حسی درونی تر از صفات شخصیتی در فرد است و احساس، دریافت درونی فرد از محیط بیرون خود است. ادراکات حسی فرد در طول زمان یکی از عوامل شکل‌گیری صفات مختلف در فرد می‌شود. احساسات کمیّت قابل اندازه‌گیری نیستند و لذا نه تنها جمع‌پذیر نمی‌باشند بلکه تا وقتی به شکل فعل کمی در رفتار فرد بروز نمایند قابلیت مقایسه نیز ندارند. لذا «احساس» در این مقاله فقط به عنوان کیفیت ویژگی درونی فرد تعریف می‌شود که در مواجهه با عامل بیرونی در فرد ایجاد می‌شود. برای مثال محبت، عشق، لذت، تنفر، خوشحالی، ناراحتی، افسردگی، شادابی و ... همگی در زمره احساسات و دریافت‌های حسی فرد قرار می‌گیرند که تا وقتی به فعل کمی بروز نیابند هیچیک از خواص جمع‌پذیری و قابلیت مقایسه و قابلیت اندازه‌گیری را مندرج در (۱) را ندارند. به عبارت دیگر:

$$X_i \notin \mathbb{R} \quad i = 1, \dots, n$$

$$X_r \neq \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

$$\text{If } : X_i > X_j, \text{ and } : X_j > X_k \text{ then } : X_i \underset{>}{\neq} X_k \quad i, j, k \in \{1, \dots, n\}$$

## صفت

صفات شخصیتی در روانشناسی و اخلاق ویژگی‌های دایمی فرد می‌باشند که شخص در بیشتر مواقع هنگام انجام فعل یا رفتار آنها را از خود بروز می‌دهد. صفات شخصیتی کمیّت قابل اندازه‌گیری نیستند و لذا نه تنها جمع‌پذیر نمی‌باشند بلکه تا وقتی به شکل فعل کمی در رفتار فرد بروز نمایند قابلیت مقایسه نیز ندارند. لذا «صفت» در این مقاله کیفیت ویژگی درونی فرد تعریف می‌شود. برای مثال شجاعت، خست، ولخرجی، عفت، بی‌بندوباری، بزهکاری، پرخاشگری، صلح طلبی و ... همگی صفات فرد تلقی می‌شوند که همانند ادراکات حسی تا وقتی به فعل کمی بروز نیابند هیچیک از شروط مذکور در (۱) نسبت به آنها صادق نمی‌باشد.<sup>۱۶</sup>

<sup>۱۶</sup> نگاه کنید به:

- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) مبانی عرفانی روانشناسی در اسلام (روانشناسی عرفانی و کارکرد اجتماعی تصوّف از دیدگاه حکمت).  
<http://www.bidabad.com/doc/psychology-sufism-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد (۱۳۹۶) فرآیند تربیت و کارکرد اجتماعی تصوّف.  
<http://www.bidabad.com/doc/social-functioning-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) محتوای درمان در روانشناسی عرفانی.  
<http://www.bidabad.com/doc/psychotherapy-content-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) فرآیند درمان در روانشناسی عرفانی.  
<http://www.bidabad.com/doc/psychotherapy-process-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) آسیب شناسی روانی در روانشناسی عرفانی.  
<http://www.bidabad.com/doc/psychopathology-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) نظریه روانشناسی عرفانی.  
<http://www.bidabad.com/doc/psychology-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) رابطه درمانگر و درمان‌پذیر در روانشناسی عرفانی.  
<http://www.bidabad.com/doc/psychotherapist-psychopath-sufi-paper-fa.pdf>

در روانشناسی و سایر علوم رفتاری، رفتار به پاسخی گفته می‌شود که ارگانسیم به محرک بیرونی نشان می‌دهد. به عبارت دیگر رفتار عکس‌العمل یک موجود زنده است که در برابر عمل یک عامل بیرونی از وی سر می‌زند. برخلاف تعریف مذکور واژه «رفتار» در این مقاله مقدار کمی فعلی است که فرد انجام می‌دهد. منشاء درونی یا بیرونی عامل رفتار در این مرحله از بررسی مد نظر این مقاله قرار ندارد و فقط میزان و اندازه فعل بدون توجه به کیفیت آن مد نظر می‌باشد و رفتار فرد تلقی می‌گردد، خواه منشاء شکل‌گیری رفتار عامل درونی فرد باشد و خواه عاملی از بیرون موجب بروز رفتار شود. در این حال چون مقدار فعل یک کمیت عددی تعریف می‌شود لذا بنا بر تعریف رفتار دارای هر سه خاصیت جمع‌پذیری و قابلیت مقایسه و اندازه‌گیری را دارد. به عبارت دیگر تمام شروط مندرج در (۱) در آن صادق است.

برای مثال مواردی نظیر مطالعه، خواب، گذران اوقات فراغت، گفتگو، مجالست، خندیدن، گریستن، پرخاش کردن، ملاحظت، دویدن، نشستن، کار کردن، خریدن، کسب درآمد، پس‌انداز کردن، مصرف کردن، ... در زمره تعریف رفتار قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر تمام موارد ذکر شده در زمره افعال هستند و نه اداراکات حسی یا صفات.

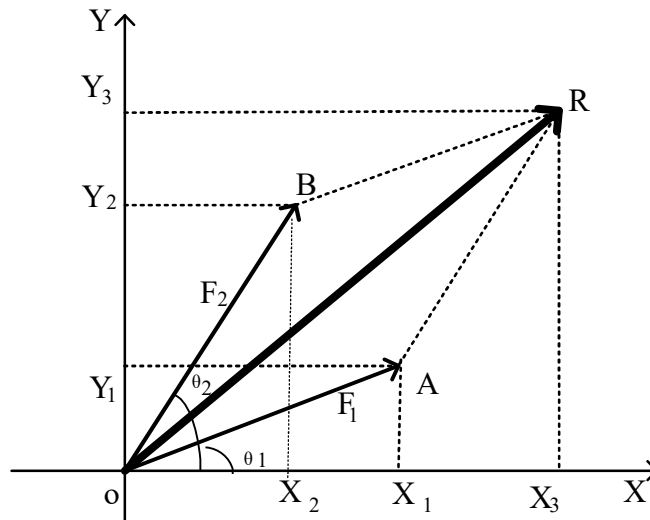
علاوه بر این برای شکل گرفتن رفتار باید بازه زمانی حد اقلی در نظر گرفت که در آن بازه رفتار بتواند شکل بگیرد. مضاف بر آن این بازه نباید آنقدر طولانی در نظر گرفته شود که کیفیت‌ها در رفتار مؤثر شوند.

موارد فوق را می‌توان به شکل زیر جمع‌بندی نمود تا رفتار از اداراکات حسی و صفات متمایز گردد:

- ۱- کمی باشد.
- ۲- قابل اندازه‌گیری باشد.
- ۳- قابل مقایسه در کمیت باشد.
- ۴- کمیت رفتار افراد مختلف در همان رفتار جمع‌پذیر باشد.
- ۵- رفتارهای افراد متفاوت از یک کیفیت برخوردار باشد.
- ۶- واحد زمانی که رفتار در آن بیان می‌شود باید آنقدر بلند باشد که رفتار بتواند شکل بگیرد.

## رفتار گروهی

حال فرد اول و فرد دوم را یک گروه در نظر می‌گیریم. از لحاظ جامعه‌شناسی گروه مجموعه‌ای از افراد هستند که در مشخصه‌های تعریف شده اشتراک دارند. در مثال ما مشخصه‌های مطالعه و استراحت برای فرد اول و فرد دوم مشترک است. برآیند رفتار اجتماعی افراد جامعه‌ای که از دو فرد تشکیل می‌شود از برآیند نیروهای آنان به دست می‌آید. همین موضوع در مکانیک نیز براساس بردار برآیند نیروها بدست می‌آید. روش محاسبه برآیند بردارها در حالت هندسی برابر با قطر متوازی الاضلاعی است که دو بردار A و B دو ضلع آن هستند. این موضوع در نمودار (۵) نشان داده شده است.



نمودار (۵)

این قواعد در کتب فیزیک پایه بیان شده است.<sup>۱۷</sup> جمع دو بردار  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  به صورت بردار  $\vec{R}$  خواهد بود که دارای مؤلفه  $X_3$  از مطالعه و مؤلفه  $Y_3$  از استراحت است.  $X_3$  و  $Y_3$  مؤلفه‌های گروه تشکیل شده را در ارتباط با دو متغیر  $X$  و  $Y$  بیان می‌نماید. در نمودار (۵) زاویه  $\theta_1$  بردار  $\vec{A}$  با محور  $X$ ها و زاویه  $\theta_2$  بردار  $\vec{B}$  با محور  $X$ ها نشان داده شده‌اند که تفاضل  $\theta_2 - \theta_1$  زاویه بردار  $\vec{R}$  یا برآیند رفتاری گروه دو نفره ما با محور  $X$ ها می‌باشد. از لحاظ جبری برآیند بردارها یا به عبارت دیگر نتیجه رفتار گروه از روابط زیر محاسبه می‌شود:

برای بردار  $\vec{F}_1$  (نماد جایگزین  $A$ )

$$\begin{cases} X_1 = F_1 \cos \theta_1 \\ Y_1 = F_1 \sin \theta_1 \end{cases} \quad (۳)$$

برای بردار  $\vec{F}_2$  (نماد جایگزین  $B$ )

$$\begin{cases} X_2 = F_2 \cos \theta_2 \\ Y_2 = F_2 \sin \theta_2 \end{cases} \quad (۴)$$

برای بردار  $\vec{R}$  (برآیند دو بردار  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$ )

$$\begin{cases} X_r = X_1 + X_2 = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2 \\ Y_r = Y_1 + Y_2 = F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2 \end{cases} \quad (۵)$$

طول یا مقدار ( $R$ ) برآیند بردار  $\vec{R}$  از رابطه زیر به دست می‌آید:

<sup>۱۷</sup> نگاه کنید به: دیوید هالیدی، رابرت رزینک، جرج واکر (۱۳۸۸) مبانی فیزیک، ترجمه محمدرضا جلیلیان نصرتی و محمد عابدینی، جلد اول. انتشارات صفار - اشراقی، تهران.

$$R = \sqrt{X_r^2 + Y_r^2} = \sqrt{(F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2)^2 + (F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2)^2} \quad (6)$$

زاویه بردار  $\bar{R}$  با محور  $X$ ها نیز از معکوس رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$\tan \theta_r = \frac{Y_r}{X_r} = \frac{Y_1 + Y_2}{X_1 + X_2} = \frac{F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2}{F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2} \quad (7)$$

مقدار  $R$  از رابطه (6) نشاندهنده برآیند رفتار گروه در فضای مطالعه و استراحت است که در ارتباط با گرایش به دو متغیر مطالعه و استراحت زاویه  $\theta_r$  در رابطه (7) را دارد. زاویه  $\theta_r$  در عبارت (7) حاکی از نرم یا هنجار گروه است. در بخشهای بعدی به نرم یا هنجار گروه یا جامعه خواهیم پرداخت.

### همسویی در گروه

متون متعددی درباره همسویی و استحکام گروه در جامعه‌شناسی ذکر شده<sup>18</sup> ولی بطور خلاصه آنچه مد نظر ماست به این شکل قابل بیان است که در هر چه رفتار افراد گروه در راستای یکدیگر باشد زاویه بردار رفتار تک تک افراد با هم کمتر می‌شود. چنانچه زاویه بردار رفتار هر فرد مساوی زاویه رفتار فرد دیگر باشد اتحاد به حداکثر می‌رسد و مقدار نیروی رفتاری گروه در فضای  $X$  و  $Y$  حداکثر می‌گردد. برای اثبات این موضوع رابطه (6) را بسط می‌دهیم:

$$R = \sqrt{F_1^2 \cos^2 \theta_1 + F_2^2 \cos^2 \theta_2 + 2F_1 F_2 \cos \theta_1 \cos \theta_2 + F_1^2 \sin^2 \theta_1 + F_2^2 \sin^2 \theta_2 + 2F_1 F_2 \sin \theta_1 \sin \theta_2} \quad (8)$$

پس از ساده سازی خواهیم داشت:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos(\theta_1 - \theta_2)} \quad (9)$$

در عبارت فوق اگر  $\theta_1 = \theta_2$  باشد  $\cos(\theta_1 - \theta_2)$  برابر یک خواهد شد و خواهیم داشت:

$$R = F_1 + F_2 \quad (10)$$

یعنی در حالتی که زاویه دو برابر رفتار مساوی باشد مقدار برآیند دو بردار رفتار برابر با مجموع مقدار دو بردار دو فرد اول و دوم می‌شود. اگر  $\theta_1 - \theta_2$  مضربی فرد از  $\pi$  رادیان باشد مقدار برآیند دو بردار برابر خواهد بود با:

$$R = F_1 - F_2 \quad (11)$$

که در این صورت کمترین مقدار خود را خواهد داشت. در عبارات فوق پارامترهای  $\theta_1$  و  $\theta_2$  مفاهیم کاربردی معناداری دارند. بدین ترتیب که اگر در نمودار (5) خط  $\overline{OA}$  را به صورت جبری بیان کنیم معادله آن به شکل زیر خواهد بود:

<sup>18</sup> Hechter, Michael. (1983). The Microfoundations of Macrosociology. Philadelphia: Temple University Press.

$$Y = tg\theta_1 \cdot X$$

همچنین برای خط  $\overline{OB}$  می توان نوشت:

$$Y = tg\theta_2 \cdot X \quad (۱۳)$$

به عبارت دیگر  $tg\theta_1$  و  $tg\theta_2$  شیب دو بردار هستند و حاکی از رفتار فرد اول و فرد دوم در ارتباط با دو متغیر  $X$  و  $Y$  می باشند. از این توضیح بهره می جوئیم تا بیان نماییم که تفاوت رفتار در فرد اول و دوم در فضای  $X$  و  $Y$  که به صورت بردارهای  $\overline{F_1}$  و  $\overline{F_2}$  نشان داده شده اند ناشی از زاویه آن دو بردار با محور افقی و طول هر کدام از دو بردار است. لذا  $\theta_1$  و  $\theta_2$  نوع رفتار و  $F_1$  و  $F_2$  اندازه رفتار را بیان می دارند. پس عبارت  $\theta_1 - \theta_2$  مبین اختلاف نظر یا اختلاف سلیقه یا اختلاف رویه دو فرد اول و دوم در ارتباط با متغیرهای  $X$  و  $Y$  است. اگر  $\theta_1 - \theta_2$  مساوی صفر باشد هر دو فرد در نحوه استعمال (نه در مقدار عمل)  $X$  و  $Y$  معادل هم عمل می کنند. لذا همسویی رفتاری دو فرد را می توان با  $\varphi_{12}$  به عبارت:

$$\varphi_{12} = \cos(\theta_1 - \theta_2) \quad (۱۴)$$

تعریف نمود که  $-1 \leq \varphi_{12} \leq 1$  است. کمیت  $\varphi_{12}$  اثر رفتاری فرد اول و دوم را در فضای رفتاری  $X$  و  $Y$  نشان می دهد. اگر  $\theta_1 - \theta_2 = 0$  باشد  $\varphi_{12} = 1$  خواهد بود، به عبارت دیگر اختلاف در دو نفر وجود ندارد و برآیند رفتار آن دو برابر با مجموع مقادیر بردارهای آن دو ( $F_1 + F_2$ ) می باشد. اگر  $\theta_1 - \theta_2 = \pi$  باشد اختلاف رفتاری در دو نفر به میزان حداکثر خود است و برآیند رفتار آن دو نفر در حداقل خود ( $F_1 - F_2$ ) می باشد. در مقدار  $\theta_1 - \theta_2 = \pi/2$  مقدار  $\varphi_{12} = 0$  خواهد بود. به عبارت دیگر در موارد فوق برآیند رفتار دو فرد در گروه در فاصله زیر قرار خواهد گرفت:

$$F_1 - F_2 \leq R \leq F_1 + F_2 \quad (۱۵)$$

که سمت راست و سمت چپ نامعادله فوق به ترتیب برابر با برآیند ناشی از همسویی شدید رفتاری یا به عبارتی وحدت رفتاری و ناهمسویی شدید رفتاری و به عبارتی عدم وحدت یا تفرقه شدید رفتاری است.

