

تحلیل مفهومی انرژی در راستای آسایش حرارتی

مرضیه پیراوی ونک
استادیار پژوهش هنر
دانشگاه هنر اصفهان
mpiravivanak@gmail.com

فاطمه‌السادات مجیدی*
دانشجوی دکتری معماری
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان
m.artmies@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

چکیده

انرژی، که در زبان یونانی^۱ و لاتین از آن با عناوینی چون انرژی^۲، انرگوس^۳ یا ارگون^۴ نیز یاد می‌شود، واژه‌ای است که نخستین‌بار توسط ارسطو در راستای معنای فعالیت در بحث حرکت به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. واژه کنونی انرژی در تمامی شاخه‌های دانش، کمیت فیزیکی بنیادینی است و بر فعالیت دلالت دارد. هدف از نگارش این مقاله آن است تا با روش تحلیل معناشناختی و با کمک چهار حوزه فیزیک، مکانیک، فلسفه و معماری، به پیوند و ارتباط انرژی با آسایش حرارتی بپردازد و به این پرسش اساسی پاسخ دهد که براساس ریشه‌شناسی معنایی انرژی، حلقه ارتباطی میان دو واژه انرژی و آسایش حرارتی کدام است؟ فرایند تحلیل معناشناختی واژه انرژی، در عین نمایش پیوند خاص آن با آسایش حرارتی، حلقه میانجی یا واسط را نشان خواهد داد.



واژگان کلیدی: انرژی، نیرو، گرما، حرارت، آسایش حرارتی

۱. مقدمه

از انرژی ارائه کنیم. هرچند این تعریف چندان جامع و کامل نیست [۲]. پیرامون انرژی مطالعات صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان از مطالعات کاربردی انجام‌شده در حوزه‌های فیزیک، مکانیک و معماری سخن گفت. اما در اغلب پژوهش‌های پیشین، انرژی بدون در نظر گرفتن تحلیل معناشناختی واژه آن واکاوی شده است. بنابراین با توجه به اینکه اصطلاح‌شناسی^۵ و ریشه‌شناسی^۶، زیربنای پژوهش‌های نظری و لایه اساسی در فهم موضوعات گوناگون است و در برخی موضوعات و اصطلاحات

انرژی کاربردی‌ترین مفهوم در تمام شاخه‌های دانش است؛ نقش آن در زندگی بشر نیز انکارناپذیر می‌باشد. در حقیقت وجود ما و دنیای پیرامون بدون وجود انرژی و حتی تبدیل آن به صورت‌های گوناگون امری محال است [۱]. انرژی یک مفهوم انتزاعی و ذهنی است. بدین معنا که نمی‌توان آن را لمس کرد و یا دید. انرژی وزن و حجم مشخصی ندارد و مفهومی است که در حین تغییر یا تبدیل فرایندها نمود پیدا می‌کند. اگر انرژی را به‌صورت کار ذخیره‌شده یا توانایی انجام کار تعریف کنیم، توانسته‌ایم تا حدود تعریفی

تخصصی، آشنایی با این روش، در فهم دقیق موضوع کارآمد و ضروری می‌نماید [۳]. هدف اصلی این مقاله، پرداختن به نوعی اصطلاح‌شناسی و تحلیل معناشناختی محدود از انرژی در چند حوزه علمی و تخصصی است. بر همین اساس سعی شده است تحقیقی متفاوت دربارهٔ یک واژهٔ میان‌رشته‌ای و پرکاربرد انجام شود.

۲. روش تحقیق

فرایند نگارش مقاله با طرح یک پرسش بدین شرح آغاز می‌شود: بر اساس ریشه‌شناسی معنایی انرژی، حلقهٔ ارتباطی میان دو واژهٔ انرژی و آسایش حرارتی کدام است؟ پس از تبیین مسئلهٔ تحقیق، در مرحلهٔ بعد، با استفاده از روش تحلیل معناشناختی، که از گام‌های اصلی طریقهٔ پدیدارشناسی است، با اتکا به اصطلاح‌شناسی و ریشه‌شناسی، به تحلیل واژهٔ انرژی و بازشناسی آن در نظریه‌های صاحب‌نظران حوزه‌های فیزیک، مکانیک و معماری پرداخته شده و سعی در شناخت حلقهٔ واسط و پیونددهنده بین واژه‌های انرژی و آسایش حرارتی می‌شود. در پایان، با توجه به تحلیل‌ها و بررسی‌های انجام‌شده واژه‌های پیونددهنده میان دو واژهٔ مذکور در دو زبان فارسی و انگلیسی معرفی می‌شوند.

۳. پیشینهٔ کاربرد انرژی و آسایش حرارتی

۳-۱. پیشینهٔ کاربرد انرژی

به‌نظر می‌رسد واژهٔ انرژی نخستین‌بار به‌نحو مشخص و علمی در نیکوماخوس (قرن ۴ پیش از میلاد) آمده است [۴]. ارسطو در این کتاب، انرژی را در راستای معنای فعالیت^۷ آورده است. این واژه توسط ارسطو با درکی از صورت، حقیقت، فعلیت (متضاد با بالقوه) استفاده شده است. اما در زبان لاتین متأخر و بعد از آن به‌عنوان قدرت بیان آورده شده، مانند قدرتی که خواستار تصاویر ذهنی واقع‌بینانه است. توماس یانگ^۸ نخستین کسی است که واژهٔ انرژی را به‌معنای امروزی آن به‌کار برد. مفهوم انرژی

به‌عنوان ویز ویوا^۹، به‌معنای نیروی زندگی^{۱۰} نخستین‌بار در کارهای لایبنیتس^{۱۱} دیده شد، که به‌عنوان ضرب جرم یک جسم در سرعت آن به توان دو است. به عقیدهٔ او میزان کل ویز ویوا در جهان ثابت است. وی برای حل کاهش سرعت در اثر اصطکاک، گرما را به‌عنوان حرکت ذرات ماده بیان نمود و در این زمینه با سر ایزاک نیوتن^{۱۲} هم‌عقیده بود. با این‌وجود تا یک قرن قبل این مفهوم مورد پذیرش قرار نگرفته بود. امیلی مارکوس^{۱۳} در سال ۱۷۴۰ م کتابی با عنوان *درس‌هایی از فیزیک منتشر کرد*. او در این کتاب کوشیده است تا ایدهٔ لایبنیتس را با مشاهدات علمی تأیید کند و نشان دهد ضرب جرم یک جسم در سرعت آن جسم به توان دو است. در سال ۱۸۰۲ م در یک سخنرانی توماس یانگ کلمهٔ انرژی را به‌جای ویز ویوا به‌معنای امروزی آن به‌کار گرفت [۵]. در سال ۱۸۰۷ م، مجموعه سخنرانی‌های او منتشر شد. جرم در مجذور سرعت ممکن است مناسب‌ترین تعریف برای واژهٔ انرژی باشد [۶]. در سال ۱۸۲۹ م گوستاو گاسپارد کوریولیس^{۱۴} انرژی جنبشی را تعریف کرد و انرژی پتانسیل به‌معنای امروزی آن در سال ۱۸۵۳ م در کارهای ویلیام رانکین^{۱۵} دیده شد. همچنین اولین بحران انرژی نیز در سال ۱۹۷۰ م تصدیق شد.

۳-۲. پیشینهٔ کاربرد آسایش حرارتی

سال از دیرزمان ایجاد محیطی مطبوع برای زندگی در فصول گوناگون برای بشر مسئله‌ای حیاتی بوده است. در واقع پیشینهٔ تاریخی بحث آسایش حرارتی در ساختمان به پیش از میلاد مسیح بازمی‌گردد. سقراط^{۱۶} ۴۰۰ سال پیش از میلاد در مورد طراحی مناسب خانه‌ها از نظر اقلیمی ایده‌هایی را مطرح کرد. او در اینباره که چگونه باید خانه ساخت تا در آن احساس راحتی کرد، رساله‌ای تدوین کرد. راه‌حل او برای طراحی و ساخت خانه‌هایی که بتوان در آنها احساس راحتی کرد بدین‌گونه بود که فرم دوزنقه را برای طراحی پلان خانه انتخاب کرد. به‌گونه‌ای که باید سمت



جنوب خانه را برای گرفتن آفتاب زمستان بزرگتر و کشیده‌تر و سمت شمال را برای دوری از بادهای زمستان کوتاه‌تر ساخت. همچنین روش دیگر برای جلوگیری از ورود باد مزاحم به داخل خانه این بود که ارتفاع سقف شیب‌دار در ضلعی که روبه‌وزش باد بود کوتاه‌تر می‌شد تا از ورود باد مزاحم به داخل خانه جلوگیری شود [۷]. مارکوس ویتروویوس پولیو^{۱۷} نیز ۱۰۰ سال قبل از میلاد در مورد لزوم در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در طراحی خانه‌ها به‌منظور دستیابی به سلامت و آسایش نوشته‌هایی ارائه کرده است. مهمترین نظریه ویتروویوس که از آن زمان تا کنون به روش‌های گوناگون مورد بحث قرار گرفته، طرح سه اصل آسایش، استحکام و زیبایی، به‌عنوان اصول معماری است. او در فصل سوم کتاب اول بیان می‌کند که معماری باید به سه اصل وفادار بماند. فرمیتاس^{۱۸}، یوتیلیتاس^{۱۹} و ونوستاس^{۲۰} [۸]:

«... [بناها] باید با توجه به دوام، آسایش و زیبایی ساخته شوند؛ آسایش زمانی تأمین می‌شود که آرایش واحدهای مسکونی بی‌نقص باشد و در استفاده مزاحمتی ایجاد نکند، و هر قسم ساختمان به شکل مناسب و درخور خویش ساخته شده باشد [۹].»

