

توماج ایری، موسی؛ مهرمحمدی، محمود (۱۳۹۹). فهم زیباشناسانه از ماهیت علم و پیامدهای آن برای تربیت علمی. پژوهش‌نامه مبانی تعلیم و تربیت، ۱۰ (۲)، ۶۶-۴۶.
DOI: 10.22067/fedu.2021.31678.0



فهم زیباشناسانه از ماهیت علم و پیامدهای آن برای تربیت علمی

موسی توماج ایری^۱، محمود مهرمحمدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۴ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی وجوه زیباشناختی علوم طبیعی برای دستیابی به فهمی زیباشناسانه از ماهیت علم و پیامدهای آن برای آموزش علوم و تربیت علمی است. برای این منظور با استفاده از روش‌های تحلیلی و استنتاجی، پس از بررسی مؤلفه‌های توافقی ماهیت علم مبتنی بر یافته‌های لدرمن و همکاران، به بررسی وجوه زیباشناختی مؤلفه‌های توافقی ماهیت علم پرداخته شد. این بررسی نشان داد که علم و فعالیت علمی دارای وجوه مشترک مهمی با فعالیت هنری و زیباشناسانه است. اهمیت تخیل و خلاقیت، احساسات و عواطف، شمع و شهود و توجه به معیارهایی مانند زیبایی، ظرافت، سادگی، تقارن و تناسب نظریات توسط دانشمندان و استفاده از استعاره‌ها و تمثیل‌ها؛ از جمله وجوه زیباشناختی و هنری ماهیت علم است. این پژوهش نشان داد که: (۱) اهمیت پرورش قوای زیباشناختی در تربیت علمی؛ و (۲) ضرورت اتخاذ رویکرد کل‌گرا در تربیت علمی، دو پیامد کلی و نظری است که از فهم زیباشناسانه از ماهیت علم، به دست می‌آید.

واژه‌های کلیدی: زیباشناسی علم، آموزش علم، تربیت زیباشناختی، زیبایی علم، تربیت علمی

۱. دانشجوی دکتری فلسفه تعلیم و تربیت دانشگاه تهران، (نویسنده مسئول)، mtoumajiri@ut.ac.ir

۲. استاد دانشگاه تربیت مدرس، mehrmohammadi.ir@gmail.com

مقدمه

تعلیم و تربیت دارای وجوه متعددی است. تربیت علمی^۱ و آموزش علوم یکی از ابعاد تعلیم و تربیت است که امروزه به دلیل اهمیت علم و فناوری‌های ناشی از آن و تأثیری که بر رشد و توسعه اقتصادی دارد، در نظام‌های آموزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. در دهه‌های اخیر و تحت تأثیر انقلاب‌های علمی و یافته‌های تاریخ، جامعه‌شناسی، روان‌شناسی و فلسفه علم در مورد ماهیت و ابعاد مختلف علم، در آموزش علم نیز مبحث چستی و ماهیت علم^۲ موضوعی مهم در پژوهش‌های آموزش علم بوده و همچنین مورد توجه برنامه‌ریزان درسی و آموزگاران علوم قرار گرفته است. امید بر این بوده است که آموزش علم از طریق ارتقاء درک دانش‌آموزان از ماهیت علم، درونی کردن بخشی از روح علمی، و توسعه یک چارچوب علمی در ذهن آن‌ها و انتقال آن به سایر حوزه‌های زندگی؛ بتواند ضمن کمک به توسعه و پیشرفت جامعه، تأثیر مفیدی نیز بر کیفیت فرهنگ و زندگی عمومی داشته باشد (Matthews, 2002). از این رو، «ماهیت علم در آموزش علم» در سال‌های اخیر مورد توجه بوده و از وجوه مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (McComas, Clough & Almazroa, 2002).

از طرف دیگر در دهه‌های اخیر تعداد روزافزونی از فیلسوفان و مریبان از دیویی^۳ گرفته تا آیزنر^۴، گریسون^۵، گرین^۶ و جکسون^۷ بر اهمیت هنر و زیباشناسی در تعلیم و تربیت تأکید کرده‌اند (Girod, Rau & Scherige, 2003). با تأثیر از این رویکرد، حتی برخی محققان از «چرخش زیباشناسانه در تعلیم و تربیت» دفاع کرده و سعی در تبیین آن کرده‌اند (Mehrmoammadi, 2011). این پژوهش‌ها تصورات سنتی موجود از هنر را به عنوان حوزه‌ای فاقد مولفه‌های ارزش‌شناختی^۸، به پرسش کشیده و بر نقش هنر و زیباشناسی در تقویت و توسعه قوای شناختی و ادراکی ذهن تأکید کرده‌اند (Bellocchi, Quigley & Otrell-Cass, 2017; Eisner, 1986, 2002; Mehrmoammadi & Kian, 2014; Wickman, 2006). این رویکرد زیباشناسانه^۹

۱. در این مقاله «تربیت علمی» معادل «آموزش علم» (science education) و نه به معنای «تربیت مبتنی بر علم» (scientific education) به کار رفته است.

۲. Nature Of Science (NOS)

۳. Dewey

۴. Eisner

۵. Garrison

۶. Greene

۷. Jackson

۸. Cognitive

۹. ما در این مقاله اصطلاحات «زیباشناسی = زیبایی‌شناسی» و «زیباشناسانه = زیباشناختی» را معادل هم و به معنی Aesthetics به

کار می‌بریم و منظور کلی از همه آن‌ها «بررسی و مطالعه در مورد زیبایی و امر زیبا یا توجه به امور از این وجه» است.

در آموزش علم نیز مورد توجه قرار گرفته و از وجوه مختلف به آن پرداخته شده است. بخشی از این تحقیقات به نقش تجربه زیباشناسانه دانش‌آموزان مرتبط است که عمدتاً متأثر از تأکید دیویی بر اهمیت این نوع تجارب بوده است (Johnston, 2014). ویکمن^۱ (2006) در کتاب «تجربه زیباشناختی در آموزش علم»، این نوع تجارب را از جوانب مختلف مورد بررسی قرار داده است. در پژوهشی دیگر جاکوبسن^۲ و ویکمن (2008) تأثیر تجارب زیباشناختی را در آموزش علم در دوره ابتدایی بررسی کرده‌اند. این تحقیقات نیز بر اساس یافته‌های تجربی، بر جنبه‌های مختلف اهمیت تجارب زیباشناختی دانش‌آموزان در یادگیری علوم، از جمله تسهیل فهم و تقویت یادگیری و سایر تأثیرات مثبت آن تأکید کرده‌اند. همچنین این نوع تجارب زیباشناسانه دانش‌آموزان، می‌تواند ضمن ایجاد علاقه به درس و موضوعات علمی، و افزایش احتمال پیگیری مشاغل علمی در آینده و دانشمند شدن؛ انگیزه یادگیری مادام‌العمر را به‌عنوان یک غیردانشمند نیز در آن‌ها افزایش دهد (Flannery, 1992).