### هم افزایی (سینرژی) اتحاد در گروه

همواره دیده شده که همدلی و همبستگی افراد در یک گروه منجر به برآیند کار آن گروه بیش از مجموع کار تک تک افراد آن می شود. و بر عکس آن نیز صادق است. این پدیده در فیزیک سینرژی<sup>۱۹</sup> نامیده می شود. همانطور که در نمودار (۵) نشان داده شده بردار  $\overline{R}$  برآیند یا مجموع رفتار دو نفر در فضای تعریفی  $X$  و  $Y$  است. میزان مؤلفه های  $X$  و  $Y$  بردار  $\overline{R}$  از مجموع مؤلفه های دو بردار  $\overline{F_1}$  و  $\overline{F_2}$  به دست می آید که در روابط (۵) نشان داده شد. بردار برآیند نیروی آندو دارای مقدار  $R$  است که وقتی  $\theta_1 = \theta_2$  باشد در میزان حداکثر خود بوده و برابر با مجموع طول بردارهای  $\overline{F_1}$  و  $\overline{F_2}$

<sup>19</sup> Synergy

(یعنی  $F_1$  و  $F_2$ ) خواهد شد که در رابطه (۱۰) نشان داده شد. با بررسی جمله دوم در زیر رادیکال رابطه (۹) و با استفاده از ضرب داخلی دو بردار می‌توانیم اثر هم‌افزایی نیروی ناشی از تحقق اتحاد در جامعه را بررسی و بیان کنیم. در ضرب داخلی دو بردار  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  وقتی زاویه بین آنها  $\theta_1 - \theta_2$  است می‌توانیم بنویسیم:

$$\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 = F_1 F_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) = F_1 F_2 \varphi_{12} \quad (16)$$

مقدار  $\omega$  را به عنوان هم‌افزایی یا سینرژی ناشی از اتحاد رفتاری فرد اول و دوم تعریف می‌کنیم:

$$\omega_{12} = F_1 F_2 \varphi_{12} \quad (17)$$

این رابطه تعریف ضرب داخلی دو بردار است. مفهوم این عبارت میزان نیروی متقابل هر کدام از بردارهای نیروهای  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  بر یکدیگر است که با میزان ضریب همسویی  $\varphi_{12}$  تعدیل می‌شود. و همانطور که گفته شد چنانچه همسویی رفتاری دو فرد در جامعه (در مثال جامعه دو نفری) کاملاً همسو ( $\varphi_{12} = 1$ ) یا کاملاً ناهمسو ( $\varphi_{12} = -1$ ) باشد میزان سینرژی ناشی از اتحاد کامل و اختلاف کامل به ترتیب برابر با  $F_1 F_2$  یا  $-F_1 F_2$  خواهد بود.

### تعمیم به جامعه

حال فرض کنید گروه متشکل از  $n$  نفر است و هر کدام از افراد دارای بردار رفتاری  $\vec{F}_i$  هستند که دارای مؤلفه‌های  $X_i$  و  $Y_i$  در دو جهت محورهای  $X$  و  $Y$  می‌باشند. به عبارت دیگر:

$$\begin{aligned} X_i &= F_i \cos \theta_i \\ Y_i &= F_i \sin \theta_i \end{aligned} \quad (18)$$

برای بردار  $\vec{R}$  می‌توانیم بنویسیم:

$$\begin{aligned} X_r &= \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n F_i \cos \theta_i \\ Y_r &= \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n F_i \sin \theta_i \end{aligned} \quad (19)$$

طول یا مقدار برآیند بردار  $\vec{R}$  یعنی  $R$  از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n X_i \right]^2 + \left[ \sum_{i=1}^n Y_i \right]^2} = \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n F_i \cos \theta_i \right]^2 + \left[ \sum_{i=1}^n F_i \sin \theta_i \right]^2} \quad (20)$$

اگر رابطه فوق را بسط دهیم خواهیم داشت:

$$R = \sqrt{\sum_{i=1}^n F_i^2 + 2 \sum_{\substack{j < i \\ j=2, \dots, n \\ i=1, \dots, n-1}} F_i F_j \cos(\theta_i - \theta_j)} \quad (21)$$

زاویه بردار  $\bar{R}$  با محور  $X$ ها نیز از معکوس رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$\tan \theta_r = \frac{Y_r}{X_r} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \sin \theta_i}{\sum_{i=1}^n F_i \cos \theta_i} \quad (22)$$

اگر داشته باشیم  $\theta_i - \theta_j = 0$  و  $j < i$  و برای  $i, j = 1, \dots, n$  (همسویی کامل) با استفاده از رابطه (21) به راحتی می توان نشان داد که:

$$R = \sum_{i=1}^n F_i \quad (23)$$

مشابه رابطه (14) تعریف می کنیم:

$$\varphi_{ij} = \cos(\theta_i - \theta_j) \quad (24)$$

که در آن  $-1 \leq \varphi_{ij} \leq 1$ . همچنین می توان نشان داد که برآیند رفتار گروه  $n$  نفره در فاصله زیر قرار خواهد گرفت:

$$F_1 - F_2 - \dots - F_n \leq R \leq F_1 + F_2 + \dots + F_n \quad (25)$$

هم افزایی یا سینرژی اتحاد در جامعه برای جامعه  $n$  نفری نیز به راحتی از تعمیم (16) و (17) به دست خواهد آمد یعنی:

$$\bar{F}_i \cdot \bar{F}_j = F_i F_j \cos(\theta_i - \theta_j) = F_i F_j \varphi_{ij} \quad (26)$$

و همینطور

$$\omega_{ij} = F_i F_j \varphi_{ij} \quad (27)$$

که در این رابطه  $\omega_{ij}$  هم افزایی ناشی از اتحاد یا اختلاف بین دو فرد  $i$  و  $j$  را با توجه به مقدار  $\varphi_{ij}$  و علامت آن مشخص می کند. اثر اتحاد در جامعه  $(\omega)$  از رابطه زیر برای یک جامعه  $n$  نفری بدست می آید:

$$\omega = \sum_{\substack{j < i \\ i=2, \dots, n \\ j=1, \dots, n-1}} \omega_{ij} = \sum_{\substack{j < i \\ i=2, \dots, n \\ j=1, \dots, n-1}} F_i F_j \varphi_{ij} \quad (28)$$

که همانطور که در (25) نشان داده شد مقدار  $\omega$  می تواند سبب شود که برآیند نیروی رفتاری جامعه در دو حد ماکزیمم و مینیمم در حد فاصله تعریف شده در (25) قرار گیرد.

## تعمیم فضای رفتاری

تمام مباحث ذکر شده برای سهولت در فضای رفتاری دو بعدی ذکر شدند و فقط دو مؤلفه  $X$  و  $Y$  برای آنها در نظر گرفته شد. تعمیم این موضوع علی القاعده می‌تواند در فضای رفتاری  $s$  بعدی صورت گیرد که از لحاظ نظری و ریاضی درست در راستای مباحث مطروحه خواهد بود. این تعمیم بسیار وسیع‌تر از دیمانسیون‌هایی است که در فیزیک و مهندسی بکار گرفته می‌شود. برای مثال مواردی که در مباحث انگیزش و هیجان<sup>۲۰</sup> در روانشناسی در ارتباط با نیازهای روانی و فیزیولوژیک فرد و سایر موضوعات مرتبط به آن مطرح می‌شوند می‌توانند به عنوان خصوصیات رفتاری در دیمانسیون‌های متعدد از طریق چهارچوب مباحث مطرح در اینجا بکار گرفته و تعریف و تحلیل شوند.

حال فرض کنید گروه متشکل از  $n$  نفر است و هرکدام از افراد دارای بردار رفتاری  $\vec{F}_i$  هستند که دارای مؤلفه‌های  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{is}$  در  $s$  جهت محورهای  $X_1, X_2, \dots, X_s$  می‌باشند. برای تسهیل در بیان ریاضی از جبر بردارها استفاده می‌نماییم.<sup>۲۱</sup> بردارهای یکه زیر را در نظر بگیرید:

$$\mathbf{i}_1 = (1, 0, 0, \dots, 0), \quad \mathbf{i}_2 = (0, 1, 0, \dots, 0), \quad \mathbf{i}_3 = (0, 0, 1, \dots, 0), \dots, \quad \mathbf{i}_s = (0, 0, 0, \dots, 1) \quad (29)$$

بردارهای رفتاری در فضای  $s$  بعدی به شکل زیر تعریف می‌شوند:

$$\mathbf{X}_i = X_{i1}\mathbf{i}_1 + X_{i2}\mathbf{i}_2 + \dots + X_{is}\mathbf{i}_s \quad i = 1, \dots, n \quad (30)$$

به عبارت دیگر:

$$\mathbf{X}_i = X_{i1}(1, 0, \dots, 0) + X_{i2}(0, 1, \dots, 0) + \dots + X_{is}(0, 0, \dots, 1) = (X_{i1}, 0, \dots, 0) + (0, X_{i2}, \dots, 0) + \dots + (0, 0, \dots, X_{is}) \quad (31)$$

$i = 1, \dots, n$

عبارات فوق نشاندهنده  $n$  بردار در فضای رفتاری  $s$  بعدی می‌باشند. برآیند دو بردار  $i$  و  $j$  برابر خواهد بود با:

$$\mathbf{X}_i + \mathbf{X}_j = (X_{i1} + X_{j1})\mathbf{i}_1 + (X_{i2} + X_{j2})\mathbf{i}_2 + \dots + (X_{is} + X_{js})\mathbf{i}_s \quad (32)$$

ضرب نقطه‌ای دو بردار  $i$  و  $j$  برابر خواهد بود با:

$$\mathbf{X}_i \cdot \mathbf{X}_j = (X_{i1} \cdot X_{j1}) + (X_{i2} \cdot X_{j2}) + \dots + (X_{is} \cdot X_{js}) \quad (33)$$

زاویه بین دو بردار  $i$  و  $j$  برابر خواهد بود با:

$$\cos(\theta_{ij}) = \frac{\mathbf{X}_i \cdot \mathbf{X}_j}{\|\mathbf{X}_i\| \|\mathbf{X}_j\|} \quad (34)$$

<sup>۲۰</sup> جان مارشال ریو، انگیزش و هیجان، ترجمه: یحیی سید محمدی، نشر ویرایش، ۱۳۹۲، چاپ بیستم.

<sup>۲۱</sup> O'Neil, Peter. V. (1987) Advanced Engineering Mathematics, Wadsworth Publishing Company, California, USA.



طول یا مقدار بردار  $i$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$\|\mathbf{x}_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^s X_{ij}^2} \quad (35)$$

همچنین براساس نامساوی کوشی - شوارتز می توانیم بنویسیم:

$$-\|\mathbf{x}_i\|\|\mathbf{x}_j\| \leq \mathbf{x}_i \cdot \mathbf{x}_j \leq \|\mathbf{x}_i\|\|\mathbf{x}_j\| \quad (36)$$

با استفاده از تعاریف فوق تمام مباحث ذکر شده در قبل و بعد را می توان در فضای  $s$  بعدی بیان نمود.

### هنجار جامعه

هنجار یا نُرم جامعه رفتار غالبی است که اکثریت افراد جامعه آن را پذیرفته و به آن عمل می کنند. هنجارها در اصل چهارچوب عرفی رفتاری جامعه را مشخص می نمایند. در روابط اخیر همانطور که  $\theta_i - \theta_j$  اختلاف رویه و نظر دو فرد  $i$  و  $j$  را در چهارچوب دستگاه مختصات رفتاری معین می کند به همین شکل  $\theta_i - \theta_r$  نیز اختلاف رفتاری فرد  $i$  را از نُرم یا هنجار جامعه  $\theta_r$  مشخص می نماید. بازه زاویه های مذکور از لحاظ نظری می تواند از صفر تا  $2\pi$  رادیان باشد لذا  $-2\pi \leq \theta_i - \theta_r \leq 2\pi$  خواهد بود. هرچه زاویه  $\theta_i - \theta_r$  بازتر باشد حکایت از افتراق رفتار فرد از هنجار جامعه است. مثبت یا منفی بودن علامت  $\theta_i - \theta_r$  حکایت از عملکرد بالاتر از نُرم جامعه و پایین تر از نُرم جامعه دارد. واژه های متقابلی نظیر پرکاری و کم کاری، نیکوکاری و بزهکاری، خوش رفتاری و بد رفتاری و بسیاری موارد مشابه در این تعاریف می گنجد که همه در فضای رفتاری است. مشابه تعریف (24) می توان نوشت:

$$\varphi_{ir} = \cos(\theta_i - \theta_r) \quad (37)$$

کمیت  $\varphi_{ir}$  به عنوان شاخصی است که تمایز رفتار فرد از هنجار جامعه را می سنجد و  $-1 \leq \varphi_{ir} \leq 1$  است.  $\theta_i - \theta_r$  مبین اختلاف زاویه ای رفتار فرد  $i$  از هنجار جامعه است. می توان  $\varphi_{ir}$  را برحسب مؤلفه های دو بردار  $i$  و  $r$  به شکل زیر نوشت:

$$\operatorname{tg} \theta_i = \frac{Y_i}{X_i}, \quad \cos \theta_i = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{Y_i^2}{X_i^2}}} = \frac{X_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}}, \quad \sin \theta_i = \frac{\frac{Y_i}{X_i}}{\sqrt{1 + \frac{Y_i^2}{X_i^2}}} = \frac{Y_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \quad (38)$$

$$\varphi_{ir} = \cos(\theta_i - \theta_r) = \cos\theta_i \cos\theta_r + \sin\theta_i \sin\theta_r =$$

$$\frac{X_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}} + \frac{Y_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}} = \quad (39)$$

$$\frac{X_i \sum_{i=1}^n X_i + Y_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{(X_i^2 + Y_i^2) \left( \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2 \right)}} = \frac{X_i \bar{X} + Y_i \bar{Y}}{\sqrt{(X_i^2 + Y_i^2) (\bar{X}^2 + \bar{Y}^2)}}$$

فرمول فوق برای ربع اول نوشته شده و به راحتی می‌توان برای ربع‌های دیگر نیز با لحاظ علامت آنها را بدست آورد. در حالت s بعدی  $\varphi_{ir}$  منطبق با روابط (29) تا (36) برابر خواهد بود با:

$$\varphi_{ir} = \cos(\theta_i - \theta_r) = \cos(\theta_{ir}) = \frac{\mathbf{X}_i \cdot \mathbf{X}_r}{\|\mathbf{X}_i\| \|\mathbf{X}_r\|} = \frac{\mathbf{X}_i \cdot \sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i}{\|\mathbf{X}_i\| \left\| \sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i \right\|} \quad (40)$$

برای پیدا کردن مقدار هنجار جامعه از مبحث «مرکز جرم»<sup>22</sup> در فیزیک بهره می‌جوییم. در فیزیک مرکز جرم یک دستگاه ذره‌ها نقطه‌ای تعریف می‌شود که وقتی حرکت کند گویی اولاً تمام جرم دستگاه در آن نقطه متمرکز است و ثانیاً تمام نیروهای خارجی به آن نقطه وارد می‌شود. مختصات مرکز جرم در دو بُعد از فرمول‌های زیر بدست می‌آید.

$$\bar{X}_r = \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \sum_{i=1}^n m_i X_i \quad (41)$$

$$\bar{Y}_r = \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \sum_{i=1}^n m_i Y_i$$

که  $m_i$  جرم ذره  $i$  و  $X_i$  و  $Y_i$  مختصات طول و عرض محل قرار گرفتن ذره  $i$  است. در بخش‌های بعدی برای رفتار انسانی در اعتبار با «ذات» به مفهوم «کمیت ذاتی» خواهیم پرداخت ولی حال فرض کنید که  $m_i$  وزنی است که اثرات ذاتی تفاوت رفتار افراد را بیان می‌کند. در حالت ساده فرض نمایید:

$$m_i = m \quad i = 1, \dots, n \quad (42)$$

با جایگزینی (42) در معادلات (41) فرمول میانگین ساده بدست خواهد آمد:

<sup>22</sup> Center of mass

$$\bar{X}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \bar{X} \quad (43)$$

$$\bar{Y}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = \bar{Y}$$

به عبارت دیگر هنجار جامعه برداری است که مؤلفه‌های طولی و عرضی آن کمیت‌های میانگین  $\bar{X}$  و  $\bar{Y}$  هستند. با استفاده از (۱۹) می‌توانیم بنویسیم:

$$\bar{X}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (44)$$

$$\bar{Y}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

پس بردار هنجار جامعه دارای مؤلفه‌های  $\bar{X}_r$  و  $\bar{Y}_r$  و زاویه رفتاری  $\theta_r$  می‌باشد. یا به عبارت دیگر ناهنجاری فرد  $i$ ام از جامعه دارای ناهمسویی  $\theta_i - \theta_r$  و به میزان تفاوت دو بردار  $\bar{F}_i$  و  $\bar{R}$  است. یعنی اگر  $D_i$  را انحراف از هنجار برای فرد  $i$  تعریف کنیم مقدار آن برابر خواهد بود با:

$$\bar{D}_i = \bar{F}_i - \bar{R} \quad (45)$$

که  $\bar{F}_i$  بردار رفتاری فرد  $i$  و  $\bar{R}$  بردار هنجار جامعه می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار طول انحراف از هنجار برابر است با:

$$D_i = F_i - R \quad (46)$$

و همچنین برحسب مؤلفه‌ها می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} x_i &= X_i - \bar{X}_r \\ y_i &= Y_i - \bar{Y}_r \end{aligned} \quad (47)$$

که  $x_i$  و  $y_i$  به ترتیب انحراف از هنجار جامعه (۴۱) برای فرد  $i$  در جهت محور  $X$ ها و محور  $Y$ ها هستند. از خصوصیات رفتار هنجار می‌توان به این موضوع اشاره کرد که مجموع انحرافات وزنی (با احتساب وزن  $m_i$ ) در جامعه برابر با صفر است. این موضوع در مباحث مکانیک تحت عنوان شرط تعادل مطرح می‌شود. اگر در (۴۷) دو طرف معادلات را در  $m_i$  ضرب کنیم و سپس برای  $n$  جمع ببندیم و از (۴۱) جایگزین کنیم خواهیم داشت:

$$\sum_{i=1}^n m_i x_i = \sum_{i=1}^n m_i X_i - \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \sum_{i=1}^n m_i X_i = 0 \quad (48)$$

$$\sum_{i=1}^n m_i y_i = \sum_{i=1}^n m_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \sum_{i=1}^n m_i Y_i = 0$$

به عبارت دیگر در مقدار هنجار، جمع برداری انحراف همه نیروهای جامعه از هنجار جامعه در دستگاه رفتاری مشخص شده برابر صفر است.