از نظر ویتروویوس، یوتیلیتاس عبارت بود از میزان آسایش کاربردی بنا، از ترتیب قرارگیری اتاق‌ها در یک خانه گرفته تا موقعیت بنا در شهر [۱۰]. توجه به یوتیلیتی در معماری و نسبت آن با زیبایی نزد دیگر معماران صاحب‌نظر رومی نیز از اهمیت برخوردار بوده و در رساله‌های او به‌کار رفته است [۱۱]. در قرون وسطی، ونسان دو بووه^{۲۱} نیز این اصطلاح را در شرح ویژگی‌های کالبد معماری و نسبت میان زیبایی و ساختن به‌کار برده است [۱۲]. در دوره رنسانس، یوتیلیتی در آرای آلبرتی^{۲۲} نیز به‌چشم می‌خورد. آلبرتی مانند ویتروویوس بر این باور است که معماری از یوتیلیتاس آغاز می‌شود. او در توضیح مفهوم یوتیلیتاس از اصطلاح کانویننس به‌مثابه اصل حاکم بر معماری استفاده می‌کند و در شرح عملکردهای

مختلف بناها مفهوم یوتیلیتی را به‌کار می‌گیرد [۱۳]. پالادیو^{۲۳} نیز به پیروی از ویتروویوس و آلبرتی، یوتیلیتاس^{۲۴} را یکی از سه اصل معماری دانسته است [۱۴].

در مورد پیدایش و کاربرد آسایش حرارتی به‌معنای امروزی می‌توان گفت که این اصطلاح تا قبل از انقلاب صنعتی مبحثی کاربردی نبود و دلیل آن را شاید بتوان در دسترس نبودن ابزارهای لازم جهت کنترل و تغییر شرایط دمایی در داخل ساختمان‌ها دانست. با پیشرفت چشمگیر علوم و فناوری، عرصه‌های فعالیت افراد در جامعه گسترش یافت. از سوی دیگر، سطح توقع افراد و نیاز آنها به ایجاد شرایط آسایش در محیط‌های مسکونی، اداری، کارگاه‌ها و جز این‌ها محسوس‌تر می‌شد. پیشرفت سریع دانش و فناوری سبب شد تا انسان بیشتر از ۹۰ درصد از وقت خود را در فضاهای بسته بگذراند، لذا ضرورت دستیابی به سیستم‌های حرارتی و برودتی، که بتواند شرایطی سالم و مطبوع در ساختمان ایجاد نماید، به‌شدت احساس می‌شد [۱۳].

از جمله اولین محققان فعال در حوزه آسایش حرارتی فانگر^{۲۵} بود. وی در سال ۱۹۶۷ م آسایش حرارتی را تجزیه و تحلیل کرد. تحقیقات وی مبتنی بر تنظیم حرارت بدن انسان و انتقال گرما و جرم مربوط به آن بود. او توانست از این ارتباط معادله آسایش حرارتی را تعریف کند. با توجه به آنچه در معرفی انرژی و آسایش حرارتی ذکر شد، ضرورت پرداختن به ریشه‌های معنایی و تفحص در باب نقطه اشتراک دو واژه مذکور بیش از پیش روشن می‌شود.

۴. اصطلاح‌شناسی انرژی

۴-۱. انرژی در فرهنگ لغات

در برخورد با واژه انرژی در فرهنگ لغات، از جمله فرهنگ لانگمن^{۲۶} [۱۴]، تعاریف زیر دیده می‌شود:

انرژی نیرویی است که برای تأمین گرما، فعالیت دستگاه‌ها و جز این‌ها به‌کار می‌رود / قدرت جسمی و روحی که سبب می‌شود انسان بتواند کار کند / نیرویی خاص که بعضی از مردم معتقدند در بدن آنها و در بعضی از ساختمان‌ها وجود

دارد / توانایی که سبب کار و یا حرکت چیزی شود / تلاش و علاقهای که انسان را مجبور به انجام کاری می‌کند.

در فرهنگ هریتیج^{۳۷} [۱۵] برای تعریف این واژه این‌چنین گفته است: ظرفیت کار یا فعالیت زیاد / اعمال قدرت یا نیرو / الف) گرما و نیروی قابل استفاده / ب) یک منبع نیروی قابل استفاده مانند نفت.

در جدول‌های ۱ تا ۳ درباره‌ی واژه‌ی انرژی در فرهنگ لغت‌های خارجی و ایرانی و همچنین زبان‌های گوناگون، واژه‌ها و تعاریفی که می‌توانند در فرایند تحقیق برای رسیدن به حلقه‌ی واسط میان دو واژه‌ی انرژی و آسایش حرارتی دخیل و راهگشا باشند، به‌صورت شاخص ذکر شده‌اند. در این بخش برای آشنایی با واژه‌ی انرژی در زبان فارسی، تعاریف و کلمات

مترادف با این واژه در لغت‌نامه‌ی دهخدا، فرهنگ فارسی معین و فرهنگ فارسی عمید بررسی می‌شوند.

در لغت‌نامه‌ی دهخدا [۱۶] در تعریف واژه‌ی انرژی چنین آمده است: مفهوم انرژی یکی از اساسی‌ترین مفاهیم فیزیکی است، اما تعریف ساده و دقیق آن دشوار است. معمولاً انرژی را توانایی یا قابلیت انجام کار تعریف می‌کنند. اغلب انرژی را با نیرو (عامل تغییر حرکت جسم) و قدرت (کاری که در واحد زمان انجام می‌گیرد) اشتباه می‌کنند. انرژی از جنس کار است و با آحاد کار اندازه‌گیری می‌شود. هرگاه کاری بر جسمی انجام گیرد، معادل آن کار بر انرژی افزوده می‌شود و اگر جسمی کاری انجام دهد، معادل آن کار از انرژی جسم کاسته می‌شود.

جدول ۱. واژه‌ی انرژی در فرهنگ لغت‌های خارجی

فرهنگ	لانگمن	هریتیج	آکسفورد	وبستر	
معریف واژه انرژی	توانایی که موجب کار یا حرکت چیزی شود	ظرفیت کار یا فعالیت زیاد	توانایی فعالیت یا کار با قدرت یا اشتیاق	ظرفیت عمل کردن یا فعال بودن	
	قدرت جسمی و روحی که سبب می‌شود بتوانید کار کنید	اعمال قدرت یا نیرو	قدرت جسمی و روحی که شما را مجبور به انجام کاری کند	یک نیروی معنوی مثبت	
	نیرویی است که برای تأمین گرما، فعالیت دستگاه‌ها و جز این‌ها به‌کار می‌رود	یک منبع نیروی قابل استفاده مانند نفت و جز این‌ها	قدرتی که باعث کار کردن دستگاه‌ها و ماشین‌ها می‌شود	قدرت انجام فعالیت زیاد	قدرت قابل استفاده به‌صورت گرما و برق
		گرما و نیروی قابل استفاده			

جدول ۲. واژه‌ی انرژی در فرهنگ لغت‌های فارسی

فرهنگ لغت	دهخدا	معین	عمید	آریانپور
معریف واژه انرژی	کارمایه	نیرو، قوه، قدرت، توانایی انجام کار	نیرو، کارمایه	نیرو، توان، توانایی
	توانایی یا قابلیت انجام کار	انرژی خورشیدی، انرژی مکانیکی، انرژی الکتریکی، انرژی اتمی و جز این‌ها	هریک از منابع نیرو مانند، نفت، خورشید و جز این‌ها	کارمایه، انرژی

همچنین این واژه در فرهنگ فارسی معین [۱۷] این‌گونه تعریف شده است: نیرو، قدرت، توانایی انجام کار، کارمایه.

انرژی هسته‌ای: نوعی انرژی که در واکنش‌های هسته‌ای آزاد می‌شود. انرژی خورشیدی: انرژی تابشی پرتوهای



خورشید؛ انرژی پتانسیل: انرژی که اجسام بر اثر قرار گرفتن در وضع خاصی دارا می‌شوند؛ انرژی مکانیکی: انرژی حاصل از عملیات مکانیکی؛ انرژی الکتریکی: انرژی مربوط به بارهای برقی و حرکت آنها که برحسب وات ساعت یا

کیلووات ساعت اندازه‌گیری می‌شود؛ انرژی جنبشی: انرژی موجود در جسم در حال حرکت. در فرهنگ عمید [۱۸] نیرو، کارمایه / هر یک از منابع نیرو مانند، نفت، زغال‌سنگ، خورشید، و جز این‌ها، معادل این واژه ذکر شده‌اند.