بخش دیگری از پژوهش‌های مربوط به رویکرد زیباشناسانه در آموزش علم، پیامدهای وجوه زیباشناختی خود علم را در آموزش علم مورد بررسی قرار می‌دهند. هرچند پژوهش‌های مختلفی در مورد ابعاد زیباشناختی علم انجام شده است (Ede, 2005; Fischer, 1999; Flannery, 1992; Girod, 2007; Girod et al., 2003; Glynn, 2010; Ivanova, 2017; Jho, 2018) اما، پیامدهای ابعاد زیباشناختی علم در آموزش علم چندان مورد بررسی قرار نگرفته است. مقاله فلنری با عنوان «استفاده از ابعاد زیباشناختی علم در آموزش علم»^۳ از موارد معدودی است که مشخصاً به این مبحث پرداخته است. فلنری معتقد است که استفاده از ابعاد زیباشناختی علم در آموزش علم مورد غفلت قرار گرفته است. وی یکی از دلایل غفلت از به کار بستن وجوه زیباشناختی علم در آموزش علم را پنهان یا خصوصی بودن جنبه زیباشناسانه علم می‌داند (Flannery, 1992)؛ آن بخشی از علم که حدس‌ها، شهود، خیال‌پردازی‌ها و سایر فعالیت‌های ذهنی را شامل می‌شود. از نظر فلنری این بخش از علم است که لذت و هیجان استفاده از معیارهای زیباشناختی در ابداع ایده‌ها را در برمی‌گیرد و علم‌ورزی در این بعد، تجربه‌ای زیباشناسانه است. فلنری عمدتاً به وجوه زیباشناسی زیست‌شناسی توجه کرده و البته آن را قابل تعمیم به سایر علوم تجربی دانسته است (Flannery, 1992). به نظر می‌رسد پس از پژوهش فلنری اغلب پژوهش‌ها به نقش تجارب زیباشناسانه دانش‌آموزان در آموزش علم و نه به نقش وجوه زیباشناختی خود علم در آموزش علم، معطوف بوده است. از این‌رو، در این پژوهش

1. Wickman
2. Aesthetic Experience in Science Education
3. Jakobson
4. Using Science's Aesthetic Dimension in Teaching Science

وجوه زیباشناختی خود علم مورد توجه قرار گرفته است. تفاوت این پژوهش با پژوهش فلنری در این است که: ۱- علم را به معنای علوم تجربی به طور کلی (و نه علمی خاص مثل زیست‌شناسی) در نظر داریم؛ ۲- «ماهیت توافقی علم» را مبنای بررسی ابعاد زیباشناسانه علم قرار داده‌ایم.

برای این منظور از روش‌های تحلیل و استنتاج استفاده می‌کنیم؛ بدین نحو که ابتدا مؤلفه‌های هشت‌گانه ماهیت علم مورد اجماع در بیشتر اسناد بین‌المللی آموزشی، به عنوان مبنای ماهیت علم در نظر گرفته شده، و سپس وجوه زیباشناختی این مؤلفه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد؛ سپس با استفاده از روش استنتاج، به پیامدهای این وجوه زیباشناسانه در آموزش علم پرداخته می‌شود.

ضرورت پرداختن به وجوه زیباشناسانه در آموزش علم وقتی بیشتر آشکار می‌شود که نگاهی به وضعیت موجود انداخته و آن را با وضعیت مطلوب مقایسه کنیم. در نظام آموزشی ما گسستی اساسی میان تربیت علمی و تربیت هنری وجود دارد. گسستی که ناشی از رویکردی دوگانه‌گرا^۱ (عقل-عاطفه، منطقی-تخیلی، ذهن-قلب و ...)، تقلیل‌گرا^۲ و تخصص‌گرایانه است به طوری که با تفکیک رشته‌های علمی از رشته‌های ادبی و هنری، منجر به آموزشی خشک و فاقد هیجان گشته است که هیچ زمینه‌ای را برای تجارب زیباشناسانه در آموزش علمی فراهم نمی‌کند (Mehrmohammadi & Kian, 2014). نتیجه چنین رویکردی علاوه بر کاهش یادگیری و کاهش علاقه به علوم؛ تقویت نگاه ابزارگرا و تخصص‌گرا خواهد بود که با تربیت علم‌ورزانی تنگ‌اندیش، تک‌بعدی و فاقد خلاقیت، آینده رشد و توسعه علمی را در کشور ما با چالش‌های اساسی مواجه خواهد ساخت.

۱. ماهیت علم

درک چستی و «ماهیت علم»^۳ از دغدغه‌های اساسی محققان برخی رشته‌ها بوده است. مک کوماس و همکارانش، با توجه به محور قرار دادن انواع حوزه‌های پژوهشی مرتبط با این موضوع، ماهیت علم را عرصه‌ای نظری، برابر و میان‌رشته‌ای می‌دانند که یافته‌های ابعاد مختلف مطالعات علم، شامل تاریخ، جامعه‌شناسی، فلسفه علم و همچنین تحقیقات علوم شناختی مانند روان‌شناسی را باهم ترکیب می‌کند تا به توصیفی غنی از چستی علم، شیوه عمل آن، چگونگی کار دانشمندان به عنوان یک گروه اجتماعی و نحوه تعامل جامعه با فعالیت‌های علمی دست یابند (McComas et al., 2002). تنوع حوزه‌ها و کثرت دیدگاه‌هایی

1. Dualistic
2. Reductionist
3. Nature Of Science=NOS

که علم را مورد مطالعه قرار می‌دهند، خود نمایانگر پیچیدگی ماهیت علم و عمیق تر و وسیع تر شدن شناخت ما از آن نسبت به تلقی اثبات‌گرایانه غالب در نیمه اول قرن بیستم است. فلسفه‌های علم پسااثبات‌گرایانه، تصور کاملاً متفاوتی از ماهیت علم و شیوه‌های تحول آن را به نمایش می‌گذارند که ترسیم تصویری ساده و مورد اجماع از ماهیت علم را بسیار دشوار ساخته است. از این رو، لدرمن معتقد است که هیچ برداشت قاطع یا ترجیح جهان‌شمولی از ماهیت علم وجود ندارد و ماهیت علم مفهومی منعطف است (Lederman, 1992). ماهیت علم نیز مثل خود علم، مفهومی پویا و همواره در حال تحول است که همراه با توسعه علم و تفکر نظام‌مند درباره چیستی و شیوه کار آن، همواره تغییر خواهد کرد (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). هرچند یک توافق عام میان فلاسفه، مورخان و جامعه‌شناسان علم در مورد تعریف ماهیت علم وجود ندارد اما در سطح استفاده از آن در آموزش علوم در مدارس، میزان رضایت‌بخشی از توافق کلی در این زمینه وجود دارد (Lederman, Schwartz & Abd-El-Khalick, 2015).

مؤلفه‌های توافقی (استاندارد) ماهیت علم

لدرمن و همکارانش مؤلفه‌های مورد توافق را که در اسناد مختلف آموزشی بر آن‌ها تأکید شده است به‌عنوان مبانی برای ارزشیابی فهم دانش‌آموزان و معلمان از ماهیت علم، مشخص کرده‌اند. در ادامه مؤلفه‌های مورد نظر آن‌ها که شامل هشت ویژگی به‌عنوان مؤلفه‌های توافقی یا استاندارد ماهیت علم است، ذکر خواهد شد و توضیح کوتاهی در مورد هر یک آورده می‌شود (Lederman et al., 2002).

ماهیت تجربی علم: علم بر مشاهده جهان طبیعی استوار است و دیر یا زود اعتبار هر ادعای علمی باید به‌صورت تجربی و با ارجاع به مشاهده پدیدارها مشخص شود. در این زمینه مهارت مشاهده دقیق، استنباط و استفاده از موجودات و هستی‌های نظری^۱ جهت تبیین مشاهدات، برای دانش‌آموزان مهم است.