برای نشان دادن حالت جامع هنجار بطوری که «کمیت ذاتی» افراد در محاسبه هنجار دخالت داده شود از رابطه زیر استفاده می‌کنیم که به جای بردار هنجار ساده بردار هنجار موزون به «کمیت ذاتی» افراد را بکار گرفته‌ایم:

$$\varphi_{i\bar{r}} = \cos(\theta_i - \theta_{\bar{r}}) = \frac{X_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n m_i X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n m_i Y_i\right)^2}} + \frac{Y_i}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n m_i X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n m_i Y_i\right)^2}} \quad (49)$$

کمیت  $\varphi_{i\bar{r}}$  مشابه کمیت  $\varphi_{ir}$  است در حالتی که تمایز رفتار فرد از هنجار موزون جامعه (موزون به «کمیت ذاتی» افراد) را می‌سنجد. رابطه اخیر را به شکل زیر می‌توان ساده نمود:

$$\varphi_{i\bar{r}} = \frac{X_i \sum_{i=1}^n m_i X_i + Y_i \sum_{i=1}^n m_i Y_i}{\sqrt{(X_i^2 + Y_i^2) \left( \left(\sum_{i=1}^n m_i X_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n m_i Y_i\right)^2 \right)}} = \frac{X_i \bar{X}_r + Y_i \bar{Y}_r}{\sqrt{(X_i^2 + Y_i^2) (\bar{X}_r^2 + \bar{Y}_r^2)}} \quad (50)$$

در حالت s بعدی  $\varphi_{i\bar{r}}$  منطبق با روابط (29) تا (36) برابر خواهد بود با:

$$\varphi_{i\bar{r}} = \cos(\theta_i - \theta_{\bar{r}}) = \cos(\theta_{i\bar{r}}) = \frac{\mathbf{X}_i \cdot \mathbf{X}_{\bar{r}}}{\|\mathbf{X}_i\| \|\mathbf{X}_{\bar{r}}\|} = \frac{\mathbf{X}_i \cdot \sum_{i=1}^n m_i \mathbf{X}_i}{\|\mathbf{X}_i\| \left\| \sum_{i=1}^n m_i \mathbf{X}_i \right\|} \quad (51)$$

## تغییر رفتار در فرد

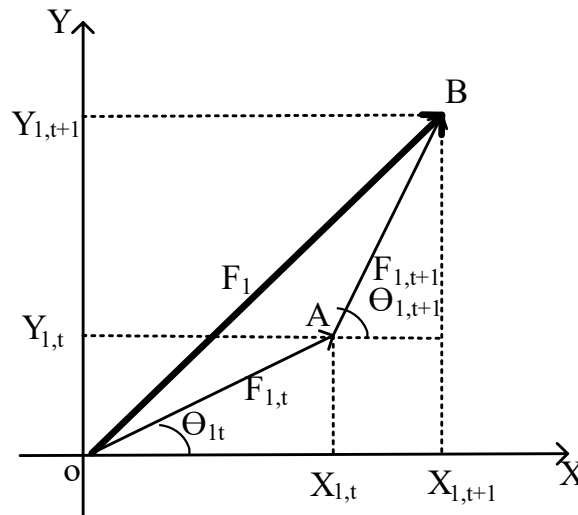
یکی از موارد مورد سؤال در جامعه‌شناسی و روانشناسی<sup>۲۳</sup> بیان چگونگی تغییر رفتار فرد در فضای رفتاری وی می‌باشد.<sup>۲۴</sup> با استفاده از چهارچوب نظری توسعه داده شده در این بخش به این موضوع می‌پردازیم. نمودار (۶) را در نظر بگیرید که

<sup>۲۳</sup> بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد، (۱۳۹۶) میانی عرفانی روانشناسی در اسلام (روانشناسی عرفانی و کارکرد اجتماعی تصوّف از دیدگاه حکمت).

<http://www.bidabad.com/doc/psychology-sufism-fa.pdf>

<sup>۲۴</sup> Hechter, Michael. (1983). The Microfoundations of Macrosociology. Philadelphia: Temple University Press.

فردی از لحاظ دستگاه رفتاری در نقطه A قرار دارد که مؤلفه‌های  $X_{1,t}$  و  $Y_{1,t}$  مقادیر هر کدام از محورهای دستگاه را برای فرد نشان می‌دهند و فرد دارای بردار نیروی رفتاری  $\vec{F}_{1,t}$  می‌باشد. حال به دلیلی، نیروی رفتاری جدیدی بر وی عارض می‌شود و سبب می‌شود که علاوه بر  $\vec{F}_{1,t}$  نیروی جدید به میزان  $\vec{F}_{1,t+1}$  را دارا شود. این تغییر برآیند رفتاری وی را به نقطه B می‌کشاند. برآیند رفتاری وی بردار  $\vec{F}_1$  خواهد بود که از قطر متوازی الاضلاعی که دو بردار  $\vec{F}_{1,t}$  و  $\vec{F}_{1,t+1}$  آن را تشکیل می‌دهند به دست می‌آید.



نمودار (۶)

لذا برای فرد i داریم:

$$\begin{aligned} X_{i,t} &= F_{i,t} \cos \theta_{i,t} \\ Y_{i,t} &= F_{i,t} \sin \theta_{i,t} \end{aligned} \quad (52)$$

$$\begin{aligned} X_{i,t+1} &= F_{i,t+1} \cos \theta_{i,t+1} \\ Y_{i,t+1} &= F_{i,t+1} \sin \theta_{i,t+1} \end{aligned} \quad (53)$$

بردار برآیند رفتاری وی از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} X_{r,i} &= X_{i,t} + X_{i,t+1} \\ Y_{r,i} &= Y_{i,t} + Y_{i,t+1} \end{aligned} \quad (54)$$

و همچنین زاویه بردار رفتار جدید برابر خواهد بود:

$$\operatorname{tg} \theta_{r,i} = \frac{Y_{i,t} + Y_{i,t+1}}{X_{i,t} + X_{i,t+1}} \quad (55)$$

باقی استنتاجات همانند روابط (۳) الی (۷) قابل حصول است. مبحث تغییر در رفتار فرد هنگامی که فرد از گروهی به

گروه دیگر جابجا می‌شود و مثلاً از کشوری به کشور دیگر مهاجرت می‌نماید بسیار قابل استفاده است. زیرا هنجارها و فرهنگ‌های قومی و ملی در کشورهای مختلف متفاوت است و فرد ناچار از خلع هنجارهای قدیم و اُبس هنجارهای جدید می‌باشد. این موضوع در ذیل مبحث وفق فرهنگی در بررسی‌های مردم‌شناسی مهاجرین قرار می‌گیرد. نحوه تغییر هنجار در فرد با ورود او به جامعه جدید می‌تواند از روابط توضیح شده در فوق و مباحث بعدی در ارتباط با تغییر رفتار فرد در جامعه به خوبی بیان شود. سرعت پذیرفتن این تغییر یا فرآیند آداپته<sup>۲۵</sup> شدن فرد با فرهنگ جدید نیز موضوع مهمی در این ارتباط است که به آن خواهیم پرداخت.

### تغییر رفتار در جامعه

تعمیم مباحث تغییر رفتار در فرد به جامعه در چارچوب ارائه شده با استفاده از بردارهای رفتار جامعه قابل انجام است. برای این امر از مباحث قبل در ارتباط با تعمیم بحث به گروه n نفری استفاده می‌کنیم که در معادلات (۱۸) الی (۲۸) نشان داده شد. معادلات (۱۹) الی (۲۰) بردار رفتاری جامعه را در فضای رفتاری دو بعدی (X,Y) نشان می‌دهد. چنانچه بردار  $\bar{R}_t$  را مشابه نمودار (۶) برای وضعیت جامعه در زمان t در نظر بگیریم خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} X_{r,t} &= \sum_{i=1}^n X_{i,t} = \sum_{i=1}^n F_{i,t} \cos \theta_{i,t} \\ Y_{r,t} &= \sum_{i=1}^n Y_{i,t} = \sum_{i=1}^n F_{i,t} \sin \theta_{i,t} \end{aligned} \quad (56)$$

همچنین نیروی وارد شده بر جامعه در زمان t+1 دارای مؤلفه‌های زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} X_{r,t+1} &= \sum_{i=1}^n X_{i,t+1} = \sum_{i=1}^n F_{i,t+1} \cos \theta_{i,t+1} \\ Y_{r,t+1} &= \sum_{i=1}^n Y_{i,t+1} = \sum_{i=1}^n F_{i,t+1} \sin \theta_{i,t+1} \end{aligned} \quad (57)$$

برآیند تغییر رفتار در جامعه از روابط زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} X_r &= X_{r,t} + X_{r,t+1} \\ Y_r &= Y_{r,t} + Y_{r,t+1} \end{aligned} \quad (58)$$

که اندیس r برای جامعه در نظر گرفته شده و  $X_r$  و  $Y_r$  مؤلفه‌های بردار  $\bar{R}$  جامعه در حالت نهایی یعنی پس از اعمال تغییر بردار  $\bar{R}_{t+1}$  بر بردار  $\bar{R}_t$  می‌باشد. همچنین زاویه بردار رفتار جامعه در وضعیت جدید برابر خواهد بود با:

$$\operatorname{tg} \theta_r = \frac{Y_r}{X_r} = \frac{Y_{r,t} + Y_{r,t+1}}{X_{r,t} + X_{r,t+1}} \quad (59)$$

<sup>25</sup> Adaptation

استنتاجات بعدی مشابه روابط (۳) الی (۷) قابل دریافت است.

### تغییر هنجار جامعه

بردار  $\bar{R}$  که با مؤلفه‌های (۵۸) و زاویه (۵۹) نشان داده شده را می‌توان برای اندازه‌گیری تغییر هنجار جامعه بکار برد. این کار را می‌توان با استفاده از روابط (۴۱) انجام داد و در روابط (۵۸) و (۵۹) به جای  $X$ ها و  $Y$ ها از مقادیر هنجار  $\bar{X}$ ها و  $\bar{Y}$ ها استفاده نمائیم. در این حالت روابط اخیر به شکل زیر بازتعریف خواهند شد:

$$\bar{X}_r = \bar{X}_{r,t} + \bar{X}_{r,t+1} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (60)$$

$$\bar{Y}_r = \bar{Y}_{r,t} + \bar{Y}_{r,t+1} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$\text{tg} \bar{\theta}_r = \frac{\bar{Y}_r}{\bar{X}_r} = \frac{\bar{Y}_{r,t} + \bar{Y}_{r,t+1}}{\bar{X}_{r,t} + \bar{X}_{r,t+1}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{\sum_{i=1}^n m_i X_i} \quad (61)$$

کمیت  $m_i$  همانطور که بعداً توضیح داده خواهد شد عبارت از «کمیت ذاتی» فرد است که همانند جرم در فیزیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### سرعت تغییر رفتار در فرد

عوامل بسیار زیادی موجب تغییر در رفتار فرد می‌شوند که اینجا به آنها نمی‌پردازیم و فقط فرض می‌کنیم عاملی سبب گردیده که رفتار فرد تغییر کند. مثلاً عامل تربیتی یا تنبیهی یا تأدیبی یا حوادث مختلف می‌توانند سبب تغییر عملکرد فرد در دستگاه مختصات رفتاری وی شود که به میزان بردار  $\vec{F}_{1,t+1}$  رفتار فرد را تغییر داده است. حال می‌خواهیم بدانیم این روند تغییر در رفتار با چه سرعتی انجام می‌شود. به بیان دیگر می‌خواهیم بدانیم مثلاً عامل تربیتی یا تنبیهی یا تأدیبی یا غیره در چه مدت زمانی و با چه سرعتی سبب تغییر رفتار فرد می‌گردد. اینجا از مباحث مکانیک استفاده می‌کنیم. همانطور که از نمودار (۶) قابل دریافت است:

$$\vec{F}_{i,t+1} = \vec{F}_i - \vec{F}_{i,t} \quad (62)$$

یا به عبارت دیگر:

$$\Delta \bar{R}_{i,t+1} = \bar{R}_{i,t+1} - \bar{R}_{i,t} \quad (63)$$

$$\begin{cases} \Delta X_{i,t+1} = X_{i,t+1} - X_{i,t} \\ \Delta Y_{i,t+1} = Y_{i,t+1} - Y_{i,t} \end{cases} \quad (64)$$

$$\begin{cases} R_{i,t+1} = \sqrt{(X_{i,t+1} - X_{i,t})^2 + (Y_{i,t+1} - Y_{i,t})^2} \\ \theta_{i,t+1} = \arctg \frac{Y_{i,t+1} - Y_{i,t}}{X_{i,t+1} - X_{i,t}} \end{cases} \quad (65)$$

بردار  $\vec{R}_{i,t+1}$  با زاویه  $\theta_{i,t+1}$  شیب بردار تغییر رفتار است. برای بدست آوردن سرعت متوسط تغییر در رفتار همانند مباحث مکانیک از نسبت تغییر به بازه زمانی استفاده می‌نماییم. یعنی اگر  $\vec{V}_{avg}$  را میانگین سرعت تغییر در نظر بگیریم خواهیم داشت:

$$\vec{V}_{avg} = \frac{\Delta \vec{R}}{\Delta t} = \frac{\vec{R}_{i,t+1} - \vec{R}_{i,t}}{\Delta t} \quad (66)$$

که  $t$  نمایشگر زمان است. به عبارت دیگر مؤلفه‌های سرعت متوسط تغییر بر اساس مؤلفه‌های متغیرهای فضای رفتاری از عبارات زیر بدست می‌آیند:

$$\begin{aligned} V_{avg}(X) &= \frac{X_{i,t+1} - X_{i,t}}{\Delta t} \\ V_{avg}(Y) &= \frac{Y_{i,t+1} - Y_{i,t}}{\Delta t} \end{aligned} \quad (67)$$

که  $V_{avg}(X)$  و  $V_{avg}(Y)$  به ترتیب سرعت متوسط تغییر هر کدام از مؤلفه‌های رفتاری هستند. برای بدست آوردن بزرگی بردار سرعت و زاویه بردار سرعت می‌توان از روابط (65) استفاده نمود. با توجه به اینکه سرعت تغییر رفتار هم کمیت و هم جهت دارد پس یک بردار است و جبر بردارها بر آن صادق است.

### سرعت تغییر لحظه‌ای رفتار در فرد (شتاب تغییر)

اگر تغییر رفتار در فرد در ارتباط با یکی از مؤلفه‌های رفتاری تابعی گسسته از زمان باشد روابط (67) به همان شکل ذکر شده قابل استفاده هستند. اگر براساس یک الگوی رفتاری یا یک الگوی برآوردی سری زمانی<sup>۲۶</sup> رفتار فرد در یک مؤلفه تابعی پیوسته از زمان تعریف شود می‌توان مفاهیم سرعت لحظه‌ای که در مکانیک بحث می‌شود را در اینجا نیز به موضوع تعمیم داد یعنی:

<sup>26</sup> Time-Series Estimation



$$V_X = \frac{dX}{dt} \quad (68)$$

$$V_Y = \frac{dY}{dt}$$

که  $V_Y$  و  $V_X$  سرعت لحظه‌ای تغییر در مورد مؤلفه‌های  $X$  و  $Y$  هستند وقتی که تغییرات زمانی مؤلفه‌ها به سمت صفر میل کند ( $\Delta t \rightarrow 0$ )، در این حالت از نماد «d» به عنوان دیفرانسیل استفاده می‌نماییم. این تعمیم ما را به مبحث شتاب تغییر وارد می‌نماید به این مفهوم که سرعت تغییر در بازه زمانی  $\Delta t$  از  $\bar{V}_1$  به  $\bar{V}_2$  تغییر می‌نماید. نسبت تغییر سرعت به بازه زمانی شتاب نام دارد. به عبارت دیگر شتاب متوسط  $\gamma_{avg}$  از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\bar{\gamma}_{avg} = \frac{\bar{V}_2 - \bar{V}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t} \quad (69)$$

اگر  $\Delta t$  به سمت صفر میل کند شتاب لحظه‌ای ( $\bar{\gamma}$ ) برابر خواهد بود با:

$$\bar{\gamma} = \frac{d\bar{V}}{dt} \quad (70)$$

به عبارت دیگر می‌توانیم برای هر کدام از مؤلفه‌ها شتاب را به شکل زیر تعریف کنیم:

$$\begin{cases} \gamma_X = \frac{dV_X}{dt} = \frac{d^2X}{dt^2} \\ \gamma_Y = \frac{dV_Y}{dt} = \frac{d^2Y}{dt^2} \end{cases} \quad (71)$$

که  $\gamma_Y$  و  $\gamma_X$  شتاب تغییر در ارتباط با دو متغیر رفتاری  $X$  و  $Y$  است. بزرگی و زاویه بردار شتاب در دستگاه  $X$  و  $Y$  از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\gamma = \sqrt{\gamma_X^2 + \gamma_Y^2} \quad (72)$$

$$tg\theta_Y = \frac{\gamma_Y}{\gamma_X}$$

در روابط فوق  $\gamma$  مقدار بردار شتاب تغییر در رفتار و  $\theta_Y$  زاویه آن با محور  $X$  هاست.