جدول ۳. واژه انرژی در زبان‌های گوناگون

نوع زبان	ایرانی	عربی	انگلیسی	یونانی	فرانسوی	آلمانی
واژه‌های معادل انرژی	نیرو	مقدرة	Energy	Ενέργεια (energeia)	Énergie	Energie
	قدرت	طاقة	power	Ενεργητικότητα (drastiriotita)	dynamisme	Schwung
	توانایی انجام کار	حيوية	force	Δραστηριότητα	Vitalité	Kraft
	کارمایه	فعال	Ability			Tatkraft

جدول ۴. کلمات مترادف با واژه انرژی

مترادف	تعریف	ریشه‌شناسی
Power	توانایی یا ظرفیت برای انجام کاری و یا عمل به شیوه‌ای خاص	انگلیسی میانه، از کلمه <i>pooir</i> به معنی نیرو و توانایی در فرانسه باستان، از کلمه <i>potère</i> به معنی توانایی در لاتین عامه، از کلمه <i>potis</i> به معنی قادر، قدرتمند در لاتین
	قدرت فیزیکی و نیروی اعمال شده توسط چیزی یا کسی	
	انرژی است که توسط وسایل مکانیکی، الکتریکی و ... تولید و برای کار کردن دستگاهها استفاده می‌شود	
Force	قدرت یا انرژی به مثابه یک ویژگی از عمل فیزیکی و یا حرکت	از کلمه <i>force</i> (نیرو) فرانسه باستان (اسم)، <i>forcer</i> (فعل)، بر اساس <i>FORTIS</i> لاتین (به معنی قوی)
	قدرت یا نیروی ذهنی یا اخلاقی	
Strength	حالتی از قدرت فیزیکی	انگلیسی قدیمی، کلمه <i>strengthu</i> از کلمه ای آلمانی بر پایه <i>strong</i>
	ظرفیت یک شیء یا ماده برای مقاومت در برابر نیرو یا فشار	

جدول ۵. تعریف واژه گرما (حرارت)

واژه‌های معادل	معنی	ریشه‌شناسی
Therm	واحد گرما و حرارت برابر با ژول	این کلمه ریشه در واژه یونانی <i>thermē</i> ، به معنای گرما (<i>heat</i>) دارد. این کلمه نیز از واژه <i>thermos</i> به معنای گرم (<i>warm, hot</i>)، می‌باشد.
Heat	انتقال انرژی از جسمی به جسم دیگر در پی تفاوت در درجه حرارت و یا تغییر در فاز	از کلمه <i>heten</i> در انگلیسی میانه، از کلمه <i>hætan</i> در انگلیسی قدیمی



۴-۲. انرژی در زبان‌های گوناگون

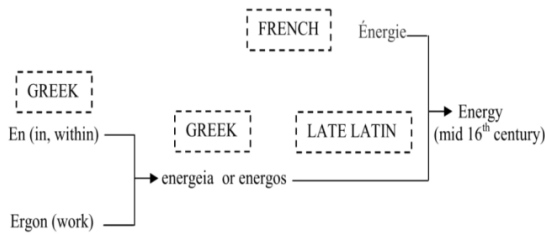
در هر زبانی با گذشت زمان، دانشی که در قالب یافته‌های مرتبط با هستی، جهان‌بینی و تجربیات عملی حاصل شده به شکل واژه در زبان ذخیره و از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شود [۱۹]. شناخت معنا و مفهوم واژه انرژی در زبان‌های گوناگون می‌تواند راهی باشد برای درک صحیح‌تر از این واژه. به‌همین منظور در این بخش سعی شده است واژه انرژی در زبان‌هایی چون عربی، انگلیسی، یونانی، فرانسوی و آلمانی بررسی شود. با نگاهی مختصر به معنای واژه انرژی در زبان‌های گوناگون می‌توان دریافت که این واژه دامنه وسیعی از معانی چون نیرو، گرما، توانایی، قدرت جسمی و روحی، قدرت کار و فعالیت، منابع نیرو و جز این‌ها را شامل می‌شود. اما واژه‌هایی که بتوانند ما را به حلقه واسطه میان انرژی و آسایش حرارتی نزدیک کنند، نیرو در زبان فارسی، مقدره در زبان عربی، power & force در زبان انگلیسی، Δραστηριότητα در زبان یونانی، dynamisme در زبان فرانسوی و Kraft در زبان آلمانی است. لذا در ادامه با توجه به وسعت مطالب، فقط واژه‌های power & force در زبان انگلیسی ریشه‌یابی شده‌اند.

۵. ریشه‌شناسی انرژی

مورخان ریشه لغت energy را لغت فرانسوی energie دانسته‌اند که خود از ریشه لاتین energia است. این لغت لاتین از کلمه یونانی energeia به معنای فعالیت و عملکرد و یا از لغت energos که ترکیبی از دو لغت en به معنای در (in, at) و ergon به معنای کار است مشتق شده است [۱۵].

ژول به‌جای انرژی، واژه نیرو را به‌کار برده است. باید توجه داشت که دو واژه انرژی و نیرو از هم متمایزند. برای به‌دست آوردن ریشه کلمه Ergon، کلمه Organ باید بررسی شود [۲۰]: این کلمه تلفیقی است از organe در انگلیسی باستان و orgene از فرانسه باستان. هر دو به معنای آلت موسیقی؛ ریشه هر دو کلمه، از کلمه organa

لاتینی، و جمع کلمه organum، به معنای یک آلت موسیقی، از کلمه organon یونانی، به اجرا در آوردن، ابزاری برای ساختن یا انجام دادن، ابزار موسیقی، عضوی از معنا، عضوی از بدن. معنای واقعی کلمه از PIE- werg- ano از ریشه werg- to do. کلمه به‌صورت مبهمی در اواخر انگلیسی قدیمی برای آلات موسیقی شناخته شده (مانند ساکسیفون یا چیزی شبیه آن)، معنا (سال ۱۴ میلادی) به‌کار رفته است.



شکل ۱. فرایند ریشه‌شناسی واژه انرژی

اگرچه آگوستین آن را به‌عنوان مفهومی خاص از واژه لاتین organa می‌داند، اما در اواخر سال ۱۴ میلادی به‌عنوان بخشی از بدن مطابق با عملکرد خاص معنی شده است. این معنی از یک مفهوم لاتین قرون وسطایی و از کلمه لاتین organum آمده است. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت: واژه انرژی ریشه یونانی دارد و به معنای نیرو در کُنش^{۲۸} است (در فیزیک اثرگذاری نیرو بر جسم کُنش نامیده می‌شود).

۶. شکل‌های گوناگون انرژی

انرژی به شکل‌های گوناگونی چون نور، گرما، صدا و حرکت وجود دارد. شکل‌های متنوع انرژی را می‌توان را به دو دسته جنبشی و پتانسیل تقسیم کرد. انرژی جنبشی همان حرکت است. حرکت امواج، الکترون‌ها، اتم‌ها، مولکول‌ها، اجسام و مواد. بنابراین انرژی جنبشی شامل انرژی الکتریکی، انرژی موجی، انرژی حرارتی، انرژی حرکتی و انرژی صوتی است.

۶-۱. انرژی حرارتی (گرمایی)

انرژی درون اجسام می‌باشد که حاصل لرزش و حرکت اتم‌ها و مولکول‌های درون جسم است. انرژی زمین‌گرمایی مثالی از انرژی حرارتی است. این شکل از انرژی تنها در صورتی انرژی گرمایی نامیده می‌شود که در جریان انتقال از جسمی به جسم دیگر باشد و به محض اینکه به جسمی منتقل شد، به شکل انرژی درونی آن جسم درمی‌آید و دیگر صورتی از انرژی گرمایی نیست [۲۱]. گرما وقتی مثبت است که انرژی گرمایی از محیط به دستگاه انتقال یابد (می‌گوییم گرما توسط دستگاه جذب شده است) و وقتی منفی است که انرژی گرمایی از دستگاه به محیط آن انتقال یابد (می‌گوییم گرما آزاد یا تلف شده است) [۲۲]. با توجه به اینکه در راستای تحلیل معناشناختی واژه انرژی، پیوند خاص این واژه با گرما و حرارت مشخص شد، و همچنین بیان این نظریه که حرارت صورتی از انرژی است و انرژی حرارتی یکی از اشکال انرژی می‌باشد، لذا در ادامه به بحث پیرامون گرما و حرارت پرداخته می‌شود و از صحبت پیرامون مابقی انواع انرژی و صورت‌های آن صرف‌نظر می‌شود.