مشاهده، استنباط و هستی‌های نظری در علم: دانش‌آموزان باید بتوانند میان مشاهده و استنباط تمایز قائل شوند. مشاهده‌ها گزاره‌های توصیفی درباره پدیده‌های طبیعی هستند که مستقیماً توسط قوای حسی طبیعی یا قوای حسی توسعه‌یافته (ابزارهای مشاهده‌ای و آزمایشگاهی) دریافت می‌شوند که بر اساس آن‌ها ناظران می‌توانند به‌طور نسبی به اجماع برسند. به‌طور مثال: «اشیاء رهاشده از بالای سطح زمین تمایل دارند که به سطح زمین برسند». برخلاف مشاهده‌ها، استنباط‌ها، گزاره‌هایی درباره پدیده‌ها هستند که به‌طور مستقیم توسط حواس دریافت نمی‌شوند. مثلاً: «اشیاء به خاطر گرانش به سطح زمین سقوط می‌کنند». مفهوم گرانش، استنباط می‌شود نه مشاهده. درک تفاوت اساسی میان مشاهده و استنباط، شرط لازم فهم بسیاری از هستی‌های

1. Theoretical Entities

استنباطی و نظری و اصطلاحاتی است که در دنیای علم وجود دارد. از جمله چنین هستی‌هایی می‌توان به اتم‌ها، اوربیتال‌های مولکولی، گونه‌ها، ژن‌ها، فوتون‌ها، میدان‌های مغناطیسی و نیروهای گرانشی اشاره کرد. **نظریه‌ها و قوانین علمی:** نظریه‌های علمی سیستم‌های تبیینی با سازواری درونی، دارای مستندات و ادله کافی هستند. نظریه‌ها طیف وسیعی از مشاهدات به‌ظاهر نامرتب با یکدیگر را تبیین می‌کنند. نظریه‌های علمی معمولاً مبتنی بر مجموعه‌ای از مفروضات یا اصول موضوعه هستند و وجود برخی موجودات و هستی‌های غیرقابل مشاهده را مفروض می‌گیرند. قوانین علمی به‌طور کلی اظهارات توصیفی از روابط بین پدیده‌های قابل مشاهده هستند. به‌طور مثال، قانون بویل^۱ رابطه میان فشار یک گاز با حجم آن را در یک دمای ثابت، توصیف می‌کند. در عوض، نظریه‌ها، تبیین‌هایی در مورد پدیده‌ها یا نظم‌های قابل مشاهده را ارائه می‌کنند. برای مثال نظریه جنبش مولکولی^۲ می‌تواند برای تبیین قانون بویل استفاده شود.

ماهیت خلاقانه و مبتنی بر تخیل دانش علمی: علم مبتنی بر تجربه و مشاهده طبیعت است. با این حال، تولید دانش علمی نیازمند تخیل و خلاقیت انسان است. علم شامل ابداع تبیین‌ها و هستی‌های نظری است که خود مستلزم مقدار زیادی خیال‌ورزی و خلاقیت از سوی دانشمندان است. جهش از خطوط طیف اتمی^۳ به مدل اتمی بور^۴ با مدارهای دقیق و سطوح انرژی، یک نمونه بارز از خلاقیت و ابداع علمی است.

ماهیت نظریه‌بار دانش علمی: دانش علمی نظریه‌بار^۵ است. به این معنی که گرایش‌ها، تعهدات، باورها، دانش قبلی، تربیت، تجارب و انتظارات دانشمندان، در کار علمی آن‌ها تأثیرگذار است. تمام این عوامل زمینه‌ای، ذهنیتی را ایجاد می‌کند که مسائل مورد کنکاش دانشمندان، شیوه برخورد با تحقیقات، آنچه را که مشاهده می‌کنند (و مشاهده نمی‌کنند) و شیوه تفسیر مشاهدات آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برخلاف باور عامه، علم هرگز با مشاهده خنثی آغاز نمی‌شود.

وجه اجتماعی و فرهنگی دانش علمی: علم به‌عنوان یک فعالیت انسانی در بستر بزرگ‌تر جامعه و فرهنگ انجام می‌شود و متخصصان آن محصول آن فرهنگ هستند؛ بنابراین علم متأثر از عوامل مختلف اجتماعی و جوّ فکری جامعه و فرهنگی است که در بستر آن شکل می‌گیرد. از جمله این عوامل می‌توان به بافت اجتماعی، ساختارهای قدرت و سیاست، عوامل اقتصادی، سنن فرهنگی و مذهب اشاره کرد.

اسطوره روش علمی (فقدان روش واحد و قاطع علمی): اسطوره روش علمی معمولاً در این باور

1. Boyle's Law
2. The kinetic Molecular Theory
3. Atomic Spectral Lines
4. Bohr's Model of the Atom
5. Theory-Laden

آشکار می‌شود که چیزی مثل یک دستورالعمل وجود دارد که بر اساس آن همه دانشمندان روش گام‌به‌گامی را در تحقیقات خود دنبال می‌کنند. در صورتی که هیچ روش علمی واحدی وجود ندارد که بتواند دستیابی به دانشی خطاناپذیر را تضمین کند. درست است که دانشمندان به مشاهده، مقایسه، اندازه‌گیری، آزمایش، حدس، نظرورزی، ابداع ایده‌ها و ابزارهای مفهومی می‌پردازند و نظریه‌ها و تبیین‌ها را می‌سازند؛ اما هیچ توالی واحدی از فعالیت‌ها وجود ندارد که بتواند پژوهشگران را به‌طور تضمینی به دانش قطعی و خدشه‌ناپذیر سوق دهد.

ماهیت منعطف و پویای دانش علمی: با این که دانش علمی قابل اعتماد و بادوام است، اما هرگز مطلق یا قطعی نیست. علم، شامل واقعیت‌ها، نظریه‌ها و قوانین، در معرض تغییر است. این انعطاف و پویایی علم تنها ناشی از ویژگی استنباطی و خلاقانه بودن یا متأثر بودن آن از تحولات اجتماعی و فرهنگی نیست، بلکه اساساً و برخلاف تصور رایج؛ فرضیه‌ها، نظریه‌ها و قوانین علمی علی‌رغم وجود هر میزان از شواهد پشتیبان، هرگز نمی‌توانند به‌طور قطعی اثبات شوند.

۲. فهم زیباشناسانه از ماهیت علم

هدف ما در این بخش ارائه درکی زیباشناسانه از مؤلفه‌های ماهیت علم است. وجه زیباشناختی علم و فعالیت علمی از همان سال‌های آغازین دوره مدرن نظریه‌پردازی در باب زیبایی، مورد توجه زیباشناسان قرار گرفت. به‌طور مثال فرنسیس هاجسون^۱ که از نخستین نظریه‌پردازان زیباشناسی در دوران مدرن است، فعالیت علمی را فرصت ویژه‌ای برای کشف وحدت از طریق کثرت می‌داند و سه مرحله برای مواجهه دانشمند با زیبایی قائل است: (۱) زیبایی ظاهری پدیده‌هایی مثل ابرها، ستاره‌ها و رنگین‌کمان؛ (۲) زیبایی مدل‌های علمی مثل مدل بطلمیوسی و مدل کپرنیکی منظومه شمسی؛ و (۳) زیبایی ایده‌های علمی مثل نظریه‌ها، قوانین، و فرمول‌های ریاضی که ابزار بیان آن‌ها هستند (Fischer, 1999). جیروود معتقد است در دوران اخیر، بحث درباره کیفیات زیباشناختی علم در چهار زمینه یا درون‌مایه اصلی مورد بحث واقع می‌شود:

۱. زیبایی فکری: زیبایی در ایده‌ها و اشکال آن
۲. زیبایی منجر به شگفتی، حیرت و هیبت در علم
۳. زیبایی کیهان‌شناختی، پی بردن به نظم و طرح عقلانی جهان
۴. زیبایی فرایند علم‌ورزی و خلاقیت علمی (Girod, 2007).