### مسیر تغییر رفتار

در نمودار (۶) بردار  $\bar{F}_{i,t}$  نیروی اولیه رفتاری فرد را نشان می‌دهد. نیروی دیگری  $\bar{F}_{i,t+1}$  بر رفتار فرد وارد می‌شود که نتیجتاً منجر به برآیند رفتاری جدید  $\bar{F}_1$  می‌گردد. برداری که از نقطه  $A$  به  $B$  وصل شده منجر به تغییر رفتار و تشکیل بردار  $\bar{F}_1$  می‌گردد و  $\bar{OA}$  را به  $\bar{OB}$  تبدیل می‌نماید. سرعت و شتاب تغییر رفتار در فرد از روابط پیشین قابل محاسبه است. اگر بخواهیم بدانیم که برای رسیدن از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  چه ترکیبی از  $X$  و  $Y$  را فرد طی می‌کند به موضوع مسیر

تغییر رفتار می‌رسیم. این موضوع یعنی مسیر حرکت رفتاری فرد از لحاظ مسائل مربوط به تربیت و آموزش بسیار حائز اهمیت است. زیرا هدف تربیت این است که چگونه فرد در حالت تغییر رفتار قرار داده شود که در کوتاهترین مسیر از وضعیت موجود رفتاری به وضعیت مطلوب برسد. از سوی دیگر همین نوع بررسی را می‌توانیم در آثار تربیت بد که منجر به سقوط رفتار یا به عبارت دیگر سؤرفتهای اجتماعی و حتی بزهکاری می‌شود تعمیم داد که در این صورت جهت هر کدام یا بعضی یا همه بردارهای نمودار (۶) می‌تواند منفی باشد و به عبارت دیگر بردارهای نمودار (۶) در ربع‌های دوم تا چهارم قرار گیرد و جهت  $\overline{AB}$  نیز نسبت به محورهای  $X$  و  $Y$  یا یکی از آن دو یا نسبت به هر دوی آنها همجهت یا در جهت مخالف باشد. اگر سرعت تغییر ثابت باشد یعنی تغییرات با سرعت ثابتی صورت گیرد با استفاده از رابطه (۶۸) و گرفتن انتگرال می‌توان تابع مسیر را بر اساس زمان بدست آورد. به عبارت دیگر:

$$\int dX = V_X \int dt \Rightarrow X = X_0 + V_X t$$

$$\int dY = V_Y \int dt \Rightarrow Y = Y_0 + V_Y t$$
(۷۳)

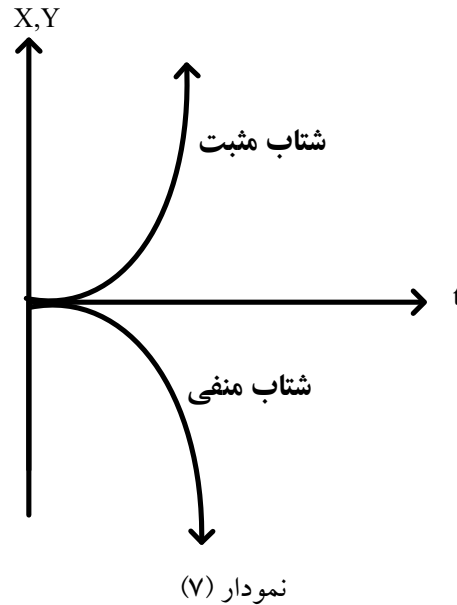
که  $X_0$  و  $Y_0$  ثابت‌های انتگرال و برابر با مسافت اولیه در هر کدام از مؤلفه‌های  $X$  و  $Y$  هستند. معادلات (۷۳) مسیر هر یک از مؤلفه‌ها را بر حسب متغیر زمان نشان می‌دهند که  $t$  زمان و  $V_X$  و  $V_Y$  همان مقادیر  $V_{avg}(X)$  و  $V_{avg}(Y)$  یعنی سرعت متوسط در هر کدام از مؤلفه‌های  $X$  و  $Y$  هستند. اگر شتاب تغییر ثابت باشد یعنی سرعت تغییر در طول مسیر خود تغییر نماید مشابه (۷۳) را می‌توان بر روی (۷۱) انجام داد. یعنی:

$$\left\{ \begin{aligned} \int \int d^2 X = \gamma_X \int dt \int dt \Rightarrow X = X_0 + V_{0X} t + \frac{1}{2} \gamma_X t^2 \\ \int \int d^2 Y = \gamma_Y \int dt \int dt \Rightarrow Y = Y_0 + V_{0Y} t + \frac{1}{2} \gamma_Y t^2 \end{aligned} \right.$$
(۷۴)

و  $X_0$  و  $Y_0$  همانند قبل مسافت اولیه طی شده در هر کدام از مؤلفه‌ها و  $V_X$  و  $V_Y$  سرعت اولیه در دو مؤلفه  $X$  و  $Y$  می‌باشند و چنانچه هر چهار متغیر مذکور برابر صفر باشند معادلات (۷۴) تبدیل می‌شوند به:

$$\left\{ \begin{aligned} X = \frac{1}{2} \gamma_X t^2 \\ Y = \frac{1}{2} \gamma_Y t^2 \end{aligned} \right.$$
(۷۵)

شتاب تغییر در هر کدام از مؤلفه‌های  $X$  و  $Y$  می‌تواند مثبت یا منفی باشد که از لحاظ مباحث مطرح شده ما به ترتیب به مفهوم تربیت خوب و تربیت بد تلقی می‌شوند. از لحاظ هندسی توابع (۷۵) مسیر تغییر تابع زمان و هر کدام از مؤلفه‌های رفتاری  $X$  و  $Y$  را به صورت شاخه‌های سهمی‌هایی که شاخه‌ها به سمت بالا (شتاب مثبت) یا به سمت پایین (شتاب منفی) هستند نشان می‌دهند. این اشکال را برای زمان‌های مثبت در نمودار (۷) رسم می‌کنیم:



چهارچوب فوق قابل تعمیم به شتاب متغیر به انحاء مختلف است که در اینجا به آن نمی پردازیم و باید در مسائل عملی جامعه شناسی یا روان شناسی یا علوم تربیتی در صورتی که نظریه پردازی رفتاری نیاز به آن داشت مورد استفاده قرار داد. میزان توضیح داده شده مسیر تغییر دو مؤلفه برحسب یکدیگر را نیز می توان بدست آورد. به عبارت دیگر در (۷۵) با حذف  $t$  می توان نوشت:

$$Y = \frac{\gamma_Y}{\gamma_X} X \quad (76)$$

که  $Y$  یک رابطه خطی از  $X$  با شیب نسبت شتاب های مؤلفه های  $X$  و  $Y$  است. و با توجه به اینکه این نسبت می تواند مثبت یا منفی باشد می تواند در هر چهار ربع به صورت خطی که از مبدأ مختصات عبور می کند نشان داده شود. اگر در یکی از مؤلفه ها شتاب تغییر صفر باشد یعنی سرعت تغییر برای آن مؤلفه صفر است، و در دیگری شتاب تغییر صفر نباشد با استفاده از (۷۴) برای مثال می توان نوشت:

$$\begin{aligned} X &= X_0 + V_{0X}t \\ Y &= Y_0 + V_{0Y}t + \frac{1}{2}\gamma_Y t^2 \end{aligned} \quad (77)$$

که در این حالت  $\gamma_X = 0$  فرض شده است. مقدار  $t$  را از معادله اول (۷۷) بدست آورده و در معادله دوم (۷۷) قرار می دهیم. خواهیم داشت:

$$Y = Y_0 + \frac{V_{0Y}}{V_{0X}} \cdot (X - X_0) + \frac{\gamma_Y}{2V_{0X}^2} (X - X_0)^2 \quad (78)$$

برای سهولت فرض می کنیم  $X_0 = Y_0 = 0$  معادله (۷۸) برابر خواهد بود با:

$$Y = \frac{V_{0Y}}{V_{0X}} \cdot X + \frac{\gamma_Y}{2V_{0X}^2} \cdot X^2 \quad (79)$$

معادله فوق یک مسیر سهمی برای تغییر رفتار را بین دو مؤلفه X و Y برای فرد نشان می‌دهد. مسیر مذکور با توجه به علامت شتاب  $\gamma_Y$  می‌تواند روند نزولی یا صعودی Y نسبت به X را نشان دهد. یعنی می‌توان با  $\gamma_Y$  مثبت و منفی اثر افزایش یا کاهش تربیت را در مسیر حرکت از نقطه A به B در نمودار (۶) نشان داد.

### مدت زمان تغییر

چنانچه از معادلات (۶۶) و (۶۷) سرعت تغییر در دست باشد یا از نمونه‌های آماری در جوامع مشابه برآورد شده باشد مدت زمان تغییر قابل محاسبه خواهد بود. به عبارتی با استفاده از (۶۶) می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \frac{\Delta \vec{R}}{\vec{V}_{avg}} = \frac{\vec{R}_{i,t+1} - \vec{R}_{i,t}}{\vec{V}_{avg}} \quad (80)$$

یا به عبارت دیگر  $\Delta t$  را می‌توان از هر کدام از روابط زیر بدست آورد:

$$\Delta t = \frac{X_{i,t+1} - X_{i,t}}{V_{avg}(X)} \quad (81)$$

$$\Delta t = \frac{Y_{i,t+1} - Y_{i,t}}{V_{avg}(Y)}$$

این موضوع از لحاظ تطبیق رفتار انسان با خصوصیات فرد یا جامعه منطبق است. زیرا تغییر رفتار امری تدریجی است و معادلات فوق مدت زمان حصول تغییر در رفتار را بیان می‌نمایند. در حالتی که سرعت تغییر رفتار ثابت نباشد مدت زمان تغییر را نیز می‌توان از حل هر کدام از معادلات (۷۴) برای t بدست آورد به عبارت دیگر:

$$t = \frac{-V_{0X} \pm \sqrt{V_{0X}^2 - 2\gamma_X(X_0 - X)}}{\gamma_X} \quad (82)$$

$$t = \frac{-V_{0Y} \pm \sqrt{V_{0Y}^2 - 2\gamma_Y(Y_0 - Y)}}{\gamma_Y}$$

### «کمیت ذاتی» فرد

مفهوم «عملیاتی کردن»<sup>۲۷</sup> به فرآیند تعریف شیوه اندازه‌گیری یک پدیده اطلاق می‌شود که علیرغم قابل مشاهده بودن مستقیماً قابل اندازه‌گیری نیست.<sup>۲۸</sup> لذا یک مفهوم فازی تعریف می‌گردد تا توسط آن بتوان بصورت تجربی آن پدیده را

<sup>27</sup> Operationalization.

<sup>28</sup> Wright, R. (2007). Statistical structures underlying quantum mechanics and social science. International Journal of Theoretical Physics, 46(8), 2026-2045.

متمایز و قابل اندازه‌گیری و فهم نمود. این مفهوم اول بار در سال ۱۹۲۰ میلادی در فیزیک مطرح شد<sup>۲۹</sup> سپس به علوم انسانی و اجتماعی خصوصاً روان‌شناسی و جامعه‌شناسی و سایر علوم مرتبط گسترش یافت.

قبل از ورود به مبحث مقاومت فرد و محیط در مقابل تغییر رفتار فرد با استفاده از مفهوم مفهوم «عملیاتی کردن» به تطبیق مبحث جرم در فیزیک با مباحث مطروحه در فضای رفتاری می‌پردازیم. در فیزیک جرم مشخصه ذاتی جسم است که بطور ذاتی با وجود جسم و همراه با آن وجود دارد. جرم در فیزیک قابل تعریف نیست<sup>۳۰</sup> و آن را با آثار آن بررسی می‌کنند. تنها تعریفی که از جرم می‌شود این است که «مشخصه‌ای است که نیروی وارد بر جسم را به شتابی که آن جسم می‌گیرد مربوط می‌کند.» بیش از این تعریفی برای جرم وجود ندارد. این موضوع با استفاده از قانون نیوتن به این شکل بیان می‌شود<sup>۳۱</sup> که «نیروی خالص وارد بر یک جسم برابر است با حاصلضرب جرم جسم در شتاب آن». به عبارت دیگر:

$$\vec{F}_{net} = m \cdot \vec{\gamma} \quad (۸۳)$$

که  $\vec{F}_{net}$  بردار نیروی خالص حاصل از وارد آوردن شتاب  $\vec{\gamma}$  بر مقدار جرم  $m$  است که جمع برداری همه نیروهایی است که بر جرم وارد می‌شود. مؤلفه‌های  $\vec{F}_{net}$  برابر خواهند بود با:

$$\begin{aligned} F_{net,X} &= m \cdot \gamma_X \\ F_{net,Y} &= m \cdot \gamma_Y \end{aligned} \quad (۸۴)$$

واضح است که مؤلفه شتاب در امتداد محور معین فقط ناشی از جمع مؤلفه‌های نیرو در امتداد همان محور است و نه مؤلفه‌های نیرو در امتداد محورهای دیگر.

حال به تشبیه «جرم» در فضای رفتاری بپردازیم. همانند موارد مطروحه در فیزیک «جرم» در فرد را تحت واژه «ذات» یا «کمیت ذاتی» فرد در فضاهای رفتاری بکار می‌بریم. تنها تعریفی که همانند سابق می‌توان از «ذات» نمود این است که «مشخصه‌ای است که نیروی رفتاری وارد بر فرد را به شتاب تغییر (نرخ سرعت تغییر) فرد مربوط می‌کند.» مشابه قانون دوم نیوتن می‌توان این بیان را اظهار داشت که «نیروی خالص رفتاری وارد بر یک فرد برابر است با حاصلضرب «کمیت ذاتی» فرد در شتاب (یا سرعت تغییر رفتار) فرد». با همان علامات بکار برده شده در (۸۳) و (۸۴)،  $\vec{F}_{net}$  همان نیروی خالص رفتاری وارد بر فرد است که از حاصلضرب «کمیت ذاتی» ( $m$ ) فرد در بردار شتاب تغییر (یا سرعت تغییر) فرد ( $\vec{\gamma}$ ) بدست می‌آید. و همینطور برحسب مؤلفه‌های آن در راستای دو رفتار ( $X$  و  $Y$ ) با مؤلفه‌های شتاب  $\gamma_X$  و  $\gamma_Y$  و در راستای محورهای افقی و عمودی ( $Y$  و  $X$ ) دارای مؤلفه‌های  $F_{net,X}$  و  $F_{net,Y}$  می‌باشد. در روابط (۸۳) و (۸۴) بردار  $\vec{\gamma}$  با مؤلفه‌های  $\gamma_X$  و  $\gamma_Y$  برای دو بُعد تعریف شدند که بردار شتاب (یا سرعت تغییر) فرد را به دو رفتار مشخص  $X$  و  $Y$  بیان می‌دارد. اگر بخواهیم مفاهیم فیزیک را در ارتباط با جاذبه زمین نسبت به اجسام را به فضای رفتاری تطبیق دهیم می‌توانیم

<sup>29</sup> Campbell, N. R. (1920) Physics: The elements, Cambridge.

<sup>30</sup> Hecht, Eugene (2006) There Is No Really Good Definition of Mass, The Physics Teacher 44, 40 (2006); <https://doi.org/10.1119/1.2150758>

<sup>31</sup> در فیزیک به هفت طریق مختلف جرم تعریف می‌شود که همگی حکایت از نسبی بودن تعریف و مطلق بودن مفهوم جرم دارند. Rindler, W. (2006) Relativity: Special, General, and Cosmological. Oxford University Press. pp. 16–18.

از همان روابط (۸۳) و (۸۴) استفاده کنیم. به عبارت دیگر می‌نویسیم:

$$F_g = m \cdot g \quad (۸۵)$$

که  $F_g$  همان  $F_{net,Y}$  و  $m$  جرم و  $g$  همان  $\gamma_Y$  می‌باشد. در فیزیک در محور عمودی تعریف می‌شود و تحت عنوان «وزن» بیان می‌گردد. به عبارت دیگر وزن ( $w$ ) یک جسم برابر با بزرگی نیروی جاذبه  $F_g$  وارد بر جسم است یعنی:

$$w = m \cdot g \quad (۸۶)$$

وقتی جسمی بر روی سطحی قرار دارد میزان نیرویی که از آن جسم بر سطح وارد می‌شود از عبارت (۸۶) بدست می‌آید.