۶-۲. مفهوم گرما (حرارت) (۲۹)

گرما انرژی جابه‌جا شده از یک جسم به جسم دیگر یا از ناحیه‌ای به ناحیه‌ای دیگر، طی برهم‌کنش‌های گرمایی است. بنابراین واحد گرما همان واحد انرژی گرمایی (انرژی حرارتی) است. گاهی این دو اصطلاح در معنای یکدیگر نیز به کار می‌روند. انتقال انرژی از راه‌های گوناگونی چون رسانش گرمایی، تابش و همرفت انجام می‌شود. گرما یکی از ویژگی‌های سیستم یا جسم نیست، بلکه معمولاً به یک نوع فرایند مربوط است و با جریان گرما و انتقال گرما هم معناست. یک منبع گرما جسمی است که جرم آن به قدری زیاد است که می‌تواند مقدار نامحدودی از گرما را جذب و یا دفع کند بدون اینکه تغییر چندانی در دمای آن داده شود [۲۳]. یک تعریف مفید و غیرمصطلح از گرما چنین است:

گرما آن چیزی است که بین یک سیستم و محیط اطرافش فقط در نتیجه اختلاف دما منتقل می‌شود [۲۴]. در مجموع، گرما انتقال انرژی از یک جسم یا از یک سامانه ترمودینامیکی به دیگری است وقتی که دو سامانه در دو دمای متفاوت باشند. این انرژی در اثر تماس حرارتی منتقل می‌شود. همچنین از انتقال گرما به‌عنوان یکی از فرایندهای بنیادی انتقال انرژی بین اجسام فیزیکی یاد می‌شود. انتقال گرما یکی از راه‌های جابه‌جایی انرژی است که در آن کاری صورت نمی‌گیرد [۲۱]. براساس علم ترمودینامیک، انرژی انتقال یافته بین دو جسم به‌واسطه وجود اختلاف حرارت را حرارت (یا گرما) می‌گویند [۲۲]. انتقال گرما بر اثر اختلاف دما پدید می‌آید. انتقال گرما از سه طریق کلی رخ می‌دهد. این سه روش عبارت‌اند از هدایت حرارتی، جابه‌جایی حرارتی و تشعشع حرارتی [۲۵]. امروزه ثابت شده است که گرما صورتی از انرژی است که از جسم گرم‌تر به جسم سرد منتقل می‌شود. انتقال انرژی سریع‌ترین نوع انتقال حرارت بوده و در خلأ نیز صورت می‌گیرد. انرژی خورشید به این روش به سطح زمین می‌رسد [۲۶].

۷. تاریخچه درک مفهوم گرما (حرارت)

نکته مهم در مسیر تکامل دانش گرما این است که گرما تا مدت‌ها به‌عنوان صورتی از انرژی در نظر گرفته نمی‌شد. بلکه به‌عنوان مایع و یا سیالی (بی‌جرم به نام کالری) فرض می‌شد که بر اثر اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌گردد. قرن‌ها اعتقاد مردم بر این بود که حرارت جسمی بی‌وزن است که کالری نامیده شده و در درجات مختلف می‌توان آن را در تمام مواد پیدا کرد. بر طبق این نظریه کالری موجود در چوب بر اثر سوختن آزاد می‌شود. اولین بار در سال ۱۷۹۸ م یک دانشمند امریکایی به نام بنیامین تامسون، که بعداً به کنت رامفورد^{۳۰} شهرت یافت، ادعا کرد که حرارت جسم نیست، بلکه پدیده‌ای است که از طبیعت حرکت ایجاد می‌شود، همچنین نشان داد که حرارت (گرما) صورتی از انرژی است و در آن سال عقیده

قبلی که حرارت را جسم می‌دانست مردود اعلام گردید. نظر تامسون درست بود، اما نظریه واضح‌تری در مورد طبیعت حرارت ابراز نشد تا اینکه دانشمندان حالت اتمی بودن ماده را کشف کردند و به این نتیجه رسیدند که هر ماده از ذراتی به نام اتم تشکیل شده است. اکنون می‌دانیم که آنچه به نام حرارت یا گرما می‌شناسیم حرکت الکترون‌ها، اتم‌ها و ملکول‌هاست که هر یک از آنها در جهات گوناگون به حرکت درآمده و به هم برخورد می‌کنند. بدیهی است درجه حرارت نیز مشخص می‌سازد این ذرات با چه سرعتی به حرکت در می‌آیند.

همچنین در زمان ژول، دانشمند فرانسوی، نیز گرما را نوعی انرژی به حساب آوردند و واحد آن ژول در نظر گرفته شد. تجربیات ژول اصل بقای انرژی را به صورت کلی آن تأیید می‌کند. اگرچه امروزه این واقعیت که گرما صورتی از انرژی است مفهومی بدیهی شده است، اما حدود سال‌های ۱۸۵۰ برای گالیله و نیوتن فکر تازه و غیرقابل قبولی بود [۲۴]. نیمه اول سده نوزدهم شاهد پیشرفت‌های فراوان و رشد بینش‌های عمیق درباره ماهیت‌های گرما بود؛ زیرا در اواخر سده هجدهم انقلاب صنعتی در قاره اروپا و امریکا گسترش یافت. پیش از سال ۱۸۳۰ تصور می‌کردند که گرما و خواص گرمایی مواد با پدیده‌های مکانیکی الکتریکی و مغناطیسی ارتباطی ندارند. بنا بر نظریه کالریک^{۳۱}، که در آن زمان رایج بود، مقدار گرمای هر جسم متناسب با مقداری از سیال کالریک بود که در جسم وجود داشت؛ یعنی هرچه مقدار سیال کالریک آن نیز بیشتر بود، انبساط گرمایی را که از پدیده‌های آشنا به شمار می‌آمد این‌طور توجیه می‌کردند که برای پذیرش سیال کالریک اضافی فضایی بیشتر لازم است. هرچند دادن گرما به جسم هیچ تغییر قابل اندازه‌گیری در جرم آن ایجاد نمی‌کرد و این امر را با معضل روبرو می‌ساخت، اما هواداران این نظریه برای حل مشکل می‌گفتند که کالریک یک سیال است (سنجش‌ناپذیر) یا (آذین) یعنی سیالی بدون جرم است. هرچند نظریه کالریک را پیش از پایان نیمه اول قرن

نوزدهم کنار گذاشتند. میراث آن واحد گرما؛ یعنی کالری، هنوز هم کاربرد دارد. این واقعیت که ماشین بخار، با استفاده از گرمای ناشی از سوختن چوب یا زغال سنگ کار مکانیکی انجام می‌دهد کم‌کم در مفهوم گرما تحول ایجاد کرد. جیمز کلرک ماکسول از جمله دانشمندانی بود که در کتابش، تئوری گرما در سال ۱۸۷۱ گرما را به حرکت اجسام مربوط دانست و آن را دسته‌بندی کرد [۲۳].

۸. تئوری‌های گرما (حرارت)

گرما شکلی از انرژی است؛ انرژی جنبشی حرکت میکروسکوپی (کاتوره‌ای) مولکول‌ها، اتم‌ها، یون‌ها، الکترون‌ها و ذرات دیگر. وقتی می‌گوییم جسمی مقداری گرما جذب می‌کند، منظور این است که انرژی جنبشی حرکت میکروسکوپی اتم‌ها و مولکول‌ها در جسم افزایش می‌یابد [۲۳]. حرارت همیشه به صورت چیزی تصور شده است که سبب ایجاد احساس گرما می‌شود. شاید به نظر برسد یکی از نخستین چیزهایی که انسان آن را درک نموده، حرارت است. اما در حقیقت، در اواسط قرن نوزدهم بود که انسان توانست به کمک تئوری جنبشی^{۳۲} به درک درستی از حرارت دست یابد. با اینکه در قرن هجدهم و اوائل قرن نوزدهم، حرارت را مظهر حرکت مولکولی می‌دانستند، اما تا اواسط قرن نوزدهم، دید غالب حرارت، بر اساس تئوری کالریک بود که در سال ۱۷۸۹ م توسط شیمی‌دان فرانسوی، آنتوان لاوازیه^{۳۳} بیان شده بود. طبق این تئوری، حرارت چیزی شبیه یک سیال به نام کالریک فرض می‌شود که فاقد جرم، رنگ، بو و مزه بوده و می‌تواند از یک جسم به جسم دیگر برود. به عبارت دیگر، این تئوری اظهار می‌کرد که حرارت، یک ماده است و نمی‌تواند خلق یا نابود شود (نظریه کالریک قادر بود فرایندهای زیادی از قبیل هدایت گرما یا نتیجه مخلوط کردن اجسام در یک کالیمتر را تشریح کند). حال آنکه در سال ۱۷۹۸ م، بنجامین تامسون^{۳۴} امریکایی، در مقالات خود نشان داد که حرارت را می‌توان به‌طور پیوسته از اصطکاک به دست آورد.



اعتبار تئوری کالریک از جهات دیگری نیز مورد تردید قرار گرفت. سرانجام آزمایشات جیمز ژول انگلیسی در سال ۱۸۴۳ م، نشان داد که حرارت ماده نیست و بدین ترتیب تئوری کالریک کنار گذاشته شد. هرچند تئوری کالریک در قرن نوزدهم کنار گذاشته شد، اما در پیشرفت علم ترمودینامیک نقش مهمی ایفا کرد [۲۶].