1. Facts
2. Francis Hutcheson

فرض اصلی دو اظهار نظر اخیر این است که علم واجد زیبایی است و دانشمندان قادر به ادراک این زیبایی هستند. ما ضمن قبول این فرض، سعی می‌کنیم که از منظر مؤلفه‌های ماهیت علم، نگاه کلی‌تری به علم و عالم (دانشمند) داشته باشیم تا وجوه زیباشناختی علم را در بستر آن مورد توجه قرار دهیم. بر اساس این نگاه می‌توان «علم را به‌مثابه اثر هنری» و «دانشمند را به‌مثابه هنرمند» در نظر گرفت. عموماً تصور بر این است که شکاف بزرگی میان هنر و علم، و هنرمند و دانشمند وجود دارد. اما حقیقت این است که «علم و هنری که به درجات عالی تکامل رسیده باشند، از نظر روان‌شناسی و دیگر جنبه‌ها بسیار به هم نزدیک‌اند» (Frey, 1984, p. 10). بررسی‌های تجربی نیز نشان می‌دهند که شباهت زیادی میان تجارب زیباشناسانه هنرمندان و تجارب زیباشناسانه دانشمندان وجود دارد (Flannery, 1992). در ادامه به بررسی وجوه زیباشناختی مؤلفه‌های توافقی می‌پردازیم تا از این طریق به فهمی زیباشناسانه از ماهیت علم دست یابیم.

وجه زیباشناسانه ماهیت خلاقانه و مبتنی بر تخیل دانش علمی: خلاقیت و تخیل همان ویژگی‌هایی هستند که هنرمند در خلق اثر هنری، آن‌ها را به کار می‌گیرد. با این که علم فعالیتی عقلانی است اما چنین نیست که سایر قوای انسانی چون احساس، عواطف، تخیل، شهود و ادراک زیباشناختی و هنری در آن نقش نداشته باشند. این استعدادها به‌ویژه در علم مدرن، نقش مهمی ایفا می‌کنند به طوری که شان اید در کتاب «هنر و علم»^۱ می‌نویسد که دانشمندان معاصر، بسیار بیشتر از هنرمندان در مورد «زیبایی»^۲ و «ظرافت»^۳ صحبت می‌کنند (Ede, 2005).

وجه زیباشناسانه ماهیت نظریه‌بار دانش علمی: با توجه به مؤلفه «ماهیت نظریه‌بار دانش علمی» دیگر نمی‌توان از کار دانشمندان به‌عنوان یک فعالیت عقلانی محض صحبت کرد که در آن بی‌طرفی، عینیت‌گرایی و پرهیز از احساسات به‌عنوان یگانه راه درست دستیابی به دانش، حرف اول را می‌زند و چنان که رایج است دانشمندان را افرادی خشک و بی‌روح دانست که با برخورد کمی و عددی صرف با مسائل، تمام زیبایی‌های طبیعت را زایل می‌کنند. از نظر گلیسر «این نوع برداشت‌ها، انگیزه را که در واقع فریفتگی انسان در برابر طبیعت و اسرار آن است و مهم‌ترین چیزی است که دانشمندان را به کار علمی وامی‌دارد، نادیده می‌گیرند... علم چندان با هنر متفاوت نیست. همان‌طور که هنرمند تلاش می‌کند تا از طریق هنر به خودیابی و خودشناسی دست یابد، دانشمند هم سعی می‌کند تا اصل و گوهر خود را از طریق علم دریابد و جایگاه خود را در جهان

1. Art and Science
2. Beauty
3. Elegance

هستی بفهمد. کار فیزیک چیزی بسیار بالاتر از حل معادله و توضیح اطلاعات است. من به جرئت می‌گویم که در فیزیک شعر هم نهفته است. فیزیک، تعبیر ژرف بشر از حیرتش در برابر زیبایی است» (Gleiser, 2015, p. 11). هنرمند و دانشمند، هر یک به شیوه خویش، مفسر جهان‌اند. تئودور گرین معتقد است که هنرمند از لحاظ سعی برای درک واقعیت به روش خود، به دانشمند شباهت دارد (Greene, 2014). این همان وجه مشترک علم و هنر است که آلبرت اینشتین^۱ در مقدمه‌ای بر کتابی از ماکس پلانک آن را چنین توضیح می‌دهد: «طبیعت انسانی همیشه بر آن است تا برای خود تصویری ساده و کلی از جهانی که او را فرا گرفته است بسازد. در این کار تمام سعی او معطوف به آن است تا تصویری که می‌سازد هر چه بهتر آنچه را که فکر انسان در طبیعت می‌بیند به شکل ملموس و قابل فهمی تعبیر کند. این کاری است که شاعر، نقاش، فیلسوف و دانشمند طبیعی هر یک به راه مخصوص خود انجام می‌دهند» (Planck, 1975, pp. 9-10).

وجه زیباشناسانه نظریه‌ها و قوانین علمی: نظریه‌ها و قوانین علمی مثل آثار هنری دانشمندان هستند. از این رو زیبایی نظریه‌ها برای برخی دانشمندان شرط اساسی یک نظریه خوب است. وقتی از پاول دیراک^۲، از فیزیک‌دانان برنده جایزه نوبل، پرسیدند که: «چه مسئله دشواری هنوز در فیزیک وجود دارد؟» او پاسخ داد: «هنوز تلاش می‌کنم معادله‌ای زیبا پیدا کنم که اتم را توضیح دهد». وقتی پرسیده شد که: «چرا زیبا؟» گفت: «زیرا یک معادله خوب باید زیبا باشد. بعضی می‌توانند زیبایی را تحسین کنند، دیگران نمی‌توانند، درست شبیه تحسین هر چیز زیباست.» (Denis, 2003, p. 75). رادرفورد^۳ نیز معتقد بود که یک نظریه خوب ساختاریافته، از برخی جوانب بدون شک یک محصول هنری است. نظریه نسبیت اینشتین، بدون هیچ پریشی درباره اعتبار و صدق آن، می‌تواند به‌عنوان یک اثر هنری جذاب در نظر گرفته شود (Girod, 2007). جیروود بر این باور است که علم و ایده‌های علمی می‌توانند از لحاظ زیبایی به‌عنوان آثار هنری نگریسته شوند. این وجه هنری و زیباشناختی کار علمی، ممکن است نقش انگیزشی مهمی در زندگی و پژوهش علمی دانشمندان داشته باشد (Girod, 2007). این انگیزه‌مبنایی را در نوشته نیوتن چندی پیش از مرگش می‌توان دید: «من نمی‌دانم به چشم مردم دنیا چگونه می‌آیم. اما در چشم خود به کودکی می‌مانم که در کنار دریا بازی می‌کند و توجه خود را هر زمان به یافتن ریگی صاف‌تر یا صدفی زیباتر معطوف می‌کند؛ درحالی که اقیانوس بزرگ حقیقت که همچنان نامکشوف در جلوی او گسترده باقی مانده است» (Brennan, 1999, p. 40). اینشتین به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تاریخ، به «هنرمند علم»^۴ معروف شد و تا پایان عمر به

1. Albert Einstein
2. Paul Dirac
3. Rutherford
4. Artist of Science

دنبال نظریه‌ای برای وحدت بخشیدن به نیروهای طبیعت بود که با برخورداری از سادگی ریاضی و زیبایی بتواند ادراک شهودی و حس زیباشناسی او را ارضا کند. هایزنبرگ، به‌عنوان یکی از بنیان‌گذاران مکانیک کوانتومی، همواره از معجزه تقارن^۱، هماهنگی و زیبایی سادگی قوانین طبیعت صحبت می‌کرد (Cropper, 2001). در توضیح انگیزه زیباشناختی دانشمند برای پژوهش علمی، پوانکاره نیز معتقد است که دانشمند، طبیعت را به خاطر این مطالعه نمی‌کند که سودمند است، او آن را مطالعه می‌کند برای این که از آن لذت می‌برد، و از آن لذت می‌برد چون زیبا است (Poincare, 2011).