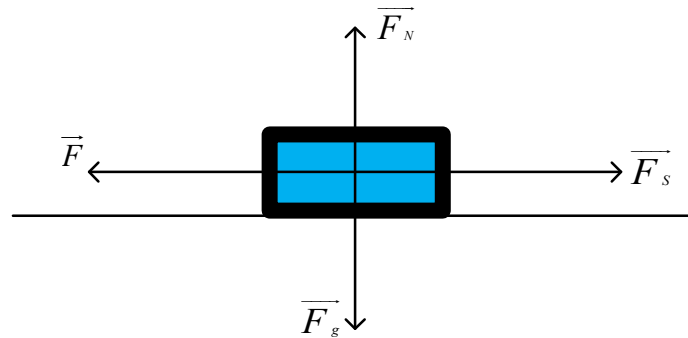
### مقاومت در مقابل تغییر رفتار فرد

مباحثی که تا کنون در ارتباط با تغییر رفتار ذکر شد در حالتی بود که مقاومت فردی یا محیطی وجود نداشته باشد. ولی اگر فرد یا محیط اطراف وی به عنوان نیروهای نسبت به تغییر رفتار فرد مقاومت نشان دهند عملاً سبب می‌گردد که سرعت تغییر همخوان با مقاومت فرد یا محیط کمتر شود. برای بیان ریاضی این موضوع از مبحث اصطکاک در فیزیک هنگام حرکت ذره استفاده می‌نمائیم. همینطور این موضوع را می‌توان به حالتی که محیط اثر مشوق در تغییر رفتار بر فرد دارد را مورد استفاده قرار داد.

#### مقاومت فرد

مقاومت فرد در مقابل تغییرات خصوصیت ذاتی هر فرد و به بیانی همان عادت فرد است و مقاومت‌های محیطی شامل نیروهایی است که جامعه بر او تحمیل می‌کند و مزاحم تغییر رفتار او می‌شود. مقاومت‌های محیطی در جامعه شامل طیف وسیعی از موضوعات است. مثلاً عُرف جامعه، نظام ارزشگذاری اجتماعی، تابوها، نظام قضایی، مقدسات جامعه و بسیاری موارد دیگر می‌توانند موجبات مقاومت برای تغییر رفتار را برای فرد فراهم آورند که اجازه ندهند هر فرد به سادگی رویه رفتاری خود را تغییر دهد. مشابه این موضوع در فیزیک تحت عنوان اصطکاک مطرح می‌شود که عملاً سبب می‌شود تا نیرویی بازدارنده از حرکت اجسام و تغییر موقعیت آنها جلوگیری نماید. در مباحث جامعه‌شناسی و روانشناسی بسیاری از موارد مذکور در فوق نیز چنین اثری را دارند که به عنوان نیروی بازدارنده اجازه نمی‌دهند که جامعه یا فرد عرف یا عادت خود را به سادگی تغییر دهند و چنانچه نیروی تغییر بیش از نیروی بازدارنده باشد عملاً سبب کندی سرعت تغییر می‌شوند. همینطور در فیزیک نیروی اصطکاک در حالتی که جسم در حالت سکون قرار دارد اجازه حرکت جسم را نمی‌دهد. وقتی نیروی دیگری بر جسم وارد شود چنانچه بیش از نیروی اصطکاک باشد حرکت جسم آغاز می‌گردد. این مشابهت در روانشناسی و جامعه‌شناسی به مثابه تغییر رفتار فرد تلقی می‌شود که چنانچه نیروی موجد تغییر بزرگتر از نیروی اصطکاک یا به عبارت دیگر مقاومت محیط در تغییر رفتار باشد عملاً فرآیند تغییر فرد یا تحول اجتماعی آغاز می‌گردد.

در فیزیک سه ویژگی عمده برای اصطکاک ذکر می‌شود.<sup>۳۳</sup> اول اینکه نیروی اصطکاک ایستایی  $\vec{F}_s$  که موجب سکون جسم می‌شود مقابل نیروی حرکت  $\vec{F}$  عمل می‌کند. در نمودار (۸) مشاهده می‌شود که جرم جسم موجب وارد آوردن دو نیروی سطح (زمین) بر جسم  $\vec{F}_g$  و جسم بر سطح  $\vec{F}_N$  می‌شود که مساوی یکدیگر ولی در خلاف جهت هم هستند. در این حالت با مساوی بودن نیروی اصطکاک ایستایی  $\vec{F}_s$  با نیروی وارد بر جسم  $\vec{F}$  عملاً جسم تغییر مکان نمی‌دهد.



نمودار (۸)

ویژگی دوم این است که بزرگی اصطکاک ایستایی دارای یک مقدار حداکثر دارد که برابر است با:

$$F_{s,max} = \mu_s F_n \quad (۸۷)$$

که  $\mu_s$  ضریب اصطکاک ایستایی و  $F_n$  بزرگی نیروی عمودی وارد بر جسم از سوی سطح است. اگر بزرگی مؤلفه افقی  $\vec{F}$  که موازی سطح است از  $F_{s,max}$  بیشتر شود جسم شروع به حرکت می‌کند.

ویژگی سوم اینکه وقتی جسم شروع به حرکت کند بزرگی نیروی اصطکاک به سرعت به مقدار  $F_k$  کاهش می‌یابد که:

$$F_k = \mu_k F_n \quad (۸۸)$$

که  $\mu_k$  ضریب اصطکاک جنبشی است.  $\vec{F}_k$  نیروی اصطکاک جنبشی است که با تغییر یا حرکت مخالف است. ضرایب اصطکاک ایستایی  $\mu_s$  و جنبشی  $\mu_k$  بدون بُعد هستند.

حال به تطبیق مبحث اصطکاک با فضاهاى رفتاری می‌پردازیم. همانطور که دربارهٔ ویژگی‌های اصطکاک ذکر شد وقتی اصطکاک ایستایی وجود دارد تغییر رفتار بوجود نمی‌آید. در این حالت فرد در تعامل برآیند نیروها به گونه‌ای است که اصطکاک ایستایی وی یا به عبارت دیگر نحوهٔ رفتار وی بیش از انگیزه‌های برونی یا درونی فرد تغییر می‌باشد. نیروی رفتاری فرد همانند معادله (۸۷) دارای یک میزان حداکثر است. اگر بزرگی نیروی رفتاری وارد بر فرد بیش از بزرگی اصطکاک ایستایی ( $F_{s,max}$ ) وی باشد تغییر در رفتار فرد شروع می‌شود. وقتی فرآیند تغییر آغاز گردید

<sup>۳۳</sup> نگاه کنید به هالیدی، دیوید و رابرت رزنیک و جری واکر، مبانی فیزیک، جلد اول: مکانیک و گرما. ترجمه محمدرضا جلیلیان نصرتی و محمد عابدینی، ۱۳۸۷، نشر صفار.

بزرگی نیروی اصطکاک به سرعت به مقدار  $F_k$  که در معادله (۸۸) نشان داده شده کاهش می‌یابد. این موضوع بیانگر این است که اولین مرحله، تغییر رفتار برای فرد سخت است که نیروی اصطکاک ایستایی رفتاری وی (۸۷) در حداکثر می‌باشد، ولی با شروع تغییر رفتار به سرعت نیروی اصطکاک ایستایی برای وی کاهش یافته و فرد راحت‌تر (یعنی با نیروی مقاومت کمتر) می‌تواند مسیر تغییر را طی نماید. این موضوع مبین مقاومت در تغییر رفتار است. یعنی اصطکاک ایستایی که فرد از لحاظ ذاتی با خود دارد یا نیروهایی که محیط بر وی وارد می‌نماید و به مثابه اصطکاک ایستایی بر او وارد می‌شوند مانع از تغییر رفتار فرد است. با توجه به اینکه این نیروها همگی بردارهایی از انواع بردارهای ذکر شده در مباحث قبل در دستگاه رفتاری هستند دارای جهت و اندازه بوده و جبر برداری بر آنها صدق می‌کند.

این مقوله یعنی مقاومت خود فرد و محیط جامعه در تغییر رفتار را در دو قسمت «مقاومت خود فرد» و «مقاومت محیط» بررسی می‌نمایم. این دو نوع مقاومت هر دو از نوع اصطکاک می‌باشد. در مقاومت فرد همان ملاحظات نمودار (۸) و معادلات (۸۷) و (۸۸) قابل توجه هستند که معادلات مذکور حاکی از اصطکاکی است که ناشی از «ذات» خود فرد می‌باشد که با جهتی مخالف جهت تغییر، از تغییر رفتار فرد ممانعت می‌کند.

#### عادت

مباحث مذکور در ارتباط با مقاومت فرد را می‌توان به موضوع عادت یعنی تکرار در رفتار گذشته فرد تسری داد. وقتی رفتار فرد مکرراً تکرار می‌شود سبب می‌گردد تا عادت فرد در همان رفتار بیشتر و قوی‌تر گردد. وقتی عادت تقویت شود عملاً در چهارچوب مطالبی که ذکر شد مقدار حداکثر بزرگی اصطکاک ایستایی فرد  $F_{s,max}$  در رفتار مورد نظر در رابطه (۸۷) بیشتر می‌شود. این امر به منزله این است که ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu_s$  بیشتر شده تا  $F_{s,max}$  در (۸۷) بیشتر گردد. لذا برای بیان اثر عادت در میزان مقاومت فرد در مقابل تغییر می‌توان ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu_s$  را همانند رابطه زیر تابعی از تکرار رفتار تعریف نمود:

$$\mu_s = \mu_s(t) \quad (۸۹)$$

که در رابطه فوق مقدار  $t$  مبین زمان است. باقی موارد همانند توضیحات رابطه (۸۷) است و فقط به جای  $\mu_s$  تابع آن از  $t$  یعنی  $\mu_s(t)$  را به عنوان ضریب اصطکاک ایستایی بکار می‌بریم.

#### مقاومت محیط

برای مقوله مقاومت محیط یا به عبارت دیگر اثر بازدارنده جامعه در تغییر رفتار فرد از مبحث حرکت در سیال استفاده می‌کنیم. منظور از سیال ماده‌ای است که در مقابل تغییر شکل از خود مقاومت نشان می‌دهد. سیال در فیزیک عموماً مایع یا گاز است. وقتی جسمی در یک سیال حرکت می‌کند یک نیروی کششی  $\bar{D}$  بر جسم وارد می‌شود که مخالف حرکت جسم است و در جهتی است که سیال نسبت به جسم جریان می‌یابد. برای مثال پرتاب توپ باعث می‌شود که هوا در پشت آن متلاطم شود و تشکیل پیچ و تاب‌هایی بدهد که این جریان حرکت هوا در پشت توپ از سرعت حرکت توپ در هوا می‌کاهد. بزرگی این نیروی کششی  $\bar{D}$  که نیرویی بازدارنده در مقابل حرکت توپ در هوا است از رابطه زیر بدست می‌آید:



$$D = \frac{1}{2} C \rho A V^2 \quad (90)$$

که در آن  $C$  ضریب کششی است که به سرعت نسبی  $V$  بستگی دارد و  $\rho$  چگالی (نسبت جرم به حجم) هوا (سیال) و  $A$  سطح مقطع مؤثر جسم (مساحت مقطعی عمود بر بردار سرعت  $\bar{V}$ ) است.  $D$  یک کمیت<sup>۳۳</sup> بدون بُعد تجربی است. رای افزایش سرعت توپ در مثال ما باید مقدار  $D$  تا حد ممکن کوچکتر شود. جهت بردار  $\bar{D}$  مخالف جهت حرکت است. این موضوع با فضاهاى رفتاری به وضوح قابل تطبیق است. وقتی فرد شروع به تغییر رفتار خود می‌نماید جریان محیط اطراف که همان جامعه او هستند نیرویی در جهت مخالف حرکت او ایجاد می‌کند که بزرگی این نیرو ( $D$ ) متناسب با ضریب ( $C$ ) ساختار رفتاری جامعه و متناسب با سرعت نسبی تغییر ( $V$ ) در فرد است. چگالی سیال در فیزیک از نسبت جرم به حجم بدست می‌آید. این کمیت نیز در جامعه قابل تطبیق است که به آن خواهیم پرداخت. کمیت سطح مقطع مؤثر ( $A$ ) نیز مبین چگونگی تعامل فرد با محیط جامعه خود در فرآیند تغییر است که به آن خواهیم پرداخت. وقتی جسمی در سیال حرکت کند سیال اجازه نمی‌دهد که سرعت حرکت جسم از حدی بیشتر شود. این سرعت در فیزیک تندی یا سرعت حدی نامیده می‌شود. یعنی با افزایش سرعت مقدار بزرگی نیروی کششی آنقدر زیاد می‌شود که منجر به سرعت ثابت جسم می‌گردد. «تندی حدی» نهایت سرعتی است که می‌توان برای تغییر در رفتار برای فرد در رابطه با محیط اجتماعی وی در نظر گرفت.

دو نوع مقاومت فردی و محیطی در تغییر رفتار دو بردار خلاف جهت سرعت تغییر در فرد و با علامت منفی هستند که به راحتی با استفاده از جبر برداری همانند مباحث مورد استفاده در فیزیک قابل استفاده در بردارهای تغییر رفتار می‌باشند که در قسمت‌های قبل به آن پرداختیم. لذا می‌توان از بردار  $-\vec{F}_k$  برای مقاومت فردی و بردار  $-\bar{D}$  برای مقاومت محیطی (یا اجتماعی) در روابط بخش‌های گذشته بهره جست و سرعت تغییر را با ملاحظات این دو نیروی بازدارنده بدست آورد. از سوی دیگر می‌توان بردار این دو نیرو را با هم جمع نمود و اثر بازدارنده همزمان مقاومت فردی و اجتماعی در تغییر فرد را نشان داد.

### چگالی محیط اجتماعی

چگالی در فیزیک از نسبت جرم به حجم بدست می‌آید. متشابه آن را در فضای رفتاری در جامعه بدین شکل بکار می‌بندیم. همانطور که ذکر شد «ذات» یا «کمیت ذاتی» مشخصه‌ای است که نیروی رفتاری وارد بر فرد را به شتاب (یا سرعت تغییر) فرد مربوط می‌کند. یعنی برای هر فرد  $i$  از رابطه (۸۳) داریم:

$$m_i = \frac{\vec{F}_{net,i}}{\vec{\gamma}_i} \quad (91)$$

جمع رابطه فوق بر  $i$  برای  $n$  فرد جامعه برابر خواهد بود با:

<sup>33</sup> Drag Coefficient.

$$M = \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n \frac{\vec{F}_{net,i}}{\vec{\gamma}_i} \quad (92)$$

M مجموع «کمیت ذاتی» افراد جامعه یا به عبارتی «کمیت ذاتی جامعه» را نشان می‌دهد. حجم می‌تواند هر مقیاس یا تقریبی<sup>۳۴</sup> از وسعت محیط اجتماعی در نظر گرفته شود. لذا اگر حجم را مثلاً سطح مساحت یک شهر (s) که جامعه در آن قرار می‌گیرد را به عنوان مشخصه تقریبی مشابه حجم در نظر بگیریم چگالی محیط (ρ) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\rho = \frac{M}{s} \quad (93)$$

که M در (۹۲) تعریف شد.

#### سطح مقطع مؤثر تعامل فرد با جامعه

سطح مقطع مؤثر (A) در مکانیک مساحت مقطعی عمود بر بردار سرعت  $\vec{V}$  است. در مفهوم اجتماعی آن میزان تعامل فرد با افراد مختلف جامعه را می‌توان به عنوان شاخصی برای این موضوع در نظر گرفت. مثلاً میزان تعاملات یک فرد با افراد جامعه نظیر تعداد ملاقات حضوری، تعداد نامه نگاری، ساعات ملاقات، افرادی که روزانه با فرد برخورد دارند و نظایر آن را می‌توان استفاده نمود. مسلماً این شاخص‌ها هنگامی که مورد استفاده تحلیل‌های تطبیقی قرار می‌گیرند عملاً می‌توانند میزان و درجه درستی خود را بارز نمایند.

#### **تغییر در جامعه**

همانطور که نحوه سرعت تغییر رفتار در فرد (روابط (۶۲) الی (۶۷)) اعم از سرعت متوسط تغییر، شتاب تغییر (روابط (۶۸) الی (۷۲))، مسیر تغییر (روابط (۷۳) الی (۷۹))، مدت زمان تغییر (روابط (۸۰) الی (۸۲)) نشان داده شد، براحتی همین موضوعات را می‌توان در ارتباط با تغییر جامعه (روابط (۵۶) الی (۵۹)) و همچنین تغییر در هنجار جامعه (روابط (۶۰) الی (۶۱)) اعمال نمود و ویژگی‌های مختلف فوق در نحوه تغییر جامعه را بدست آورد. همینطور مباحث مقاومت فرد و محیط که در تغییر رفتار فرد ذکر شد را می‌توان با استفاده از مباحث مطروحه در بخش مربوطه برای جامعه تعمیم داد.