۹. نظریه‌های انرژی

۹-۱. انرژی صورتی از ماده

انرژی یکی از اساسی‌ترین مفاهیم علمی است. ماده یکی دیگر از این مفاهیم اساسی است. هر آنچه در جهان یافت می‌شود یا ماده است یا انرژی. تا نخستین سال‌های قرن بیست میلادی دانشمندان انرژی و ماده را دو چیز کاملاً متفاوت می‌دانستند. پیرامون این مبحث، ارسطو مفهوم ماده و صورت را مطرح کرد. او دو جنبه از موجودات تفاوت قائل شد و بیان کرد که هر موجودی عبارت است از ماده و صورت. ماده هر موجود، مصالح و مواد و خمیره‌ای است که آن چیز از آنها ساخته شده است و صورت هر چیز، ساخت و سازمان آن چیز است. در اینجا ارسطو قوه و فعل را به ماده و صورت مرتبط می‌سازد، به این صورت که:

ماده همان وجود بالقوه است و صورت، فعلیت موجود و یا به عبارت دیگر، وجود بالفعل است. صورت فعلیت ماده است و حقیقت هر چیز صورت اوست. هر موجودی وجود بالقوه و بالفعل و یا ماده و صورت دارد و چون صورت، فعلیت و حقیقت موجود است، کمال هر چیزی در صورت آن است نه در ماده آن.

در نظر ارسطو، مرگ و ولادت کون و فساد؛ یعنی از بین رفتن صورتی از ماده و پدیدارشدن صورت دیگر. ماده همیشگی است و صورت‌ها هستند که عوض می‌شوند و به همین دلیل با تأمل عقلانی می‌توان عقب رفت و به ماده نخستین و اولیه‌ای رسید که هنوز صورت نپذیرفته و ماده (قوه) محض است. این ماده و قوه محض، که هیچ تعینی ندارد، هیولای اولی نام دارد. اما باید توجه داشت چون ماده

هیچ‌گاه از صورت جدا نمی‌شود، هیولای اولی یا ماده بی‌صورت نمی‌تواند وجود خارجی داشته باشد و فقط فرض ذهن ماست [۲۷].

به عقیده مطهری انرژی فقط به‌عنوان صورتی از ماده به حساب می‌آید و تنها واقعیت موجود حقیقتی که شاعل مکان و متغیر در زمان است، ماده نام دارد [۲۸].

۹-۲. تبدیل ماده به انرژی و انرژی به ماده

طبق اصل هم‌ارزی نسبیت انیشتین، انرژی و ماده به یکدیگر بستگی دارند و می‌توانند به هم تبدیل شوند، به طوری که ماده می‌تواند به انرژی و انرژی می‌تواند به ماده تبدیل شود. او رابطه میان انرژی و ماده را به صورت فرمول مشهور $E=mc^2$ بیان کرد، که در آن E مقدار انرژی و m مقدار ماده یا جرم، و نهایتاً c سرعت نور است. چون مقدار مجذور سرعت نور بسیار بزرگ است، طبق این فرمول مقدار کمی ماده می‌تواند به مقدار بسیار زیادی انرژی تبدیل شود، و برعکس برای آنکه از انرژی بتوان ماده یا جرم قابل مشاهده‌ای به دست آورد، به مقدار بسیار زیادی انرژی نیاز است. در واکنش‌های هسته‌ای و شیمیایی تغییری در انرژی و تغییری در جرم ماده به وجود می‌آید. در هر دو نوع واکنش ممکن است مجموع جرم محصولات واکنش کمتر از مجموع جرم عامل‌های واکنش باشد. این جرم کاهش یافته به انرژی تبدیل می‌شود که معمولاً به صورت انرژی گرمایی آزاد می‌شود [۲۹].

۹-۳. انرژی به مثابه نیرو

مشهور است که ارسطو نیرو را به‌عنوان هر چیزی که باعث می‌شود شیئی یک حرکت غیرطبیعی انجام دهد، توصیف کرد. همچنین دینامیک ارسطو، سوء تدبیرهایی شهودی از نقش نیرو ایجاد کرد که نهایتاً در قرن هفدهم و به‌خصوص در کارهای ایزاک نیوتن تصحیح شدند [۳۰]. اسپنسر^{۳۵} یکی از بزرگترین فیلسوفان قرن نوزدهم، ماده را به نیرو ارجاع می‌دهد. توضیح آنکه مفهوم ماده هم به‌نوبه خود، از

تجربه نیرو مشتق شده است؛ چه آنکه نیروها (نیروهایی که در رابطه‌های متقابل خاصی باشند) کل محتوای تصور ما را از ماده تشکیل می‌دهند. به همین صورت، هرچند مفاهیم و تصورات پیشرفته ما از حرکت، مستلزم تصور مکان، زمان و ماده است، اما آگاهی آغازین ما از حرکت، صرفاً از تأثرات متوالی ما از نیرو می‌باشد [۳۱]. بنابراین بحث اسپنسر این است که تحلیل روانی مفاهیم زمان، مکان، ماده و حرکت نشان می‌دهد که همه این‌ها مبتنی بر ادراک ما از نیرو هستند و نتیجه‌ای که می‌گیریم این است که سرانجام به نیرو می‌رسیم که واپسین‌ترین چیز است [۳۲].

نیرو در فیزیک کمیتی برداری است که باعث شتاب گرفتن اجسام می‌شود. نیرو را به‌طور شهودی می‌توان با کشیدن یا هل دادن توصیف کرد. شتاب جسم متناسب است با جمع برداری همه نیروهای وارد بر جسم. در یک جسم صلب (یعنی جسمی که ابعادش در فضا گسترده است و نمی‌توان آن را با یک نقطه تقریب زد) نیرو می‌تواند جسم را بچرخاند، تغییر شکل دهد یا فشار وارد بر آن را بیفزاید. آثار چرخشی با گشتاور و تغییر شکل یا فشار با تنش توصیف می‌شوند [۲].

در این حوزه نیرو برابر با حاصل ضرب جرم در شتاب و معادل با $F=ma$ می‌باشد. رابطه میان انرژی و نیرو در حوزه فیزیک، همان کار مکانیکی می‌باشد. در فیزیک، کار مکانیکی مقدار انرژی است که توسط یک نیرو در حال اثر طی یک فاصله انتقال می‌یابد. کار مانند انرژی کمیتی نرده‌ای است و یکای آن در SI ژول است [۳۳].

۹-۴. انرژی به‌مثابه حرکت

علامه طباطبایی در چندین مورد از مباحث فلسفی مربوط به انرژی، آن را به حرکت تفسیر کرده است. وی انرژی را به حرکت جوهری برمی‌گرداند؛ یعنی انرژی فرایند حرکت جوهری هستی است. بدین ترتیب که انرژی، حقیقتی جز حرکت ماهیت خارجی و حقیقت جسم و هستی ماده ندارد [۳۴].

براساس این رویکرد، حقیقت انرژی چیزی جز حرکت نیست؛ بدین توضیح که با توجه به تعریف مشهور جدید از ماده، که ماده تراکم انرژی است و ماده حرکت است، پس انرژی که اصل جهان مادی است، حقیقتی جز حرکت ندارد. این نوع رویکرد در واقع، ارجاع حقیقت انرژی به حرکت جوهری جوهر جسمانی است [۲۸].

۹-۵. انرژی به‌مثابه فعالیت

ارسطو نخستین‌بار در کتاب نیکوماخوس، انرژی را در راستای معنای فعالیت آورده است [۴]. در حوزه فلسفه، اسپنسر معتقد است ماده با انرژی یکسان تلقی شده و انرژی فعالیت محض است. ماده اصلی انفعالی، که از ترکیب قطعات ثابت و مشابه ماده به‌وجود آمده، در هر توصیف اساسی رد شده است. به‌طور آشکار، این نظریه یک حقیقت استنتاجی مهم را بیان می‌دارد [۳۵]. در حوزه فیزیک، کار (فعالیت) مبنای خاص دارد. کار بنا به تعریف عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مسافت پیموده شده در راستای موازی با نیرو، اگر نیروی اعمال شده را با بردار F و جابه‌جایی را با بردار S نشان دهیم، آن وقت کار حاصل ضرب نقطه‌ای این دو بردار است و از رابطه $W=F.S$ به‌دست می‌آید. پس برای اینکه کار انجام شود، جسم یا سیستم باید تحت تأثیر نیروی برآیندی قرار بگیرد و باید حرکتی پدید بیاید و این حرکت باید دست‌کم مؤلفه‌ای در راستای نیرو داشته باشد. همچنین اینکه انرژی با کار انجام‌شده سنجیده می‌شود تا حدی با قضیه کار و انرژی مورد تأکید قرار می‌گیرد. این قضیه به‌سادگی می‌گوید کار خالص (یا کار برآیند) انجام‌شده برابر است با تغییر انرژی [۲].

۹-۶. حرارت صورتی از انرژی

حرارت صورتی از انرژی است که به‌واسطه اختلاف دما بین دو سیستم انتقال می‌یابد. حرارت انرژی در حال گذر است و فقط وقتی شناخته می‌شود که تمام مرزهای یک سیستم را



قطع کند [۲۶]. بر اساس دانش ترمودینامیک، انرژی انتقال یافته بین دو جسم به واسطه وجود اختلاف حرارت را حرارت (یا گرما) می‌گویند [۲۷]. با توجه به اینکه حرارت صورتی از انرژی است و آسایش حرارتی را می‌توان نوعی فعلیت حرارتی به‌شمار آورد، لذا پس از روشن شدن معنای حرارت و تئوری‌های آن در حوزه‌های مورد بحث، که در بخش‌های پیشین به آن اشاره شد، به تعریف اصطلاح آسایش حرارتی در حوزه‌های فیزیک، مکانیک و معماری و تئوری‌های پیرامون آن پرداخته می‌شود.