وجه زیباشناسانه مؤلفه اسطوره روش علمی: مؤلفه «اسطوره روش علمی» نافی هرگونه دستورالعمل و الگوریتم مشخص و قاطع برای فرایند علم‌ورزی است. با فرض تمایز میان مقام کشف و مقام داوری در پژوهش علمی، پوپر بر آن است که «چیزی به نام روش منطقی یافتن اندیشه‌های جدید، یا بازسازی منطقی این فرایند وجود ندارد»؛ بنابراین کشف، همواره دارای عنصری غیرعقلانی و خلاق است (Gillies, 2002). گیلیس این نظر پوپر را موجب نوعی آشتی میان علم و هنر می‌داند که بر اساس آن دانشمندان بزرگ واجد نوعی خلاقیت هستند که از خصوصیات هنرمندان بزرگ است (Gillies, 2002). این ویژگی، کسی را دانشمند می‌داند که چون هنرمند در بسیاری از موارد به شم و شهود خود متکی است. چنین نیست که همواره منطقی بتواند در علم کارساز باشد. به‌طور مثال، در هنگام مواجهه با مشاهده‌ای که نظریه را ابطال می‌کند، در تشخیص این که کدام فرض نظریه نادرست بوده است، منطقی به‌تنهایی کمکی به دانشمند نمی‌کند. پیر دوئم^۲ معتقد است که در این مواقع راهنمای دانشمند برای تصمیم‌گیری «شم خوب»^۳ است؛ پیشنهادی که به نظر می‌رسد از رویکرد شهودگرایی پاسکال^۴ گرفته شده باشد که بر اساس آن «قلب، ادله‌ای برای خودش دارد که عقل چیزی از آن‌ها نمی‌داند» (Gillies, 2002, p. 133). نگاهی به تاریخ علم کافی است تا ببینیم که در بسیاری از کشفیات بزرگ نه روشی مشخص یا وجوه عقلانی و منطقی صرف، بلکه انگیزه زیباشناختی راهنمای دانشمندان بوده است. به‌طور مثال سیستم پیچیده و آشفته نجوم بطلمیوسی برای کپرنیک^۵ آزاردهنده بود. فیشر بر این باور است که پیشرفت علمی، کمترین انگیزه کپرنیک بود، انگیزه اصلی او جنبه زیباشناختی داشت. برای کپلر^۶ نیز چنین انگیزه‌ای مطرح بود. او بر این باور بود که خورشید منشأ همه زیبایی‌های جهان است و بنابراین باید در مرکز قرار گیرد (Fischer, 1999). همچنین یک بصیرت زیباشناسانه بود که فارادی^۷

1. Miracle of Symmetry
2. Pierre Duhem
3. Le Bon Sens
4. Pascal
5. Kopernik
6. Kepler
7. Faraday

را به کشف اثر الکتریکی یک میدان مغناطیسی رساند. او با شنیدن این کشف اورستد^۱ که هر جریان الکتریکی دارای تأثیر مغناطیسی است، با این بینش که طبیعت باید به صورت متقارن عمل کند، حدس زد که هر میدان مغناطیسی نیز باید بتواند جریان الکتریکی ایجاد کند (Fischer, 1999). البته اثبات این حدس در عمل، سال‌های زیادی از عمر فارادی را به خود اختصاص داد و مداومت او در این مسیر، ناشی از باور زیباشناختی او به وجود تقارن در طبیعت بود. فلنری، ذوق و سلیقه را حساسیتی زیباشناختی می‌داند که در مراحل مختلف تحقیق علمی مانند انتخاب موضوع پژوهش، تشخیص سرنخ‌های امیدوارکننده، تصمیم‌گیری برای ایجاد تغییر در برنامه پژوهشی، ارزیابی فرضیه‌ها و اظهار نظر درباره نظریات جدید، نقش مهمی دارد (Flannery, 1992). پاول دیراک، معتقد بود که نظریه‌های اینشتین نه تنها به خاطر حقیقت آن‌ها بلکه بیشتر به خاطر زیبایی‌شان ما را متقاعد می‌کنند (Fischer, 1999).

وجه زیباشناسانه مؤلفه ماهیت اجتماعی و فرهنگی دانش علمی: طبق «ماهیت اجتماعی و فرهنگی

دانش علمی»، دانشمندان نیز به‌عنوان انسان از عواطف، احساسات و پیشینه فرهنگی و اجتماعی خود متأثر هستند. چنین نیست که دانشمندان برخلاف هنرمندان، آدم‌هایی خشک، منطقی و فاقد احساس باشند. برعکس دانشمندان بزرگ، کیفیاتی متعالی از احساسات زیباشناسانه از قبیل شگفتی، حیرت، ترس و هیبت، غرق شدن در رمز و راز و جذبه‌های عمیق را گزارش کرده‌اند. اینشتین معتقد بود که جهان دارای سازمانی منطقی و عقلانی است و حیرتی که مشاهده و درک این کیفیت منطقی طبیعت در انسان پدید می‌آورد به‌مرور به احساس تحسین و مجذوب شدن تبدیل می‌شود و همین احساس شوق و تحسین به نظر او یکی از قوی‌ترین ریشه‌های احساسات مذهبی است (Frank, 1992). جالب است که دانشمندی که جهان را نامعقول می‌داند نیز در نهایت احساس زیباشناختی کمابیش مشابهی را گزارش می‌کند. چنان‌که ریچارد فاینمن، که دانشمندی خدانا‌باور بود، به شاگردانش می‌گوید: «نظریه مکانیک کوانتومی طبیعت را طوری وصف می‌کند که از نظر شعور متعارف، نامعقول است؛ اما کاملاً با شواهد تجربی هم‌خوانی دارد. پس امیدوارم طبیعت را همان‌طور که هست بپذیرید: نامعقول. من از گفتن این نامعقول بودن به شما لذت می‌برم چون به نظرم زیبا است» (Feynman, 2000, p. 9).

سایر وجوه زیباشناسانه مؤلفه‌های ماهیت علم: هر اثر هنری داری فرم و محتوا است. اگر علم را به‌مثابه

یک اثر هنری در نظر بگیریم، مؤلفه‌های «تجربی، مشاهده، هستی‌ها و مفاهیم نظری» در قالب پدیدارها، شواهد آزمایشگاهی، نمادها و فرمول‌های علمی و مدل‌ها را می‌توان فرم و صورت آن؛ و مؤلفه «نظریه‌ها و

1. Oersted

قوانین علمی» را چون محتوای آن اثر هنری در نظر گرفت. این مؤلفه‌های ماهیت علم، در پیوند با وجه «استنباطی و استدلالی» و در بستر «وجه اجتماعی و فرهنگی علم» و در عین عدم تقید به «روش خاص و قطعی» و با لحاظ مؤلفه «ماهیت منعطف و پویای علم» برای دانشمند شرایطی مشابه با هنرمند را برای ابداع و خلق اثر هنری، فراهم می‌کند. نظریات و یافته‌های علمی نیز، در اصیل‌ترین نمود خود، چون اثر هنری دارای کیفیت زیباشناختی از قبیل طرح^۱، ضرب‌آهنگ، تناسب، هماهنگی، ظرافت، تقارن، وحدت و سادگی است؛ و استعاره و تمثیل که در قدیم بیشتر کارکردی زیباشناختی در شعر و ادبیات داشت در دهه‌های اخیر با توسعه نظریات انتزاعی‌تر در فیزیک مدرن از قبیل نسبیّت و کوانتوم و در پرتو بصیرت‌های فلسفی هرمنوتیکی، به‌عنوان بخشی اساسی از تفکر علمی پذیرفته شده است و تصاویر ذهنی و خیالی در قالب استعاره‌ها و تمثیل‌ها، نقشی اساسی در فهم و انتقال مفاهیم علمی یافته‌اند (Flannery, 1992). همه این شواهد، پیوند عمیق میان علم و هنر را آشکار ساخته و فهمی زیباشناسانه از ماهیت علم را فراهم می‌سازد که در جدول (۱) خلاصه شده است.