از این بحث به یک قاعده کلی می‌توان دست یافت. برای تغییر جامعه و انتقال آن از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب باید اکثریت «وزنی» (موزون به «کمیت ذاتی» یا اثر افراد) جامعه به اندازه کافی تغییر یابد. این مبحث در مباحث توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کاملاً قابل تعمیم است.<sup>۳۵</sup>

<sup>34</sup> Proxy

<sup>35</sup> حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده مجذوبعلیشاه، سخنرانی در تاریخ ۱۳۹۵/۷/۲۵ تقدّم اصلاح فرد بر اصلاح جامعه و آغاز آن از خانواده. <http://mazaresoltani.net/download/mp3/95/1395-07-25-Sobhe-Yekshanbe-Taghadom-Eslahe-Fard-Bar-Jame-Va-Aghaze-An-Az-Khanevadeh-Dastourat-Jozee-128.mp3>

## وزن و اثر افراد در تغییر جامعه

همانطور که در مبحث «کمیت ذاتی» در فرد و همچنین مقاومت فرد و محیط در تغییر رفتار فرد ذکر شد، مشخصه‌ای که نیروی رفتاری وارد بر فرد را به شتاب (یا سرعت تغییر) فرد مربوط می‌کند را تحت عنوان «کمیت ذاتی» ذکر کردیم. این موضوع از تشابه مفهوم جرم در فیزیک اقتباس شد. با تعریف مذکور «کمیت ذاتی» را به عنوان میزان «اثر» فرد بر جامعه می‌توان مورد استفاده قرار داد. همانطور که در بحث مربوط به مقاومت فرد و محیط از آن برای بیان چگونگی تغییر رفتار استفاده نمودیم. لذا همانطور که در مبحث هنجار جامعه ذکر شد برآیند هنجار جامعه از میانگین وزنی مؤلفه‌های  $X$  و  $Y$  بردارهای افراد بدست می‌آید که وزن  $m_i$  همان اثر فرد در جامعه یا «کمیت ذاتی» تعریف می‌گردد. این کمیت مشابه مفهوم جرم وقتی به آن نیرو وارد می‌شود تعریف می‌شود.

## کار لازم برای تغییر در فرد و جامعه

تا به حال در مباحث تغییر فرد و جامعه به این موضوع اشاره کردیم که اگر نیرویی موجب تغییر در رفتار فرد با جامعه گردد چگونه از لحاظ نظری موجب تغییر آن می‌گردد. در این بخش به این موضوع خواهیم پرداخت که چگونه می‌توان این نیرو را در قالب کار انجام شده یا کار لازم برای تغییر نشان داد. در مباحث مکانیک، کار انجام شده توسط یک نیروی ثابت برابر است با حاصلضرب میزان جابه‌جایی جسم در نیرویی که آن جسم را جابجا می‌نماید. به عبارت دیگر

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cos \varphi \quad (94)$$

که  $W$  مبین کار و  $\vec{F}$  بردار نیرو و  $\vec{d}$  بردار جابجایی می‌باشد. کار یک نیرو در صورتی که مؤلفه برداری آن نیرو در همان جهت جابجایی باشد مثبت است و وقتی مؤلفه برداری آن نیرو در جهت مخالف جابجایی باشد منفی خواهد بود. در معادله فوق  $F$  و  $d$  مقادیر نیرو و جابجایی و  $\varphi$  زاویه بین دو بردار نیرو و جابجایی است.

قبل از تطبیق این موضوع با مباحث رفتار مناسب است تا ارتباط کار و انرژی جنبشی را نیز یادآور شویم. انرژی پتانسیل عبارت از انرژی نهفته در یک سامانه است که قابل تبدیل به انرژی جنبشی می‌باشد. برای مثال انرژی پتانسیل شیمیایی نهفته در خوراک بعد از فعل و انفعالات شیمیایی تبدیل به انرژی جنبشی در فرد می‌شود. انرژی مکانیکی از انواع انرژی است و به دو صورت: انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ظاهر می‌شود. انرژی جنبشی از حرکت ناشی می‌شود و انرژی پتانسیل ناشی از موقعیت یا حالت یک جسم نسبت به جسم دیگر است. در مکانیک جسمی که با جرم  $m$  با سرعت  $V$  حرکت می‌کند دارای انرژی جنبشی ( $K$ ) به میزان زیر است:

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \quad (95)$$

با وارد آمدن نیرو به جسم در راستای حرکت جسم انرژی جسم افزایش می‌یابد و بالعکس با وارد آوردن نیرو در جهت مخالف حرکت جسم از سرعت جسم کاسته شده و انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد. در فیزیک این موضوع بدین معنی است که کار ( $W$ ) همان انرژی انتقال یافته به جسم یا از جسم است که به وسیله نیرویی بر جسم وارد می‌شود. انرژی

انتقال یافته به جسم کار مثبت و انرژی انتقال یافته از آن کار منفی می‌باشد. به عبارت دیگر «کار» انرژی انتقال یافته و «انجام کار» عمل انتقال انرژی است. واحد کار همان واحد انرژی را دارد و کمیتی اسکالر است. مثال تبدیل نوع انرژی از نوعی به نوعی دیگر، جسم واقع در ارتفاع است. جسم واقع در ارتفاع در حال سکون نسبت به سطح مرجع معین (مثلاً زمین) فقط دارای انرژی پتانسیل است. وقتی جسم رها شد قبل از اینکه به سطح مرجع (زمین) برخورد کند انرژی پتانسیل ندارد، اما بواسطه حرکت دارای انرژی جنبشی می‌باشد. یعنی انرژی پتانسیل آن با افتادن جسم، به انرژی جنبشی تبدیل شده که نمونه بارزی از تبدیل انرژی است. به همین ترتیب انرژی مکانیکی می‌تواند به دیگر انرژی‌های گرمایی، الکتریکی، نورانی، شیمیایی، ... تبدیل شود. قضیه کار- انرژی بیان می‌دارد که کار خالص (برآیند کار) انجام شده مساوی تغییر انرژی است. در مثال بالا درباره جسم ساکن واقع در ارتفاع، جسم هنگام سقوط موجب تغییر انرژی جنبشی از صفر به مقدار  $K$  در فرمول بالا می‌شود و تفاضل آن دو ( $K-0$ ) تغییر انرژی جنبشی و همان انرژی جنبشی نهایی است.

در فیزیک معنی متداول لغت «کار» که اشاره به تلاش فیزیکی یا ذهنی می‌کند مد نظر نیست ولی در مباحث روانشناسی و جامعه‌شناسی بدون اینکه ماهیت انرژی و کار را تعریف کنیم از آن به عنوان کمیتی که موجب انجام کار می‌شود استفاده می‌کنیم. در فیزیک هم همین موضوع مد نظر قرار دارد و انرژی قابل تعریف نیست فقط مظاهر آن بعنوان اثر انرژی بررسی می‌شوند. همانطور که در مکانیک تعریف می‌شود که تغییر در انرژی جنبشی یک ذره برابر با کار خالص انجام شده روی همان ذره است که در مباحث ما نیز قابل استفاده و برداشت است. به عبارت دیگر:

$$\Delta K = K_0 - K_t = W \quad (96)$$

که  $K_0$  و  $K_t$  میزان انرژی جنبشی در حالت‌های اولیه و بعدی و  $W$  کار خالص انجام شده می‌باشد که برابر است با میزان تغییر انرژی ( $\Delta K$ ) در جسم. تطبیق این مباحث با مباحث تغییر رفتار در فضای رفتاری و برای فرد یا جامعه با استفاده از مباحث ذکر شده در ارتباط با سرعت تغییر کاملاً شدنی است. لذا با استفاده از سرعت تغییر رفتار فرد / جامعه می‌توان کمیت کار خالص انجام شده برای تغییر را بدست آورد که این کمیت معادل تغییر انرژی بکار گرفته شده می‌باشد. برای توسعه موضوع در این بخش از مشابهت قانون هوک در ارتباط با فنر استفاده می‌نماییم. وقتی فنر را از حالت واهلیده (رها شده) تحت فشار قرار دهیم (یا آن را بکشیم) در این حالت نیروی وارد بر فنر برابر با میزان جابجایی ایجاد شده در سر فنر نیرویی معادل  $\vec{F}_s$  در فنر ایجاد می‌کند:

$$\vec{F}_s = -k\vec{d} \quad (97)$$

این رابطه قانون هوک نامیده می‌شود. علامت منفی جهت نیروی فنر را در مخالفت با جهت جابجایی  $\vec{d}$  نشان می‌دهد و ثابت  $k$  ثابت فنر (سختی)<sup>36</sup> نامیده می‌شود. اگر تغییر مکان سر فنر فقط در یک جهت  $X$  باشد رابطه فوق به شکل زیر ساده می‌شود:

$$F_x = -kX \quad (98)$$

<sup>36</sup> Stiffness.

با فشار دادن (یا کشیدن) فنر کار انجام شده به وسیله نیروی فنر در هر مقدار حرکت از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$W_S = \int_{X_i}^{X_{i+1}} -F_X dX \quad (99)$$

استفاده از انتگرال در اندازه‌گیری کار فنر به دلیل این است که هرچه طول فنر در اثر وارد آمدن نیرو کمتر (یا در اثر کشیدن بیشتر) می‌شود مقدار کار انجام شده که از مجموع نیروهای وارده بدست می‌آید تجمیع می‌گردد. لذا می‌توان بر اساس رابطه فوق و با استفاده از (۹۸) رابطه زیر را نوشت که از حل انتگرال (۹۹) و با فرض تغییر رفتار فقط در جهت یک محور بدست می‌آید:

$$W_S = -\frac{1}{2}k(X_{i+1}^2 - X_i^2) \quad (100)$$

که رابطه فوق کار انجام شده توسط فنر را نشان می‌دهد. کار انجام شده توسط نیروی متغیر به شکل زیر خواهد بود:

$$W = \int_{X_i}^{X_{i+1}} F(X) dX \quad (101)$$

که برای فضای دو بعدی رفتار به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$W = \int_{R_i}^{R_{i+1}} dw = \int_{R_i}^{R_{i+1}} \vec{F} \cdot d\vec{R} = \int_{X_i}^{X_{i+1}} F_X dX + \int_{Y_i}^{Y_{i+1}} F_Y dY \quad (102)$$

که به راحتی به فضای  $n$  بعدی رفتاری قابل تعمیم است. قانون هوک همچنین در مکانیک در تحلیل‌های سختی (در مقابل انعطاف پذیری یا کشسانی) استفاده می‌شود که عبارت است از سختی یک جسم یا میزانی که آن در واکنش به اعمال نیرو نسبت به تغییر شکل دادن مقاومت می‌کند. به این موضوع در مباحث آتی در فضای رفتاری خواهیم پرداخت.

## توان برای تغییر در فرد و جامعه

آنچه فیزیکدانان از نیرو معرفی می‌نمایند منحصر به انرژی‌ها و نیروهایی است که نمود بارز در جهان ماده دارد حال آنکه نیروهایی که در این عالم وجود دارد و هنوز قابل اندازه‌گیری نیستند و دارای کیفیت متفاوتی از نیروهایی که در فیزیک مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند هستند و نادیده انگاشته می‌شوند. برای مثال مصرف خوراک در بدن تبدیل به انرژی‌های مختلف می‌شود. در بدن حرکت بوجود می‌آورد که از نوع انرژی مکانیکی است، حرارت تولید می‌کند که از نوع انرژی حرارتی است. بدن حدود چند ولت برق تولید می‌کند و بسیاری از شبکه‌های مغز و اعصاب و قلب از آن استفاده می‌نمایند که از نوع انرژی الکتریسته است. همینطور انرژی شیمیایی که منجر به سوخت و ساز در بدن شده و قص علیهذا. همه انواع این انرژی‌های از تبدیل ماده خوراک به انرژی مورد نظر ایجاد می‌شوند. حال اگر توجه کنیم بخشی از این انرژی‌ها در بدن تبدیل به انواعی از انرژی می‌شود که فرآیند تبدیل آن در مغز است. مثلاً فکر کردن بخشی از انرژی موجود در بدن را به انرژی خاصی تبدیل می‌نماید که تفکر حاصل آن است. پس اگر تفکر را نوعی انرژی

بدانیم که بر اساس قانون<sup>۳۷</sup> بقای انرژی از تبدیل سایر انرژی‌های حرارتی، شیمیایی، الکتریکی و غیره در بدن بوجود آمده است به سرفصل‌های دیگری از انواع انرژی می‌رسیم. شاید بتوان مثال ساده این موضوع را به این شکل بیان نمود که بدن انسان برای مطالعه یک کتاب یا حل یک مسئله ریاضی احتیاج به مصرف خوراک دارد. انرژی پتانسیل در خوراک به نحوی تبدیل به انرژی خاصی می‌شود که بدن ما می‌تواند توسط آن مطالعه نماید یا در باب موضوعات مختلف تفکر نماید. در این رابطه نمی‌توان گفت که فکر انرژی نیست چون اصل بقای انرژی الزام می‌کند که انرژی موجود در خوراک آلاً و لابد تبدیل به نوعی دیگر از انرژی شده باشد! چون علی‌القاعده انرژی از بین نمی‌رود و از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود. این موضوع در ادراکات مختلف حسّی نیز قابل تعمیم است که بیش از این به این موضوع نمی‌پردازیم. در برخی از تعاریف انرژی، گاهی آن را «قابلیت انجام کار» یا به عبارتی «قابلیت انجام حرکت» تعریف می‌کنند. این تعاریف گرچه تعاریف منطقی هستند ولی در عمل و مصادیق دچار نقص می‌باشند و اندازه‌گیری آن با اشکال روبرو است. از جمله این موارد مثال فکر کردن یا مطالعه کردن است که به آن پرداختیم.

حال فرض کنید در اثر تفکر فرد تصمیم می‌گیرد که به فعالیتی اقدام نماید. این تصمیم موجب می‌شود تا اقدام مورد نظر اقدام به «کار» نمایند. «کار» تعریف مشخصی در فیزیک دارد و همانطور که ذکر شد (۹۴) مقدار کار مکانیکی انجام شده روی یک جسم برابر است با ضرب نیروی وارد شده در مقدار جابجایی جسم. اگر نیرو و جابجایی در یک راستا باشند کار مکانیکی مثبت خواهد بود. اگر نیرو و جابجایی در جهت مخالف باشند، کار مکانیکی منفی است. و همینطور اگر یک نیرو با زاویه اعمال شود، تنها بخشی از نیرو که هم راستای جابجایی است کار انجام می‌دهد. کار یک کمیت جمع‌پذیر است. بردن این موضوع در مبحث رفتار انسان پیچیدگی‌های کیفی خاصی در موضوع ایجاد می‌کند. زیرا «کار» در انسان به سادگی تعریف «کار» در اجسام که ناشی از جابجایی آنها است نیست. لذا باید با تغییر تعریف «کار» و اخذ تشابهاتی از آن کمیتی را بکار بریم که استفاده آن در مباحث رفتار انسان قابل فهم باشد.

توان در فیزیک به مقدار کار انجام شده در واحد زمان گفته می‌شود و معرف سرعت انجام کار است. همچنین بازده در فیزیک اینگونه تعریف می‌شود که چه کسری از انرژی ورودی به ماشین صرف کار مفید می‌شود و به اشکال مختلف نظیر اصطکاک تلف نمی‌شود. توان عبارت از آهنگ زمانی کار انجام شده توسط یک نیرو است. اگر نیرویی در زمان  $\Delta t$  کاری به میزان  $W$  انجام دهد، توان میانگین ناشی از آن نیرو در این بازه زمانی برابر خواهد بود با:

$$P_{avg} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (1.3)$$

برای زمان لحظه‌ای نیز می‌توان نوشت:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} P_{avg} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \quad (1.4)$$

<sup>۳۷</sup> قانون بقای انرژی بیان می‌دارد که مقدار انرژی در یک سیستم منزوی ثابت است. این بدین معنی است که انرژی از بین نمی‌رود و به وجود نمی‌آید و تنها از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود.

Feynman, Richard (1970). The Feynman Lectures on Physics Vol I. Addison Wesley.

در روابط فوق چنانچه تغییر در رفتار برای فرد در نظر باشد کار  $W$  برای فرد استفاده می‌شود و هنگامی که تغییر در رفتار جامعه مدّ نظر باشد کار  $W$  برای جامعه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

### شوکه‌های رفتاری در فرد

فرض می‌کنیم که رفتار فرد بدون وارد آمدن نیرویی بر آن تغییر نمی‌کند. منشاء این نیرو می‌تواند ناشی از درون فرد یا محیط خارجی وی باشد. در مباحث گذشته تغییر رفتار وقتی نیرویی بر فرد وارد می‌شود را بررسی کردیم که چگونه نیروی وارد شده سبب تغییر در رفتار فرد می‌شود. در این بخش به این موضوع می‌پردازیم که نوع نیروی وارد شده بر رفتار فرد به گونه‌ای باشد که حرکت یا تغییر رفتار فرد را کند یا متوقف یا حتی معکوس کند. این موضوع در فیزیک تحت عنوان برخورد<sup>۳۸</sup> بررسی می‌شود. در حالت برخورد یا شوک اثر نیروی وارد شده بر جسم در مدّت کوتاه و با بزرگی زیاد صورت می‌پذیرد. در اثر برخورد یک نیرو به فرد به میزان  $\bar{F}(t)$  سبب می‌شود فرد رفتار خود را به میزان  $\bar{P}$  تغییر دهد. بردار  $\bar{P}$  مقدار و جهت تغییر رفتار را نشان می‌دهد که ناشی از اصابت نیرویی معادل  $\bar{F}(t)$  است. مشابه با قانون دوم نیوتن میزان نیرو برابر است با نسبت تغییرات حرکت به تغییرات زمان. به عبارت دیگر:

$$\bar{F} = \frac{d\bar{P}}{dt} \quad (105)$$

بنابراین در بازه زمانی  $dt$ ، تغییر در اندازه رفتار فرد برابر خواهد بود با:

$$d\bar{P} = \bar{F}(t).dt \quad (106)$$

اگر از معادله فوق از زمان  $t_0$  (پیش از وارد آمدن نیرو) تا  $t_F$  (زمان پس از برخورد) انتگرال بگیریم تغییر خالص اندازه حرکت یا تغییر در رفتار بدست می‌آید:

$$\int_{t_0}^{t_F} d\bar{P} = \int_{t_0}^{t_F} \bar{F}(t).dt \quad (107)$$

سمت چپ معادله (۱۰۶) تغییر در اندازه حرکت یا تغییر رفتار را نشان می‌دهد. سمت راست آن معیاری از بزرگی و مدت زمان تأثیر نیروی شوک دهنده یا ضربه یا تکان است. لذا شوک  $\bar{J}$  را به شکل زیر تعریف می‌کنیم:

$$\bar{J} = \int_{t_0}^{t_F} \bar{F}(t).dt \quad (108)$$

به عبارت دیگر تغییر در اندازه حرکت یا تغییر رفتار برابر با شوک وارد شده بر فرد است. لذا می‌توان اندازه حرکت خطی شوک را به شکل زیر نوشت:

$$\Delta\bar{P} = \bar{P}_F - \bar{P}_0 = \bar{J} \quad (109)$$

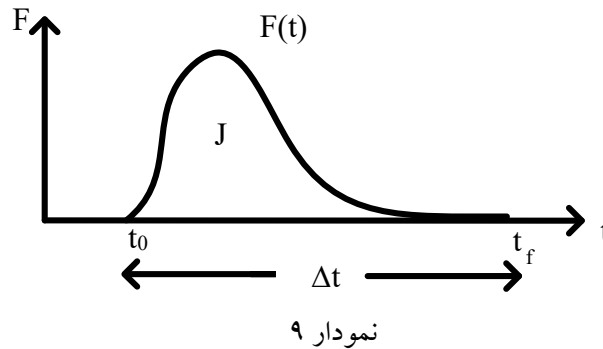
<sup>۳۸</sup> برخورد وقعه‌ای است که دو یا چند جسم برای مدّت نسبتاً کوتاهی به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند.