۱۰. نقطه آسایش

به شرایطی که در آن مجموع فاکتورهای دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای آسایش فراهم باشد، نقطه آسایش می‌گوییم. با تغییر هر یک از فاکتورهای بالا شرایط آسایش از بین رفته و برای جبران آن باید فاکتور دیگران را تغییر دهیم. مثلاً در صورت افزایش دما می‌توانیم پوشش را کم کنیم یا با افزایش جریان هوا مجدداً به یک نقطه آسایش جدید برسیم که مجموعه کل این نقاط آسایش را محدوده آسایش می‌نامند. به‌طور کلی می‌توان شرایط آسایش را به چند شاخه اصلی تقسیم‌بندی نمود: آسایش کیفی، آسایش اکوستیکی، آسایش بصری و آسایش حرارتی.

کیفیت هوا و شرایط محیط زندگی و کار از نظر میزان آلاینده‌های هوا، یکی از عوامل مهم و مؤثر در ایجاد شرایط آسایش است. این شاخه؛ یعنی آسایش کیفی، امروزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سروصدای زیاد و همچنین نور نامناسب از جمله عواملی هستند که آسایش ساکنان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. یکی دیگر از عواملی که آسایش ساکنان ساختمان را متأثر می‌سازد، شرایط آسایش حرارتی است. شرایط آسایش حرارتی و مصرف انرژی دو مقوله جدایی ناپذیرند؛ به‌طوری‌که بهبود شرایط آسایش حرارتی در ساختمان اغلب با افزایش مصرف انرژی همراه است و بالعکس [۱۳]. محدوده آسایش محدوده‌ای

است که در آن حداقل ۸۰ درصد افراد احساس رضایت کنند.

۱۱. آسایش حرارتی

دمای داخلی بدن انسان در حالت عادی در حدود ۳۷ درجه سانتی‌گراد است که این دما در سطح پوست به ۳۲ درجه کاهش می‌یابد. اگر دمای داخلی بدن در اثر هر عاملی خارجی نظیر تغییر دمای هوا، فعالیت های بدنی زیاد و جز این‌ها از این میزان بیشتر شود، بدن احساس گرما کرده و انرژی اضافی خود را به محیط منتقل می‌کند و در صورتی که دمای داخلی از ۳۷ درجه کمتر شود بدن احساس سرما کرده و انرژی مورد نیاز خود را از محیط جذب می‌کند. بنابراین همواره تبادل حرارتی بین بدن و محیط اطرافش در جریان است. حال اگر این تبادل حرارت به حالت تعادل درآید؛ یعنی بدن در لحظه بتواند انرژی اضافی خود را به محیط منتقل کند یا انرژی مورد نیاز را از محیط جذب کند، آسایش حرارتی برقرار شده است؛ یعنی حالتی که فرد نه احساس سرما و نه احساس گرما می‌کند [۱۳].

تعریف زیر که توسط استاندارد اشری^{۳۶} ارائه شده است سازگاری و مقبولیت بیشتری با آسایش دارد:

آسایش حرارتی شرایط ذهنی است که رضایت از محیط حرارتی را بیان می‌کند.

این تعریف با به‌کار بردن تعبیری مانند شرایط ذهنی و رضایت باز گذاشت می‌شود، اما تأکید می‌کند که قضاوت در مورد آسایش یک فرایند ادراکی است که به‌وسیله عوامل متعدد فیزیکی، فیزیولوژیکی، روانی و جز این‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. پیش‌بینی برای استاندارد اشری آن‌قدر مهم است که این استاندارد دمای مؤثر را شاخص اصلی آسایش خود قرار داده است. به‌طور کلی می‌توان گفت شرایط آسایش حرارتی وقتی حاصل می‌شود که شرایط زیر برقرار باشد [۳۶]:

۱. میزان انرژی تولیدی در بدن برابر میزان انرژی اتلافی از بدن باشد

۲. دما و میزان رطوبت در بازه آسایشی باشند

۳. فعالیت‌های فیزیولوژیکی برای تنظیم حداقل باشند
برای آنکه شخصی در ناحیه آسایش گرمایی باشد، لازم است میزان تولید انرژی در بدن برابر میزان اتلاف انرژی از بدن باشد. لذا باید عوامل شخصی و محیطی تأثیرگذار در بدن به‌گونه‌ای با یکدیگر در اندرکنش باشند تا این شرایط ایجاد گردد. آثار این پارامترها به‌گونه‌ای است که در بازه وسیعی بالانس انرژی برقرار می‌گردد، اما تنها در ناحیه محدودی از این بازه شرایط آسایش حرارتی برقرار می‌گردد.

۱۲. آسایش حرارتی (در حوزه معماری)

هدف از ساخت بناهای مسکونی فراهم آوردن فضایی راحت و حفاظت شده در برابر شرایط نامطلوب محیط بیرون برای ساکنان است که به آن آسایش حرارتی می‌گویند. آسایش حرارتی حالتی است که فرد برای تغییر شرایط حرارتی محیط هیچ اقدام رفتاری را انجام ندهد [۳۷]. تعریفی که بتوان برای آسایش حرارتی نمود به‌راحتی قابل بیان نیست، اما به‌طور کلی می‌توان آن را احساس راحتی یک فرد در فضای زیستی مصنوعی دانست. شرایط افراد نیز با هم متفاوت است. آسایش حرارتی برای انسان‌های مختلف متأثر از شرایط روحی و روانی و نیز فیزیولوژیکی آنها بوده و همچنین سن، جنس، جثه و میزان سلامتی از دیگر عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی انسان به‌شمار می‌روند. با توجه به متفاوت بودن شرایط آسایش حرارتی افراد، رسیدن به شرایط ایده‌آل همه امکان‌پذیر نیست لذا در طراحی بناها باید تلاش شود تا آثار نامطلوب اقلیمی در فضای داخل به حداقل برسد. طبق تعریف، شرایط آسایش حرارتی، محدوده‌ای است از دما و رطوبت که در آن سازوکار تنظیم حرارت بدن در حداقل فعالیت باشد [۳۸].

تعیین محدوده آسایش حرارتی بر محاسبات حرارتی ساختمان، اندازه دستگاه‌های حرارتی برودتی و ضخامت عایق و جنس مصالح و به‌طور کلی بر میزان مصرف و اتلاف انرژی تأثیر مستقیم دارد و با توجه به اینکه افراد در

شرایط اقلیمی یکسان احساس آسایش دمایی مشابهی دارند، لازم است که برای هر منطقه اقلیمی، محدوده آسایش حرارتی به‌طور دقیق مشخص شود [۳۹].

محدوده آسایش حرارتی انسان از ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد است که از حداقل ۱۸ درجه در مناطق سردسیر تا حداکثر ۲۸ درجه در مناطق گرمسیر قابل گسترش می‌باشد. دمای هوای خارج به‌ندرت در داخل این محدوده قرار می‌گیرد، بنابراین یکی از عواملی که منجر به تأمین و حفظ دمای آسایش در داخل ساختمان می‌شود، استفاده از مصالح و عایق‌های مناسب در کف، سقف و جداره‌های ساختمان می‌باشد. مشکل تأمین انرژی‌های فسیلی و هزینه‌های تحمیلی این‌گونه سیستم‌ها، اهمیت جداره‌ها در تأمین شرایط آسایش را روشن می‌سازد. هر قدر دما و رطوبت هوای خارج نسبت به منطقه آسایش اختلاف بیشتری داشته باشد، نقش جداره حساس‌تر می‌شود. بنابراین باید انتخاب مصالح و جزئیات اجرایی با دقت بیشتری صورت گیرد [۴۰].

محدوده‌های آسایش حرارتی با توجه به شرایط اقلیمی هر کشور تعیین شده می‌شود، به این معنا که در کشورهای با اقلیم سرد و مرطوب مثل انگلیس محدوده‌های دمایی پایین و رطوبتی بالا و در اقلیم‌های گرم مثل فرانسه و امریکا محدوده‌های دمایی بالا و رطوبتی پایین پیشنهاد شده است. علت این امر تأثیر مستقیم محدوده آسایش حرارتی بر میزان مصرف انرژی در ساختمان‌هاست. در کشورهایی با آب‌وهوای سرد با کاهش محدوده آسایش تا حد قابل تحمل برای افراد، میزان مصرف انرژی مورد نیاز برای گرمایش کاهش می‌یابد و در اقلیم‌های گرم با نزدیک کردن محدوده آسایش به مرزهای احساس گرما و احساس سرما، مقدار مصرف انرژی را برای سرمایش و گرمایش در طول سال به حد بهینه می‌رسانند [۴۱].

بررسی‌ها و گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که همه ساختمان‌ها به‌ویژه ساختمان‌هایی که به‌طور مستقیم مورد استفاده انسان و موجودات زنده قرار می‌گیرند، از دو نظر



حائز اهمیت می‌باشند. از یکسو ساختمان‌های هماهنگ با اقلیم و یا ساختمان‌های با طراحی اقلیمی از نظر آسایش حرارتی انسان، کیفیت بهتری دارند، شرایط محیطی این‌گونه ساختمان‌ها بهتر است و تنوع و تغییر روزانه و فصلی نور و حرارت و جریان هوا در این ساختمان‌ها فضای متنوع و دلپذیری ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، هماهنگی ساختمان با شرایط اقلیمی موجود صرفه‌جویی در مصرف انرژی مورد نیاز برای کنترل شرایط محیطی بنا می‌شود [۴۲].