بررسی وجوه زیباشناختی مؤلفه‌های توافقی ماهیت علم، نشان می‌دهد که علم و آنچه دانشمندان به‌عنوان فعالیت و پژوهش علمی انجام می‌دهند با جنبه‌های زیباشناسانه درهم‌تنیده است. و شباهت‌ها و جنبه‌های مشترک زیادی را می‌توان میان علم و هنر از یک طرف، و دانشمند و هنرمند از طرف دیگر، مشاهده کرد. این وجوه هنری و زیباشناسانه در سطوح بالای فعالیت علمی و در نزد دانشمندان بزرگ بارزتر است. اهمیت جنبه‌های زیباشناسانه علم، پیامدهای مهمی برای تربیت علمی و آموزش علم دارد که در ادامه به آن می‌پردازیم.

جدول (۱) مؤلفه‌های ماهیت علم و وجوه زیباشناختی متناظر با آن‌ها

مؤلفه‌های ماهیت علم	وجوه زیباشناختی
ماهیت خلاقانه و مبتنی بر تخیل دانش علمی	تخیل و خلاقیت به‌عنوان وجه بارز فعالیت و آفرینش هنری و زیباشناختی در علم نیز نقش و کارکردی اساسی دارد.
ماهیت نظریه‌بار دانش علمی	ذهنیت، احساسات، عواطف و ترجیحات زیباشناختی دانشمند در پژوهش علمی نقش دارد.
نظریه‌ها و قوانین علمی	نظریات و قوانین علمی به‌عنوان محتوای «آثار علمی به‌مثابه هنر» هستند و دانشمندان به زیبایی، ظرافت، سادگی، تقارن و هماهنگی نظریات و قوانین علمی اهمیت قائل هستند.
ماهیت اسطوره روش علمی (فقدان روش جهان‌شمول برای دانش علمی)	از آنجاکه هیچ روش قاطع و الگوریتمی برای دستیابی به حقایق علمی وجود ندارد، دانشمندان به شم، شهود و معیارهای زیباشناختی چون سادگی، هارمونی، تقارن و امثال آن‌ها در پژوهش علمی اتکا می‌کنند.

1. Pattern

<p>دانشمند به‌مثابه انسان، صرفاً موجودی عقلانی و منطقی نبوده بلکه واجد احساسات و عواطف انسانی است و از پیشینه فرهنگی خود متأثر بوده و در پژوهش علمی، کیفیات زیباشناختی مانند حیرت، هیبت، تحسین و جذب را تجربه می‌کنند که این ویژگی‌ها نشان‌دهنده اهمیت وجه کل‌گرایی در علم هستند که دوگانه‌های عقل و احساس، منطقی و شهود، ذهن و قلب و امثال آن‌ها را نفی می‌کند.</p>	<p>ماهیت اجتماعی و فرهنگی دانش علمی</p>
<p>در وجه تجربی و مشاهده‌ای علم نیز ذهنیت دانشمند و تعبیر و تفسیر او نقش دارند و مدل‌ها، استعاره‌ها، تمثیل‌ها، فرمول‌ها و روابط ریاضی به‌مثابه صورت و فرم در «علم به‌مثابه هنر» نقش آفرینی می‌کنند.</p>	<p>ماهیت تجربی، مشاهده‌ای و هستی‌ها و مفاهیم نظری علم</p>
<p>علم نیز مثل هنر دارای ماهیت منعطف و پویا است همان‌طور که هنرمند با استفاده از این ویژگی به خلق ابتکارات و سبک‌های جدید در هنر می‌پردازد، دانشمند نیز آن را برای نظر ورزی، نوآوری، خلاقیت و برای گشودن دریچه‌های جدید و ارائه بدیل‌های بهتر، به کار می‌گیرد.</p>	<p>ماهیت منعطف و پویای علم</p>

۳. پیامدهای فهم زیباشناسانه از ماهیت علم برای تربیت علمی

بررسی مؤلفه‌های توافقی ماهیت علم از منظر زیباشناختی نشان داد که علم مثل هنر دارای ابعادی زیباشناسانه است و دانشمندان نیز مثل هنرمندان از قوا و معیارهای زیباشناختی در مراحل مختلف فعالیت علمی، از مقام کشف تا مقام داوری یافته‌های علمی، استفاده می‌کنند. طرز تفکر علمی، تفکری سرشار از ابتکارات زیباشناسانه و خلاقانه است که نادیده گرفتن این ویژگی، تصویری نادرست از علم را به دانش‌آموزان نمایش می‌دهد و آنان از این حقیقت غافل می‌مانند که علم نیز مانند هنر بیان خلاقیت و ارزش‌های انسانی است (Flannery, 1992). این پیوند علم و هنر، و اهمیت وجوه زیباشناختی در فعالیت علمی، می‌تواند پیامدهای مهمی برای تمام ابعاد تربیت علمی و آموزش علم داشته باشد اما از آنجا که پرداختن به تمام این دلالت‌ها در یک مقاله ممکن نیست، ما به دو پیامد عمده و مبنایی تر که یکی بر ضرورت پرورش ادراک و قوای زیباشناختی دانش‌آموزان و دیگری بر رویکرد کل‌گرا^۱ در آموزش علم تأکید دارد، می‌پردازیم.

الف) اهمیت پرورش قوای زیباشناختی در تربیت علمی: اولین و شاید مهم‌ترین نتیجه‌ای که از اهمیت وجوه زیباشناختی در علم به دست می‌آید، ضرورت توجه به پرورش قوای زیباشناختی در تربیت علمی دانش‌آموزان است. پژوهش‌های مختلفی در مورد تأثیر هنر و پرورش قابلیت‌های زیباشناختی بر تقویت قوای شناختی انجام شده است (Bellocchi et al., 2017; Eisner, 1986; Mehrmohammadi & Kian, 2014;)

1. Holistic

(Wickman, 2006). آیزنر معتقد است که دو آلیسم ذهن-بدن که از زمان افلاطون مطرح بوده، همواره تمایل داشته که احساسات را ناشی از بدن و تفکر را متعلق به ذهن بدانند و از این رو، هنرها را نیز به دلیل اهمیت احساس در آن‌ها، فعالیتی غیرشناختی فرض کند. اما به نظر او، هنرها نیز فعالیتی شناختی بوده و توسط هوش و آگاهی انسانی آشکال منحصر به فردی از خلق معنا را موجب می‌شوند و در اصل هیچ فعالیت فکری و شناختی نیست که در اطلاعات دریافتی ناشی از حواس ریشه نداشته باشد (Eisner, 1986). آیزنر معتقد است که تشکیل مفهوم که مبنای شکل‌گیری زبان، ساخت معنا، مفاهمه و در نتیجه فعالیت شناختی و ذهنی، و در نهایت تشکیل ذهن است؛ وجه زیست‌شناختی داشته و از سیستم حسی ما ناشی می‌شود (Eisner, 2002). بنابراین استفاده از هنرها برای پرورش حواس و در نتیجه تقویت قوای شناختی، پیش‌نیاز فهم و ابراز حقایق در علم است (Mehrmohammadi & Kian, 2014).