که هر مؤلفه آن به مقادیر زیر بیان می شود:

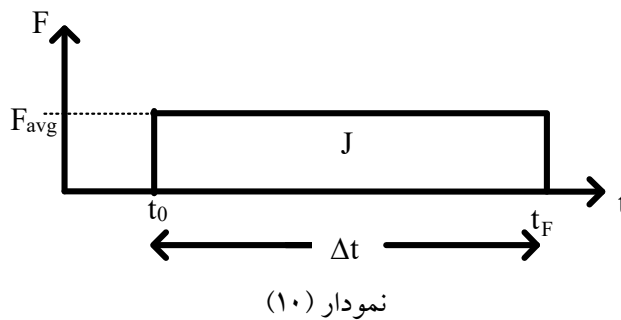
$$\Delta P_X = P_{F,X} - P_{0,X} = J_X = \int_{t_0}^{t_f} F_X(t) dt \quad (110)$$

$$\Delta P_Y = P_{F,Y} - P_{0,Y} = J_Y = \int_{t_0}^{t_f} F_Y(t) dt$$

از لحاظ نموداری می توان اثر شوک را به شکل زیر نشان داد:



در نمودار (۹) مساحت زیر منحنی  $F(t)$  برابر با بزرگی شوک  $\bar{J}$  وارد بر فرد است. نمودار (۹) را می توان به شکل نمودار (۱۰) نشان داد که نیروی متوسط شوک را در بازه زمانی  $\Delta t$  بر روی فرد نشان می دهد. در نمودار (۱۰) مساحت مستطیل برابر است با مساحت زیر منحنی در نمودار (۹).



در نمودار (۱۰) بزرگی شوک رفتاری به شکل رابطه زیر تعریف شده است:

$$J = F_{avg} \Delta t \quad (111)$$

که  $F_{avg}$  بزرگی متوسط نیروی شوک و  $\Delta t$  برابر با تفاضل  $t_f - t_0$  می باشد. مباحث مطرح در این بخش را می توان به شوک های پیاپی نیز تعمیم داد که در راستای مباحث مذکور می باشد و از توسعه آن در اینجا پرهیز می کنیم.

### شکل و میزان تغییر رفتار در فرد

در مباحث گذشته بطور کلی به مباحث تغییر رفتار در فرد و جامعه پرداخته شد. در این بخش به اشکال مختلف تغییر



رفتار می‌پردازیم. انسان‌ها همواره انعطاف‌پذیری دارند ولی حد قبول انعطاف‌پذیری در فرد فرد افراد متفاوت است و قاعده‌تاً به ذات فرد مربوط می‌شود. انعطاف‌پذیری به معنی این است که با ورود نیرو بر یک فرد وی ساختار رفتاری خود را تغییر می‌دهد. وقتی نیرویی بر فرد وارد می‌شود در محدوده‌ای از مقادیر نیرو رفتار فرد به صورت خطی (یا حتی غیرخطی) شروع به تغییر شکل می‌کند. در مواردی پس از برداشتن نیرو رفتار فرد به حالت اول برمی‌گردد و در مواردی به همان شکلی که تغییر کرده است باقی می‌ماند. اگر نیرو بیش از حد (استقامت تسلیم) وارد شود بطوری که از «استقامت تسلیم» وی بیشتر باشد تغییر شکل دائمی رفتاری بوجود می‌آید و اگر بیشتر شود سرانجام موجب گسیختگی رفتاری می‌گردد. مشابه این موارد در مباحث کشسانی<sup>39</sup> در فیزیک مطرح می‌شود. لذا ملهم از مفاهیم فیزیک تنش را به عنوان نیروی عامل تغییر شکل دهنده رفتاری بر واحد سطح مقطع مؤثر (که قبلاً بیان شد) تعریف می‌کنیم. به بیان دیگر:

$$\text{تنش} = \frac{F}{A} \quad (112)$$

که در آن  $F$  میزان بزرگی نیرویی است که بطور مستقیم (عمود) بر فرد وارد می‌شود و  $A$  سطح مقطع مؤثر است که همانطور که تعریف شد میزان تعامل فرد را نسبت به مشخصه‌های نیروی مورد نظر تعیین می‌نماید. همینطور کرنش را به واحد میزان تغییر شکل ایجاد شده در رفتار فرد تعریف می‌کنیم که در اثر تنش بوجود می‌آید. به عبارت دیگر:

$$\text{کرنش} = \frac{\Delta L}{L} \quad (113)$$

متغیر  $L$  در اینجا مبین مقدار رفتار در هر کدام از مؤلفه‌های فضای رفتاری است. رابطه تنش و کرنش در افراد متفاوت است و اشکال ریاضی خاصی دارند ولی برای سادگی موضوع تناسب بین تنش و کرنش را مد نظر قرار می‌دهیم بطوری که مقدار کرنش متناسب با مقدار تنش است. این نسبت «مدول کشسانی» نام دارد به عبارت دیگر تنش از حاصلضرب مدول در کرنش بدست می‌آید. به عبارت ریاضی:

$$\frac{F}{A} = E \cdot \frac{\Delta L}{L} \quad (114)$$

که  $E$  در آن همان مدول می‌باشد. رابطه فوق را می‌توان برای گستره وسیعی از تنش‌ها می‌توان بکار برد که در این حالت رابطه تنش و کرنش یک رابطه خطی است. در این حالت وقتی تنش برداشته می‌شود رفتار فرد به حالت اول برمی‌گردد. برای مثال فردی در روز ۲۰۰۰ کالری خوراکی مصرف می‌کند. تنش رژیم غذایی وی را ملزم به مصرف ۱۲۰۰ کالری در روز می‌نماید. پس از پایان رژیم غذایی فرد مجدداً به رفتار سابق خود یعنی مصرف ۲۰۰۰ کالری در روز برمی‌گردد. اگر تنش بیش از استقامت تسلیم ( $S_T$ ) افزایش یابد رفتار تغییر شکل دائمی می‌دهد. مثلاً در مثال اخیر اگر رژیم غذایی برای مدتی ۶۰۰ کالری باشد بعد از اتمام رژیم غذایی دیگر فرد به رژیم ۲۰۰۰ کالری بر نمی‌گردد. اگر تنش باز هم افزایش یابد مثلاً به رژیم ۱۰۰ کالری در روز برسد که استقامت نهایی ( $S_U$ ) نامیده می‌شود گسیختگی رفتاری به وجود می‌آید. توضیحات فوق را می‌توان به صورت کلی‌تر نوشت به صورتی که مدول به صورت یک تابع غیر خطی تعریف شود که

<sup>39</sup> Elasticity

به آن نمی‌پردازیم.

کرنش و تنش کمیتهای بدون بُعد هستند و لذا مدول نیز کمیتهی بدون بُعد می‌باشد. مشابه مباحث مهندسی می‌توان بین تنش و کرنش مهندسی که با روابط (۱۱۲) و (۱۱۳) تعریف شده‌اند کرنش و تنش حقیقی را نیز بیان و استفاده نمود. کرنش حقیقی برابر با مجموع کرنش‌های رفتاری در کل طول (میزان) رفتار بیان می‌شود. و این امر برای مقادیر پیوسته به شکل زیر تعریف می‌گردد:

$$\text{کرنش حقیقی} = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln \frac{L}{L_0} \quad (115)$$

تنش حقیقی نیز از این موضوع استفاده می‌شود که سطح مقطع مؤثر (A) می‌تواند بصورت متغیر در نظر گرفته شود که در اثر میزان بزرگی نیرو ثابت نباشد و تغییر کند. در این صورت تنش حقیقی نیز معادل (۱۱۲) خواهد بود که A در آن به جای اینکه یک پارامتر ثابت تعریف شده باشد یک متغیر است که با تغییر F مقدار آن تغییر می‌کند.

همین موضوعات را به راحتی می‌توان به رفتار الاستیک (ارتجاعی) و پلاستیک (خمیری) توسعه داد. رفتار الاستیک عبارت از رفتاری است که بعد از برداشته شدن نیرو، کرنش‌های ایجاد شده از بین می‌روند و رفتار به حالت اولیه خود باز می‌گردد. برخلاف آن در رفتار پلاستیک وقتی نیرو برداشته می‌شود یک تغییر دائم رفتاری در فرد ایجاد می‌شود. این مبحث از لحاظ تقریر مجازات‌ها در جامعه نقش بسیار مهمی دارد که آیا بازداشت فرد و ممانعت از رفتار بزه وی برای مدتی معین سبب تغییر دائمی در رفتار خاطی می‌شود یا خیر مجدداً پس از پایان دوره بازداشت، خاطی از لحاظ رفتار مدتی نظر مجدداً به حالت رفتاری قبلی خود باز می‌گردد. همینطور در علوم تربیتی از این مبحث می‌توان در طراحی شیوه‌های آموزش، پرورش و تربیت بهره جست که چگونه و به چه میزان باید بر فرد نیرو وارد کرد که منجر به تغییر رفتار وی گردد. این موضوع سرفصل مباحث کمی در علوم تربیتی، و روانشناسی جرم و جرم‌شناسی و وضع جزای متناسب با جرم و روانشناسی تربیتی باز می‌نماید.

در همین ارتباط می‌توان مبحث خستگی<sup>۴۰</sup> مواد را نیز در مبحث رفتار در توسعه موضوعات فوق ادامه داد که وارد آوردن نیرو بصورت مکرر چگونه در تنش و کرنش رفتاری فرد تأثیر می‌گذارد زیرا تکرار سبب می‌شود که در دفعات بعدی خاصیت رفتاری فرد تغییر کند و زودتر به مرحله گسیختگی رفتاری برسد. مبحث خستگی ماده در فیزیک تحت عنوان مباحث مقاومت مصالح و خواص مکانیکی مواد به تفصیل برای مواد مختلف طرح و بررسی می‌شود.<sup>۴۱</sup>

تغییر رفتار در محیط‌های مختلف نیز با استفاده از مباحث تنش و کرنش رفتار قابل تحلیل است زیرا میزان تغییر رفتار برای یک فرد خاص در محیط‌های مختلف متفاوت است. مثلاً تشویق یا تنبیه چنانچه برای یک فرد در میان دوستان او یا اقوامش یا همسالانش یا در میان افرادی که با آنها رابطه ندارد صورت پذیرد عملاً با میزان ثابت تشویق یا تنبیه آثار

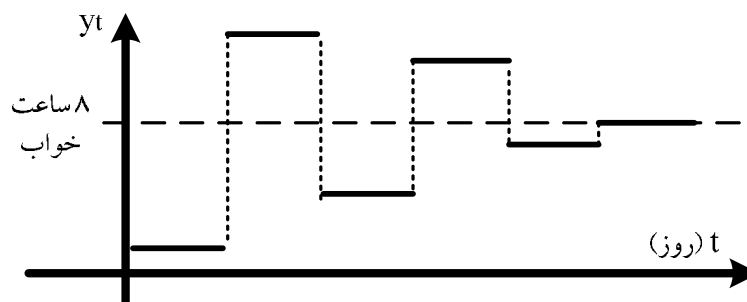
<sup>40</sup> Fatigue

<sup>۴۱</sup> نگاه کنید به: بیر، فردیناند پی؛ ای راسل جانستون (۱۳۷۷) مقاومت مصالح (خواص مکانیکی مواد)، ترجمه حمید لعل خو، نشر آذرنگ،

تهران.

رفتاری متفاوتی ایجاد می‌نماید. در فیزیک این موضوع در بررسی تنش و کرنش در دماهای مختلف مطرح می‌شود. مثلاً با افزایش دما حد گسیختگی یا مقدار کرنش (حرارتی) مواد تغییر می‌یابد. مشابه این موضوع را می‌توان در مباحث این گفتار بکار گرفت. کرنش حرارتی ویژگی خاصی است که ماده در اثر حرارت محیط پیرامون کسب می‌کند و رفتار کرنشی متفاوتی نشان می‌دهد. محیط پیرامون فرد نیز همین اثر را بر خصوصیات کرنش رفتاری افراد می‌گذارد و نحوه کرنش او را تغییر می‌دهد.

دیگر از انحاء این تغییر رفتار را می‌توان در رفتارهای نوسانی مشاهده کرد. رفتارهای نوسانی از پدیده‌های دینامیکی هستند. تمام پدیده‌های رفتاری الاستیک قادر به بروز رفتارهای ارتعاشی یا نوسانی هستند. در دینامیک ارتعاش به دو دسته آزاد و اجباری تقسیم می‌شود. ارتعاش آزاد وقتی شکل می‌گیرد که رفتار فرد در اثر اعمال نیروهای درونی و ذاتی خود با یک تحریک اولیه شروع به نوسان می‌کند. ارتعاشی که تحت تأثیر نیروی خارجی ایجاد می‌شود ارتعاش اجباری نامیده می‌شود. ارتعاشات با حرکات هارمونیک آن دسته از حرکات نوسانی هستند که بطور منظم در فواصل زمانی یکسان ( $\tau$ ) تکرار می‌گردند و حرکات متناوب (پریودیک) نام دارند. زمان تکرار ( $\tau$ ) پریود و معکوس آن ( $1/\tau$ ) فرکانس ( $F$ ) نامیده می‌شود. وقتی حرکت نوسانی بصورت تابعی از زمان  $X(t)$  تعریف می‌شود علی القاعده باید در رابطه  $X(t) = X(t + \tau)$  صدق کند. رفتار نوسانی یا ارتعاشی به طرق مختلف در علوم مختلف برای بیان رفتار پدیده‌ها بکار برده می‌شود و با توجه به فضای رفتاری که در این مقال ذکر شد قابلیت تطبیق دارد. برای مثال فردی که در شبانه روز عادت به خوابیدن ۸ ساعت دارد در اثر مثلاً شرکت در یک مهمانی ناچاراً فردای آن روز کمتر از ۸ ساعت می‌خوابد و روز بعد ناچاراً بیشتر از ۸ ساعت می‌خوابد و روز پس از آن خوابش کمتر می‌شود و روز بعد ناچار کمی بیشتر می‌شود. این رفتار نوسانی تا رسیدن به تعادل مجدد ۸ ساعت در طول چند روز ادامه می‌یابد که با یک نوسان میرا مجدداً به سمت تعادل ۸ ساعت برمی‌گردد. تصویر این رفتار در نمودار (۱۱) نشان داده شده:



نمودار (۱۱)

تنوع رفتارهای نوسانی بسیار زیاد است. نمودار (۱۱) روند زمانی یک معادله تفاضلی درجه دو با مقدار ثابت را نشان می‌دهد که دارای روند زمانی میرا است. برای بررسی انواع و جزئیات ریاضی این نوع رفتارها باید به متون مربوطه مراجعه نمود.<sup>۴۲</sup>

<sup>۴۲</sup> نگاه کنید به :

بیدآباد، بیژن (۱۳۹۶) نظریه معادلات تفاضلی و ثبات پویای تعادل، نشر نوین پژوهان دانش راستین، تهران.

همچنین این مباحث قابل بسط به رزونانس رفتاری ناشی از تطبیق رزونانس مکانیکی<sup>۴۳</sup> با مباحث رفتار در این مقاله می‌باشد. که به آن نمی‌پردازیم.