۱۳. تئوری‌های پیرامون آسایش حرارتی

رسیدن به شرایط آسایش مبحث جامع و پیچیده‌ای است که برای نیل به آن بایستی همه عوامل مؤثر را در حد مطلوب نگاه داشت. اما آسایش مورد نظر در این مقاله، از نوع آسایش گرمایی (حرارتی) است که می‌تواند یا بر اثر فعالیت سیستم‌های HVAC یا بر اثر جریان هوای طبیعی روی دهد. شرایط آسایش گرمایی می‌تواند بسته به محل مورد بحث به چندین شاخه تقسیم شود. ایجاد شرایط آسایش مناسب برای ارضای اشخاص در محیط‌های داخلی، نیازمند ایجاد شرایط آسایش گرمایی می‌باشد. شرایط آسایش غیردلخواه می‌تواند می‌تواند منجر به ناراحتی ساکنان شود، که این امر به نوبه خود منجر به آثار منفی در بازده و تولید گرمای ناشی از حضور اشخاص می‌شود. لذا توجه به مشکلات آسایش گرمایی در ساختمان‌ها یک امر جدی است که نیازمند توجهات خاص می‌باشد [۳۶].

الگوی کهن آسایش حرارتی (لفظ نظریه کلاسیک به آن اطلاق می‌شود) به شکل معناداری با فیزیولوژی انسانی، سیستم‌های تنظیم‌کننده بدن، تغییرات دمایی و عوامل تأثیرگذار در این حوزه ارتباط دارد. به همین جهت این نگرش منجر به تدوین معادلات آسایش حرارتی شده‌اند [۴۳].

مطابق استاندارد اشرفی آسایش حرارتی هر شخص، شرایط ذهنی است که میزان رضایت‌مندی او را از دمای محیط

بیان می‌کند. فانگر در سال ۱۹۶۷ به تجزیه و تحلیل آسایش حرارتی پرداخت. تحقیقات او مبتنی بر تنظیم حرارت بدن انسان و انتقال گرما و جرم مربوط به آن بود. وی توانست از این ارتباط، معادله آسایش حرارتی را تعریف کند. این معادله منجر به شاخص جدید آسایش حرارتی عمومی، به نام میانگین آرای پیش‌بینی شده (PMV) گردید. برای تعریف این رابطه نتیجه گرفته شد که انتقال گرما و جرم با سطوح فعالیت، میزان تعریق و دمای پوست به صورت خطی ارتباط دارد. این عوامل با شش پارامتر ورودی که منجر به شاخص میانگین آرای پیش‌بینی شده می‌گردند تعریف شد. فانگر در سال ۱۹۷۲، همان‌طور که در استانداردهای ایزو ۷۷۳۰ و ۵۵-۲۰۰۴ اشرفی منعکس شده است، آسایش حرارتی را از طریق انتقال گرما و جرم بین بدن انسان و محیط حرارتی بیان کرد [۴۴]. در مدل فانگر، شرایط حرارتی بدن به دو عامل فردی (نرخ متابولیک و میزان عایق‌بندی لباس) و چهار عامل محیطی (دمای هوا، دمای متوسط تابش، فشار بخار هوا و سرعت هوا) وابسته است. فانگر این عوامل مؤثر بر شرایط حرارتی بدن را در قالب شاخص واحدی با نام میانگین آرای افراد نسبت به شرایط گرمایی محیط بیان می‌کند [۳۶].

کونیزبرگر و همکاران [۴۵] حد مطلوب شرایط آسایش را بر مبنای موقعیتی فاقد تحرک، در مسیر صحیح واکنش‌های محیطی فرض می‌کنند. در کنار مفهوم، محدوده آسایش نیز به عنوان موضوع ذهنی دیگری باید در کانون توجه قرار بگیرد. هنسل [۴۶] حد مطلوب دمایی را به عنوان یک تجربه حسی مورد مذاقه قرار داده بود. از سوی دیگر، هنسن [۴۷] معتقد است که اشرفی به یک سلسله از عوامل محیطی محدود شده است و عوامل تأثیرگذار دیگری هستند که در این میان به آنها توجه نشده است.

هیمفریز [۴۸] با تئوری خود محدوده آسایش حرارتی را متغیر و بازه آن را به مراتب بزرگتر بیان کرد. نتیجه گفتار هیمفریز آن است که با کاربست تئوری او، صرفه‌جویی چشمگیری در مصرف انرژی ساختمان‌ها به وجود می‌آید.

هیمنفریز به دفعات و با ارائه شواهد مختلف نشان داد عوامل آب‌وهوایی و اختصاصی به‌تنهایی تعیین‌کننده نیستند. عامل تعیین‌کننده شرایط آسایش حرارتی در واقع موارد دیگری هستند که در تئوری‌های قبلی به آنها توجهی نشده است مانند فرهنگ. ورود مقوله جدیدی مثل تأثیر فرهنگ بر دمای آسایش، دریچه نو و بدیعی بر مقوله مصرف انرژی است. همچنین هیجز [۴۹] در مقاله خود به نکات فیزیولوژیکی اشاره کرده است. به نظر او شرایط روحی می‌تواند نتیجه یکی از فرایندهای ادراکی، حاصل یک دانش و یا یک شناخت معین از یک احساس یا نگرش باشند. او در ادامه می‌گوید: اگر حد مطلوب دمایی به‌عنوان یک موقعیت فیزیولوژیکی تنها تلقی شود، فضاهای مصنوعی حالتی آشفته پیدا می‌کنند.

۱۴. جمع‌بندی

انرژی مقوله‌ای است که در حوزه‌های مختلف از جمله فیزیک، مکانیک، ترمودینامیک، شیمی، فلسفه، معماری و جز این‌ها به کار می‌رود. تحقیق و مطالعه بنیادین مفهوم انرژی می‌تواند راهگشا و غنابخش موضوعات مطرح در حوزه‌های مختلف تحقیقاتی شود. آنچه قبل از هرگونه تحقیق پیرامون انرژی ضروری به‌نظر می‌رسد، کاوش و پژوهش در معنای انرژی یا به‌عبارت دیگر، شکافتن لایه‌های معنایی آن است. بنابراین در این مقاله سعی شده است تا نوعی ریشه‌شناسی و اصطلاح‌شناسی از انرژی در راستای آسایش

۱۵. مأخذ

[۱] پارکر، استیو. منابع انرژی، ترجمه امیر صالحی طالقانی، افق، ۱۳۸۶.

[۲] ج. بلت، فرانک. فیزیک پایه، جلد ۱، تهران: فاطمی، ۱۳۷۴.

[۳] پیراوی ونک، مرضیه. "تحلیل معناشناختی واژه ایکون"، مجله علمی پژوهشی متافیزیک، س. ۳، ش. ۱۱ و ۱۲، ۱۳۹۰.

[4] Aristotle., "Nicomachean Ethics", 1098, Translated by W. D. Ross at Perseus, 2012.

[5] Crosbie, S., *The Science of Energy-a Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain*, the University of Chicago Press, 1998.

حرارتی انجام شود، تا بتواند به‌عنوان گامی کوچک در جهت خدمت به مطالعات و تحقیقات پیرامون این مباحث مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به فرایند تحلیل معناشناختی واژه انرژی، درمی‌یابیم که این واژه از پشتوانه معنایی لازم جهت پیوند با آسایش حرارتی برخوردار بوده و در این راستا دارای تعاریف و جملاتی در فرهنگ لغات معتبر خارجی همچون لانگمن، هریتیج، وبستر و جز این‌ها می‌باشد. در نهایت با توجه به پرسش‌های آغازین این تحقیق پیرامون نسبت بین انرژی و آسایش حرارتی، و با توجه به نتایج حاصل مشخص شد حلقه پیونددهنده بین واژه‌های انرژی و آسایش حرارتی، در واژه‌های گرما و حرارت در زبان فارسی و Thermal و Heat در زبان انگلیسی یافت می‌شود. به‌طور خلاصه می‌توان حاصل تحقیق فوق را در چند جمله بیان نمود:

- ۱) مبنای نامگذاری واژه انرژی براساس واژه یونانی $\epsilon\nu\epsilon\rho\gamma\omicron\varsigma$ به‌معنای فعالیت یا کارمایه و به‌عنوان یک کمیت بنیادین فیزیکی انجام شده و دارای مقدار ثابتی می‌باشد.
- ۲) همچنین با بررسی در دیگر فرهنگ‌ها و زبان‌ها مشخص شد که این واژه دارای مفاهیمی یکسان و با بنیادی واحد است.
- ۳) با توجه به اینکه حرارت صورتی از انرژی است و پدیده‌ای است که از طبیعت حرکت ایجاد می‌شود، بنابراین می‌توان آسایش حرارتی را نوعی فعلیت حرارتی به‌شمار آورد.