از طرف دیگر شواهد تاریخی از زندگی دانشمندان بزرگ نیز از این فرضیه حمایت می‌کند که اشتغال هنری آن‌ها در اکتشافات و خلاقیت‌های علمی آن‌ها مؤثر بوده است. روت‌برنشتین^۱ در دفاع از اهمیت هنر در زندگی دانشمندان، لیستی از ۴۰۰ نفر از دانشمندان قرن ۱۹ و ۲۰ میلادی تهیه کرده است که در فعالیت‌های غیر علمی هنری و خلاقانه مشارکت داشته‌اند که ۶۵ نفر از آن‌ها از برندگان جایزه نوبل بودند. در این لیست افراد شاخصی با فعالیت‌های هنری خاص مشاهده می‌شود. از جمله لویی پاستور^۲ که مجسمه‌های چوبی و فلزی می‌ساخت؛ اینشتین و هایزنبرگ که نوازنده ویولن و پیانو بودند؛ ماری کوری^۳ و لودویک بولتزمن^۴ که شعر می‌سرودند (Girod, 2007). پرداختن به هنر برای این دانشمندان یک سرگرمی صرف نبوده است. از طرف دیگر، آن‌ها کار خود را نیز یک کار زیبا و فعالیت علمی را دارای یک لذت زیباشناختی می‌دانستند. هر دو فعالیت برای آن‌ها مهم و اساسی بود و گاهی این افراد برای هر دو فعالیت هنری و علمی خود شهرت داشتند، چنان‌که «گوته» در زمان خودش همان اندازه که برای شعرش معروف بود، برای کارهای نوآورانه‌اش در کالبدشناسی تطبیقی نیز به حق صاحب‌نام بود» (Midgley, 2015b, p.118). این حقیقت با وضعیت موجود تربیت هنری و زیباشناختی که به صورت بخشی حاشیه‌ای و بی‌اهمیت از تعلیم و تربیت نگریسته می‌شود کاملاً در تضاد است. بنابراین ضروری است که انواع فعالیت‌های هنری در برنامه درسی مقاطع مختلف تحصیلی مرتبط با علوم طبیعی، گنجانده شود. همچنین باید سعی شود که ذوق، استعداد

-
1. Root-Bernstein
 2. Louis Pasteur
 3. Marie Curie
 4. Ludwig Boltzmann
 5. Goethe

و قریح هنری دانش‌آموزان در آموزش علوم به کار گرفته شود تا آن‌ها نیز مثل دانشمندان بزرگ، به کارگیری قوای زیباشناختی در فعالیت علمی را تمرین کنند.

فلنری بر این باور است که معمولاً دانش‌آموزان فهم مفاهیم علمی را دشوار می‌یابند و احساس بدی نسبت به علوم دارند. این نگرش منفی باید با تجارب زیباشناختی مثل لذت، هیجان و شادی به احساس مثبت تبدیل شود (Flannery, 1992). بنابراین هر دو بخش نظری و عملی علوم باید به نحوی سامان یابد که دانش‌آموزان جنبه‌های زیباشناسانه علم را تجربه و احساس کنند. چنین تجربه‌ای ضمن ایجاد انگیزش درونی در آنان برای گرایش بیشتر به علوم و مباحث علمی، یادگیری مفاهیم علمی را نیز تسهیل خواهد کرد.

وضع موجود حکایت از گسستی عمیق میان آموزش علوم و تربیت هنری دارد. چنان‌که در رشته‌هایی چون علوم تجربی و ریاضی-فیزیک، فقدان دروس هنری کاملاً آشکار است. در صورتی که تلفیق آن دو نوع آموزش در وسعت بخشیدن به نگرش و در غنابخشی به شخصیت دانش‌آموزان نقش اساسی دارد. میجلی در این مورد معتقد است که علوم طبیعی به دانش‌آموزان دیدی روشن‌گر می‌بخشد و به آن‌ها نوعی از تفکر و تعمق را آموزش می‌دهد که فقط در همراهی با هنر قادر است یک زندگی انسانی غنی را رقم بزند. متفکران و دانشمندان بزرگ تاریخ مانند ارسطو، دکارت، کانت، داروین و اینشتین از این دید گسترده، یعنی ارزش تربیتی تلفیق تربیت علمی و هنری، بهره‌مند بودند و فقدان این بصیرت در تعلیم و تربیت معاصر مشکلی بزرگ است (Midgley, 2015b). بنابراین تربیت هنری و زیباشناختی باید همراه و همگام با تربیت علمی به‌طور جدی دنبال شود.

شاخص‌ترین نوع تربیت قوا و ادراک زیباشناختی، درگیری در فعالیت هنری و همچنین ارتباط با آثار هنری است. هاسپرس معتقد است که «درک هنری عمدتاً از ملاحظه آثار هنری (از طریق گوش‌دادن، خواندن و ...) در موقعیت‌ها و حالت‌های مختلف تشکیل می‌شود، به گونه‌ای که انسان رفته‌رفته بتواند همه چیز را در اثر هنری که بناست مایه لذت و بهره‌مندی باشد، دریابد و از آن لذت ببرد و برخوردار گردد.» (Hospers, 2014, p. 14). بنابراین برای تقویت قوای زیباشناسانه دانش‌آموزان ضروری است علاوه بر اشتغال به فعالیت‌های هنری مختلف، آنان را در معرض انواع آثار هنری از طریق نمایشگاه‌ها، موزه‌ها و سایر فرصت‌های مناسب مواجهه با هنرها قرار داد.

ب) ضرورت اتخاذ رویکرد کل‌گرا در تربیت علمی: تخصص‌گرایی دانشگاهی و حاکمیت این نگرش تخصصی در تعلیم و تربیت که به صورت رشته‌های منفک (از قبیل علوم تجربی، ریاضی-فیزیک، علوم انسانی، هنر) و برنامه‌های درسی مختلف (از قبیل فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، ادبیات، هنر و ...) نمود

یافته، باعث شده است که تربیت هنری و زیباشناختی به طور کامل از رشته‌های علمی دوره متوسطه دوم از قبیل علوم تجربی و ریاضی-فیزیک و همچنین در رشته‌های علمی در دانشگاه حذف شود. این ناشی از همان نگرش دوگانه‌گرایی است که عقل و احساس، ذهن و قلب، و منطق و تخیل را از هم متمایز دانسته و به تبع در آموزش نیز علم و هنر، علوم تجربی و انسانی را از هم متمایز می‌سازد. میجلی که به بررسی نسبت علم و شعر در جهان معاصر پرداخته، با طرح این پرسش که «آیا اصلاً ارتباطی میان شعر و علم وجود دارد؟» معتقد است که «امروزه تخصص‌گرایی دانشگاهی این دو حوزه را چنان سخت از هم جدا کرده که ربط دادن آن‌ها در الگویی واحد دشوار شده است» (Midgley, 2015a, p. 45). اما جالب است که تاریخ علم مؤید ارتباط مهمی میان آن‌هاست. به طور مثال، شعر «در باب ماهیت جهان»^۱ لوکرتیوس^۲ که نظریه اتمی درباره ماده از طریق آن به اروپای دوره رنسانس رسید و شور و حرارت موجود در آن، نیروی خاصی به اتم‌باوری داد و «همین شعر، کاری کرد که شهود خلاقانه اتم‌باوران در دل و ذهن کتاب‌خوانان عصر نوزایی جا باز کند» که «فقط خود نظریه اتمی را شامل نمی‌شد، بلکه نتایج اخلاقی شگفت‌آوری را که پیش‌تر اپیکور^۳ از این نظریه اخذ کرده بود نیز دربر می‌گرفت، به طوری که رگه‌های اتم‌باورانه تفکر روشنگری در حوزه‌های بسیار وسیعی گسترده شد» (Midgley, 2015a, p. 49). میجلی با تحلیل تأثیر شعر لوکرتیوس بر بنیادهای علم جدید، سعی دارد نشان دهد که اندیشه‌های اصلی ما چگونه از تخیل زاده می‌شوند. اندیشه‌های جدید در واقع شهود خیالی جدید هستند که به مرور شکل کلی تفکر ما را تغییر می‌دهند و با پی افکندن یک جهان‌بینی جدید (مثل اتم‌باوری) نظریات علمی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Midgley, 2015a).