## جامعه سنجی

در بخش‌های قبل به تفصیل به فضای رفتاری غیر احتمالی پرداختیم. در این مبحث به بررسی رفتار در فضای احتمالی می‌پردازیم. یعنی می‌خواهیم رفتار استوکستیک متغیرهای رفتاری را بررسی و چهارچوب کلی برای بیان و برآورد پارامترها را در قالب روش‌های آماری بررسی نماییم تا بتوان آزمون‌های آماری لازم در فضای رفتاری را انجام داد.

به مبحث آغازین این مقاله برمی‌گردیم. نمودار (۱) رفتار فرد را به صورت یک بردار با اندازه و جهت معین نشان می‌دهد. در آن نمودار مقدار  $F_1$  یک مقدار غیراحتمالی<sup>۴۴</sup> فرض شده بود. در مثالی که توضیح داده شد نمودار (۱) مبین رفتار فرد معینی در ارتباط با متغیر رفتاری مشخصی مثلاً مطالعه کردن بود که به شکل برداری نشان داده شد که طول آن بردار مبین میزان مطالعه فرد در محدوده مشخصی از زمان مثلاً یک شبانه روز است. حال فرض می‌کنیم  $F$  یک متغیر تصادفی است که مقدار آن در نمونه‌های مختلف برابر با  $F+u$  است که  $u$  یک متغیر تصادفی با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2$  می‌باشد. در نمودار (۱) بردار  $\bar{F}_1$  یک مؤلفه طولی دارد. حال اگر بخواهیم بردار  $\bar{F}$  را در حالتی که آن دارای دو مؤلفه  $(Y$  و  $X)$  می‌باشد (مانند نمودار (۴)) نشان دهیم باید مؤلفه‌های آن را به صورت تصادفی بنویسیم. یعنی بردار  $\bar{F}$  از دو متغیر  $Y$  و  $X$  تشکیل شده که هر دو آنها تصادفی هستند. یعنی  $\bar{F}$  از دو مؤلفه  $Y+u_Y$  و  $X+u_X$  تشکیل شده است که  $u_Y$  و  $u_X$  در آن دو متغیر تصادفی با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2_Y$  و  $\sigma^2_X$  می‌باشد. یعنی:

$$E(u_{Yi})=0, \quad E(u_{Xi})=0, \quad E(u_{Yi}^2)=\sigma_Y^2, \quad E(u_{Xi}^2)=\sigma_X^2, \quad i=1,\dots,n \quad (116)$$

همچنین فرض می‌کنیم کواریانس  $u_Y$  و  $u_X$  و همچنین اتوکواریانس‌های آنان برابر با صفر است:

$$E(u_{Yi}.u_{Yj})=0, \quad E(u_{Xi}.u_{Xj})=0, \quad E(u_{Xi}.u_{Yj})=0 \quad i, j=1,\dots,n \quad (117)$$

مضافاً فرض می‌کنیم  $Y$  و  $X$  هر دو غیر استوکستیک هستند و از  $u_X$  و  $u_Y$  مستقل می‌باشند:

$$E(Y_i)=Y_i, \quad E(Y_i.u_{Yj})=0, \quad E(X_i)=X_i, \quad E(X_i.u_{Xj})=0 \quad i, j=1,\dots,n \quad (118)$$

برای استنباط آماری و آزمون فرضیه‌ها و توزیع نمونه‌گیری فرض می‌کنیم که  $u_X$  و  $u_Y$  دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2_Y$  و  $\sigma^2_X$  می‌باشند. به عبارت دیگر:

نیکخواه بهرامی، منصور (۱۳۸۱) تئوری ارتعاشات و کاربرد آن در مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران.

<sup>۴۳</sup> رزونانس عبارت است از تمایل سیستم به نوسان با حداکثر دامنه در فرکانس‌هایی خاص است که فرکانس رزونانس نام دارد. در این

فرکانس‌ها انرژی ارتعاشی در جسم ذخیره می‌شود و در نتیجه نیرویی کوچک و متناوب می‌تواند باعث حرکت نوسانی با دامنه بزرگ شود.

Katsuhiko, Ogata (2004) System Dynamics 4<sup>th</sup> Edition. University of Minnesota.

<sup>۴۴</sup> Deterministic.

$$u_{Y_i} \sim N(0, \sigma_Y^2) \quad u_{X_i} \sim N(0, \sigma_X^2) \quad i=1, \dots, n \quad (119)$$

برای کار بر روی  $n$  متغیر در فضای رفتاری  $s$  بُعدی، نمودار (۴) را به  $s$  بعد تعمیم می‌دهیم. بعدها را مثل سابق به ترتیب  $X_1, X_2, \dots, X_m$  می‌نامیم. همچنین خصوصیات رفتاری فرد  $i$ ام در این فضا را با  $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{si}$  مشخص می‌کنیم که اندیس  $i$  مشخص کننده فرد  $i$ ام است و  $i=1, \dots, n$  و  $n$  تعداد افراد جامعه می‌باشد. همینطور فروض (۱۱۶) الی (۱۱۹) در حالت  $s$  متغیر را صادق فرض می‌کنیم.

حال فرض کنید می‌خواهیم دو پارامتر  $\varphi_{ir}$  و  $\varphi_{i\bar{r}}$  را که اختلاف زاویه‌ای رفتار فرد  $i$ ام از هنجار جامعه است را به عنوان شاخص تمایز رفتار فرد از هنجار جامعه با استفاده از آمار نمونه‌گیری شده برآورد کنیم. برای تسهیل بحث موضوع آزمون آماری را در حالت دو بُعدی ( $s=2$ ) دنبال می‌کنیم. برآوردکننده‌های  $\hat{\varphi}_{i\bar{r}}$  و  $\hat{\varphi}_{ir}$  از  $\varphi_{i\bar{r}}$  و  $\varphi_{ir}$  به راحتی از روابط (۳۹) و (۴۹) بدست می‌آیند. در این دو رابطه چنانچه به جای مقادیر نمونه مقادیر جامعه آماری را قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\hat{\varphi}_{ir} = \cos(\hat{\theta}_i - \hat{\theta}_r) = \frac{X_i + u_{X_i}}{\sqrt{(X_i + u_{X_i})^2 + (Y_i + u_{Y_i})^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i + u_{X_i})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (X_i + u_{X_i})\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n (Y_i + u_{Y_i})\right)^2}} + \frac{Y_i + u_{Y_i}}{\sqrt{(X_i + u_{X_i})^2 + (Y_i + u_{Y_i})^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i + u_{Y_i})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (X_i + u_{X_i})\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n (Y_i + u_{Y_i})\right)^2}} \quad (120)$$

$$\hat{\varphi}_{i\bar{r}} = \cos(\hat{\theta}_i - \hat{\theta}_{\bar{r}}) = \frac{X_i + u_{X_i}}{\sqrt{(X_i + u_{X_i})^2 + (Y_i + u_{Y_i})^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n m_i (X_i + u_{X_i})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n m_i (X_i + u_{X_i})\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n m_i (Y_i + u_{Y_i})\right)^2}} + \frac{Y_i + u_{Y_i}}{\sqrt{(X_i + u_{X_i})^2 + (Y_i + u_{Y_i})^2}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n m_i (Y_i + u_{Y_i})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n m_i (X_i + u_{X_i})\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n m_i (Y_i + u_{Y_i})\right)^2}} \quad (121)$$

از بررسی خواص نمونه کوچک احتراز می‌کنیم لذا می‌توان نشان داد که برآوردکننده‌های  $\hat{\varphi}_{i\bar{r}}$  و  $\hat{\varphi}_{ir}$  برآوردهای سازگار<sup>۴۵</sup> از  $\varphi_{i\bar{r}}$  و  $\varphi_{ir}$  هستند. برای این کار از روابط فوق *plim* می‌گیریم.<sup>۴۶</sup> با توجه به فروض (۱۱۶) الی (۱۱۹) می‌توان نشان داد:

<sup>45</sup> Consistent

<sup>46</sup> Ibragimov, J.A. (1981) Statistical Estimation: Asymptotic Theory, Springer.  
Rao, C.R. (1965) Linear Statistical Inference and Its Applications, Wiley.

$$p \lim_{n \rightarrow \infty} (\hat{\varphi}_{ir}) = \varphi_{ir}, \quad p \lim_{n \rightarrow \infty} (\hat{\varphi}_{i\bar{r}}) = \varphi_{i\bar{r}} \quad (122)$$

حال با بدست آوردن واریانس برآوردکننده‌های  $\hat{\varphi}_{ir}$  و  $\hat{\varphi}_{i\bar{r}}$  و با استفاده از فرض نرمال بودن خطاها (۱۱۹) می‌توان به آزمون فرضیه  $H_A$  (فرد i نامتجانس با جامعه است) در مقابل  $H_0$  (فرد i متجانس با جامعه است) برای  $\hat{\varphi}_{ir}$  یا  $\hat{\varphi}_{i\bar{r}}$  پرداخت:

$$\begin{cases} H_0 : \hat{\varphi}_{ir} - \varphi_{ir} = 0 \\ H_A : \hat{\varphi}_{ir} - \varphi_{ir} \neq 0 \end{cases} \quad (123)$$

$$\begin{cases} H_0 : \hat{\varphi}_{i\bar{r}} - \varphi_{i\bar{r}} = 0 \\ H_A : \hat{\varphi}_{i\bar{r}} - \varphi_{i\bar{r}} \neq 0 \end{cases}$$

بسیاری از موارد ذکر شده نظیر همسویی در گروه، هم‌افزایی (سینرژی) اتحاد در جامعه، هنجار جامعه و تغییر آن، تغییر رفتار فرد و جامعه و سرعت تغییر و مسیر و مدت زمان تغییر را نیز می‌توان در چهارچوب آماری مشابه فوق آزمون نمود. همچنین کلیه مباحث «کمیت ذاتی» فرد و مقاومت فرد و محیط در تغییر رفتار، چگالی محیط اجتماعی و سطح مقطع مؤثر تعامل فرد با جامعه، تغییر در جامعه و وزن و اثر افراد در این تغییر و کار لازم برای ایجاد تغییر در فرد و جامعه و توان تغییر و شوک‌های رفتاری در فرد و شکل و میزان تغییر رفتار در فرد قابل طرح و تحلیل آماری می‌باشند که بیشتر به آن نمی‌پردازیم.

## نتیجه‌گیری

هدف ما در این مقاله ارائه یک نگرش پایه برای بیان ریاضی مسائل مطرح در جامعه‌شناسی است. نگرش بکار گرفته شده ابزار اولیه و مبادی تحلیل را ارائه می‌دهد که قابل گسترش در بسیاری از مسائل اجتماعی در دیسپلین‌های مختلف می‌باشد. قابل توجه اینکه این ابزار و بطور کلی این نگرش در مرحله ابتدایی آن است و زمینه آن را دارد که به سایر الگوهای رفتاری در جامعه‌شناسی و روان‌شناسی و سایر علوم مرتبط توسعه یابد. توسعه آتی این دیدگاه را می‌توان از مباحث مختلف فیزیک الهام گرفت زیرا همانطور که عرفای شامخین بیان فرموده‌اند هر چیزی در عالم طبع نمونه‌ای در وجود انسان دارد و این تماثل زمینه الگوبرداری را برای محققین تسهیل می‌نماید.

## منابع

- حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده قانون واکنش فیزیک، اجتماع، مجله جهان امروز، شماره ۴، سه شنبه اول دی ۱۳۴۴. چاپ مجدد در مجموعه مقالات حقوقی و اجتماعی دکتر حاج نورعلی تابنده، انتشارات حقیقت. چاپ اول ۱۳۸۱، تهران.
- حضرت حاج دکتر نورعلی تابنده مجذوب‌علیشاه، سخنرانی در تاریخ ۱۳۹۵/۷/۲۵ تقدّم اصلاح فرد بر اصلاح جامعه و آغاز آن از خانواده.

<http://mazaesoltani.net/download/mp3/95/1395-07-25-Sobhe-Yekshanbe-Taghadom-Eslahe-Fard-Bar-Jame-Va-Aghaze-An-Az-Khanevadeh-Dastourat-Jozee-128.mp3>

- بیدآباد، بیژن (۱۳۹۶) نظریه معادلات تفاضلی و ثبات پویای تعادل، نشر نوین پژوهان دانش راستین، تهران.
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) مبانی عرفانی روانشناسی در اسلام (روانشناسی عرفانی و کارکرد اجتماعی تصوّف از دیدگاه حکمت). <http://www.bidabad.com/doc/psychology-sufism-fa.pdf>.
- بیژن بیدآباد (۱۳۹۶) فرآیند تربیت و کارکرد اجتماعی تصوّف. <http://www.bidabad.com/doc/social-functioning-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) محتوای درمان در روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/psychotherapy-content-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) فرآیند درمان در روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/psychotherapy-process-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) آسیب شناسی روانی در روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/psychopathology-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) نظریه روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/psychology-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) رابطه درمانگر و درمانپذیر در روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/psychotherapist-psychopath-sufi-paper-fa.pdf>
- بیژن بیدآباد، فرانک بیدآباد (۱۳۹۶) نظریه شخصیت در روانشناسی عرفانی. <http://www.bidabad.com/doc/personality-sufi-paper-fa.pdf>
- بیر، فردیناند پی؛ ای راسل جانستون (۱۳۷۷) مقاومت مصالح (خواص مکانیکی مواد)، ترجمه حمید لعل خو، نشر آذرنگ، تهران.
- جان مارشال ریو، انگیزش و هیجان، ترجمه: یحیی سید محمدی، نشر ویرایش، ۱۳۹۲، چاپ بیستم.
- دیوید هالیدی، رابرت رزینک، جریل واکر (۱۳۸۸) مبانی فیزیک، ترجمه محمدرضا جلیلیان نصرتی و محمد عابدینی. انتشارات صفّار - اشراقی، تهران.
- روشه، گی (۱۳۷۵)، مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی عمومی سازمان اجتماعی، ترجمه هما زنجانی زاده، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- نیکخواه بهرامی، منصور (۱۳۸۱) تئوری ارتعاشات و کاربرد آن در مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران.
- Bloor, David (1991). Knowledge and Social Imagery. University of Chicago Press.
- Campbell, N. R. (1920) Physics: The elements, Cambridge.
- Coleman, James S. (1964) Introduction to Mathematical Sociology, Glencoe, III, The Free Press.
- Coleman, James S. (1986) Social Theory, Social Research, and a Theory of Action, The American Journal of Sociology, Vol. 91, No. 6. (May), pp. 1309-1335. <http://links.jstor.org/sici?sici=0002-9602%28198605%2991%3A6%3C1309%3ASTSRAA%3E2.0.CO%3B2-6>
- Deutsch, Karl W. (1951), Mechanism, Organism, and Society: Some Models in Natural and Social Science, Philosophy of Science, 18, p. 230-252. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/287157>

- Feynman, Richard (1970). *The Feynman Lectures on Physics Vol I*. Addison Wesley.
- Hecht, Eugene (2006) There Is No Really Good Definition of Mass, *The Physics Teacher* 44, 40 (2006); <https://doi.org/10.1119/1.2150758>
- Hechter, Michael. (1983). *The Microfoundations of Macrosociology*. Philadelphia: Temple University Press.
- Henderson, Lawrence J. (1935) *Pareto's General Sociology: A Physiologist's Interpretation*, Cambridge, Harvard University Press.
- Herbert A. Simon (1957) *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*, New York, Wiley.
- Ibragimov, J.A. (1981) *Statistical Estimation: Asymptotic Theory*, Springer.
- Inkeles, Alex (1964) *What is Sociology? An Introduction to the Discipline and Profession*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall.
- Katsuhiko, Ogata (2004) *System Dynamics 4th Edition*. University of Minnesota.
- March, Arthur (1965) *La Physique Moderne et ses Theories*, Traduit de l'allemand par Serge Bricianer, Paris, Gallimard.
- Meadows Paul (1957), *Models, Systems and Science*, *American Sociological Review*, 22, 1, p. 3-9. <https://www.jstor.org/stable/2088758>, DOI: 10.2307/2088758
- Meyer, Herman (1951) *On the Heuristic Value of scientific Models*, *Philosophy of Science*, 18, 2, p. 111-123. <https://doi.org/10.1086/287137>
- O'Neil, Peter, V. (1987) *Advanced Engineering Mathematics*, Wadsworth Publishing Company, California, USA.
- Pareto, Vilfredo (1919) *Traite de Sociologie Generale*, Paris, Librairie Payot et Cie, Vol. II.
- Rao, C.R. (1965) *Linear Statistical Inference and its Applications*, Wiley.
- Rindler, W. (2006) *Relativity: Special, General, and Cosmological*. Oxford University Press. pp. 16–18. ISBN 0-19-856731-6.
- Rosenblueth, Arturo, Norbert Wiener (1954) *The Role of Models in Sciences*, *Philosophy of Science*, Vol. 12 (Oct.), p. 316-321. <http://www.jstor.org/stable/184253>
- Spengler, Oswald (1948) *La Declin de l'Occident, Esquisse d'une Morphologie de l'Histoire Universelle*, Traduit de l'Allemand par M. Tazerout, Paris, Gallimard.
- Wright, R. (2007). *Statistical Structures Underlying Quantum Mechanics and Social Science*. *International Journal of Theoretical Physics*, 46(8), 2026-2045. <https://doi.org/10.1007/s10773-006-9297-7>