- [6] Young, T. *A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*, 1807.
- [7] Dennis, R. H. "A Simple Design Methodology for Passive Solar Houses", 2011.
- [۸] غریب‌پور، افرا. "اصطلاح‌شناسی عملکرد معماری"، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۱، ۱۳۹۲.
- [۹] ویتروویوس. ده کتاب معماری، ترجمه ریما فیاض، تهران: دانشگاه هنر، معاونت پژوهشی، ۱۳۸۷.
- [10] Capon, D. S., *Architectural Theory, Le Corbusier's Legacy*, Vol. 2, John Wiley & Sons, London, 1999.
- [11] Krufft, H. W. *A History of Architectural Theory from Vitruvius to the Present*, Zwemmer, London, 1994.
- [12] De Zurko, E. *Origins of Functionalist Theory*, Columbia University Press, New York, 1957.
- [۱۳] معرفت، مهدی، امیر امیدوار. *آسایش حرارتی (محاسبات و ملاحظت طراحی)*، تهران: یزدا، ۱۳۹۲.
- [14] Longman English Dictionary Online, <http://www.ldoceonline.com> (accessed August 27, 2015)
- [15] American Heritage Dictionary <http://americanheritage.yourdictionary.com> (accessed August 27, 2015)
- [۱۶] لغت‌نامه دهخدا (لوح فشرده)، دانشگاه تهران، ویراست دوم.
- [۱۷] معین، محمد. *فرهنگ فارسی معین*، تهران: نامن، ۱۳۸۸.
- [۱۸] عمید، حسن. *فرهنگ فارسی عمید*، تهران، انتشارات امیرکبیر، چاپ هشتم ۱۳۷۱.
- [۱۹] براتی، ناصر. "بازشناسی مفهوم خانه در زبان فارسی و فرهنگ ایرانی"، *مجله خیال*، شماره ۸، ۱۳۸۲.
- [20] Online Etymology Dictionary, <http://www.etymonline.com> (accessed August 27, 2015)
- [21] Reif, F. *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*. Singapore: McGraw-Hill, Inc., 2000.
- [۲۲] هولمن، جک فیلیپ. *انتقال حرارت*، ترجمه غلامرضا ملک‌زاده و حسین کاشانی حسار، نما، ۱۳۸۱.
- [۲۳] زیمانسکی، مارک والدو و دیتمن، ریچارد. *حرارت و ترمودینامیک*، ترجمه حسین توتون‌چی، حسن شریفیان عطار، محمدهادی هادی‌زاده، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۷۶.
- [۲۴] مجیدی ذوالبنین، حبیب. *فیزیک حرارت*، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۷۳.
- [۲۵] علوی، سید امیرعباس. *انتقال انرژی در مقیاس نانو*، دانشگاه آزاد اسلامی (یزد)، ۱۳۸۵.
- [۲۶] خلیلی، آرزو، روحی دهکردی، ایمان. *ترمودینامیک و انتقال حرارت*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، ۱۳۸۹.
- [۲۷] ارسطو. *ما بعید الطبیعه*، ترجمه محمدحسن لطفی، تهران: طرح نو، ۱۳۷۸.
- [۲۸] مطهری، مرتضی. *اصول و فلسفه و روش رئالیسم*، جلد ۴، تهران: صدرا، ۱۳۷۲.
- [۲۹] هالیدی، رزیک. *فیزیک پایه*، ترجمه نعمت‌الله گلستانیان و محمود بهار، جلد یک، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۷.
- [۳۰] طارمی، عباس. "دینامیک پیوسته ابن سینا در مقابل دینامیک گسسته ارسطو"، *خردنامه صدرا*، ش. ۷۱، ۱۳۹۲.



[۳۱] لازمی، جان. *درآمدی تاریخی به فلسفه علم*، ترجمه علی پایا، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۲.

[۳۲] کاپلستون، فریدریک. *تاریخ فلسفه*، ترجمه بهاءالدین خرمشاهی، جلد ۸، تهران: سروش، ۱۳۷۶.

[33] Jammer, M., *Concepts of Force*. Dover Publications, Inc, 1957.

[۳۴] طباطبائی، سید محمدحسین. *نهایة الحکمة (نهایت فلسفه)*، تحقیق عباس علی زارعی شیرازی، قم: انتشارات اسلامی، مرحله ۶ فصل ۴، ۱۳۷۴.

[۳۵] قربانی، رحیم. بررسی جوهر شناختی ماده و انرژی در فلسفه، *ماهنامه بازتاب اندیشه*، شماره ۶۸، ۱۳۸۴.

[۳۶] حیدری نژاد، قاسم، محمدحسن فتح‌الله‌زاده، هادی پاسدار شهری، "بررسی اثر ارتفاع دریچه برگشت هوا بر مصرف انرژی، آسایش حرارتی و کیفیت هوا در سیستم توزیع هوای زیرسطحی"، *ماهنامه علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس*، س. ۱۴، ش. ۱۶، ۱۳۹۳.

[۳۷] حیدری، شاهین، مهدی عینی‌فر. "جریان هوا، واکنش حرارتی و آسایش در سیاه چادر (مطالعه موردی: کوچروان ایلام)"، *نشریه هنرهای زیبا*، شماره ۴۷، ۱۳۹۱.

[38] Givoni B, A., *Climate Considerations in Building and Urban Design*, New York, 1998.

[39] ASHRAE Handbook., "*Fundamentals (S.I)*", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning, 1977.

[۴۰] طاهباز، منصوره، شهربانو جلیلیان. "نقش جدارهای ساختمان در تأمین آسایش حرارتی ساکنین و کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی"، *چهارمین همایش بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان*، تهران، سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۴.

[۴۱] حیدری نژاد، قاسم؛ دلفانی، شهرام و زنگنه، محمد امین. حیدری نژاد، محمد؛ *آسایش حرارتی*، چاپ اول، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸.

[۴۲] هاشمی شهرکی، محمد، فاطمه‌السادات مجیدی. "نقش پایداری در تأمین آسایش حرارتی و صرفه جویی در مصرف انرژی"، *مجله پیام مهندس*، س. ۱۲، ش. ۵۹، ۱۳۹۲.

[۴۳] حیدری، شاهین. "دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران"، *نشریه هنرهای زیبا*، ش. ۳۸، ۱۳۸۸.

[44] Fanger, P. O., *Thermal Comfort*, Danish Technical Press, Copenhagen, 1973.

[45] Koenigsberger, O.H., T.G. Ingersoll, A. Mayhew, S. V. Szokolay, *Manual of Tropical Housing and Building*, Longman, London, 1973.

[46] Hensel, H., *Thermoreception and Temperature Regulation*, Academic Press, London, 1981.

[47] Hensen, J. L. M., Literature review on thermal comfort in transient conditions, *Building and Environment*. 25 No. 4, 1990, pp. 309-316.



- [48] Humphreys, M.A., "Thermal comfort requirements, climate and energy", *Renewable Energy: Technology and the Environment*, Proceedings of the 2nd World Renewable Energy Congress, Reading, 13-18 September 1992, pp. 1725-1734, 1992.
- [49] Heijs, W., "The dependent variable in thermal comfort research: some psychological considerations, Thermal Comfort." Past, Present and Future. Proceedings of a conference held at the Building Research Establishment, Garston, pp. 40-51, 1994.

پی نوشت

1. ἐνεργός
2. energia
3. energos
4. ergon
5. terminology
6. etymology
7. activity
8. Thomas Young
9. vis viva
10. living force
11. leibniz
12. Isaac Newton
13. Émilie marquise du Châtelet
14. Gustave-Gaspard Coriolis
15. William Rankine
16. Socrates
17. Marcus Vitruvius Pollio
18. firmitas
19. utilitas
20. Venustas
21. Vincent de Beauvais
22. Leon Battista Alberti (1404-1472)
23. Andrea Palladio (1508-1580)
24. Utilità
25. P.O. Fanger
26. Longman
27. Heritage
28. action
29. heat- therm
30. Count Rumford
31. caloric theory
32. Kinetic theory
33. Antoine Lavoisier
34. Benjamin Thompson
35. Herbert Spencer
36. American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers (ASHRAE)



شرکت ایتراک

مهندسی و ساخت تجهیزات صنایع ایران

طراحی و ساخت تجهیزات صنایع :

به ویژه برای:

- صنایع غذایی و دارویی
- صنایع شیمیایی و پتروشیمی
- تجهیزات کشتارگاهها و صنایع جنبی گوشت
- سیستم‌های انتقال مواد
- تجهیزات خطوط رنگ کارخانه‌ها
- کوره‌های زباله‌سوز و لاشه سوز
- مخازن تحت فشار و راکتورها
- سازه‌های صنعتی و انواع گریتنینگ با گالوانیزه گرم

تهران - خیابان ظفر - خیابان نصیری - بلوار سیما جنوبی - شماره ۱۶
 صندوق پستی ۱۱۳۶ - ۱۹۳۹۵
 تلفن: ۲۲۲۶۰۷۴۲ - ۲۲۲۷۲۸۳۹ تلفکس: ۲۲۲۶۰۹۹۰
 web site: www.itrac-co.com
 E-mail: info@itrac-co.com