این نگرش غالب تخصص‌گرا و جزءنگر با ماهیت علم معاصر ناسازگار است، چون همان‌طور که ونویل و همکارانش اشاره می‌کنند، علم معاصر خود ماهیتی کل‌گرا دارد و درهم‌تنیدگی و تأثیر متقابل ذهن و عین، عقل و احساس، نظریه‌باری مشاهدات، تأثیر عوامل فرهنگی-اجتماعی بر علم و امثال آن، مؤید این ماهیت کل‌گر است (Venville, Rennie & Wallace, 2012). باین حال، از لحاظ آموزشی این کل‌گرایی نادیده گرفته شده است و همچنان رویکرد تخصص‌گرا غلبه داشته و بر تمایزها تأکید می‌شود. به طوری که دانش‌آموز و «دانشجو در هنگام انتخاب رشته سرگردان می‌ماند. در یک سو، ادبیات با رویکردی محدود و نسبتاً درون‌نگر عرضه می‌شود. در سوی دیگر، با شکلی از تدریس علم روبه‌رو می‌شود که به نگرش‌های اجتماعی و فرضیات پس‌زمینه‌ای که بر اندیشه علمی اثرگذار بوده‌اند، هرگز هیچ اشاره‌ای نمی‌کند؛ اصلاً

1. De rerum Natura
2. Lucretius
3. Epikouros

هرگونه اشاره به این موضوعات را عوامانه و خطرناک می‌داند. چنین می‌شود که دانشجو می‌تواند یا جنبه بیرونی یا جنبه درونی زندگی انسان را مطالعه کند، اما به هیچ‌روی نباید این دو را باهم جمع کند» (Midgley, 2015a). در صورتی که، نگرش زیباشناختی جامع این دو است و رویکردی کل‌گرایانه را توصیه می‌کند و لزوم رویکرد تلفیقی و جامع‌نگر در آموزش علوم را آشکار می‌سازد.

فهم زیباشناسانه ماهیت علم نشان داد که انسان دانشمند علاوه بر عقل و منطق، شهود و احساس را نیز در فعالیت علمی به کار می‌گیرد. در اینجا گسستی میان عقل و احساس، ذهن و عین، و درون و بیرون وجود ندارد بلکه همه آن‌ها باهم یک کل یکپارچه و منسجم را رقم می‌زنند. با این حال، تخصص‌گرایی مذکور و نگرش ابزاری صرف به علم، باعث شده است که در علم دانشگاهی و مدرسه‌ای، عقل غالب شده و احساس حذف شود. فلنری معتقد است که امروزه، احساس از علم جدا است. احساس عمیقی که زمانی مایه بزرگ‌ترین لذت و شادمانی دانشمندان بود، امروز به عنوان بخشی نامنتقی از وجود ما، در علم سرکوب می‌شود. از این رو، دانشمندان امروزی مانند گذشتگان علم‌ورز خود احساس خوشبختی نمی‌کنند. ما با سرکوب احساسات عمیق در رویکرد امروزی به دانش، نمی‌توانیم تجربه زیبایی علم را به عنوان جزئی از فرهنگ بشری، تحقق بخشیم (Fischer, 1999). از چند دهه قبل برخی دانشمندان بزرگ نسبت به چنین وضعیت فروکاست‌گرایانه‌ای هشدار داده‌اند. چنان‌که این قطعه از سخنان آدولف پورتمن^۱، جانورشناس و فیلسوف فرهنگ، که بعد از جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۴۹ در یک سخنرانی با موضوع وجوه زیست‌شناختی آموزش زیباشناسی بیان شده، ارزش بازگویی دارد: «تعداد معدودی این بصیرت را دارند که موقعیت زیباشناسی نیاز به تقویت دارد. امروز همه بیش از حد به توسعه یک‌جانبه بخش منطقی تفکر ما به عنوان مهم‌ترین وظیفه تربیت انسانی مشغول هستند». این طرز تفکر نشانه‌ای از این حقیقت است که اندیشه واقعی و زاینده، حتی در دقیق‌ترین رشته‌های علمی، نیازمند شهود، خلاقیت، عملکرد زیباشناختی، رؤیاها، خیال‌پروری‌ها و تمام تجارب حسی است که امکانات فراوانی را به روی ما می‌گشایند (Fischer, 1999, p. 168).

عمل به پیشنهاد پورتمن، مستلزم آن است که در آموزش علم و تربیت علمی نیز باید رویکرد کل‌گرا مورد توجه قرار گیرد و ضمن توجه به عقل و منطق، قوای دیگر از جمله تخیل، احساس، شهود و سایر استعدادها را از طریق آموزش هنری و زیباشناختی در جهت ارتقای کیفیت تربیت علمی، تقویت کرد و به کار گرفت. البته کثرت‌هایی در بستر این وحدت می‌تواند و باید وجود داشته باشد. به طور مثال کثرت‌گرایی شناختی باید مورد توجه قرار گیرد و با در نظر داشتن همه قوای ادراکی، احساسی و زیباشناختی

1. Adolf Portman

از ابزارهای مختلف بیانی زیباشناختی و هنری از قبیل شعر، نقاشی، عکس، موسیقی، داستان، مجسمه‌سازی، نمایش و امثال آن‌ها بهره گرفته شود تا شاهد تنوع و تکثر هرچه بیشتر فرصت‌های یادگیری باشیم. شیوه ارائه و روش تدریس نیز از اهمیت اساسی برخوردار است (Eisner, 2002). همان‌طور که رایینسون^۱ گفته: «هنر چیزی است که درون انسان وجود دارد و باید بیدار شود. هنر مستقیماً با تجربه زیباشناسی در ارتباط است و تجربه زیباشناسی وقتی که حواس شما بیش‌ازحد فعال است، وقتی که در زمان حال قرار دارید، وقتی که با چیزی که دارید تجربه می‌کنید کاملاً همراه می‌شوید، رخ می‌دهد. از این رو، باید فراگیران را با چیزی که درونشان است، مواجه سازیم تا جهانشان را تجربه کنند و تخیل، عقل، حس ابتکار و روح جمعی خودشان را پرورش دهند» (Javidikalateh & Abdoli, 2018, p. 35).

تجربه کردن زیبایی نیاز به زمان دارد. درک زیبایی یک نمونه در آزمایشگاه یا یک ایده در کلاس نیاز به صرف وقت دارد. زمان باعث می‌شود که دانش‌آموز با آن‌ها آشنا شود و ابعاد مختلفشان را مورد بررسی و کاوش قرار دهد. کیفیات زیباشناختی باید چشیده و تجربه شوند نه این‌که به صورت انبوه و به سرعت به خورد دانش‌آموزان داده شود (Flannery, 1992). همان‌طور که جرالد هولتون گفته: «مهم‌ترین تجربه‌ای که ما می‌توانیم به یک دانش‌آموز بدهیم وقتی است که او درمی‌یابد که می‌تواند لذت ببرد و یک مسئله علمی را حل کند» (Flannery, 1992, p. 11). آن‌ها با تجربه شخصی، لذت، هیجان و شگفتی کشف و یادگیری را احساس کرده و انگیزه بیشتری برای یادگیری علوم پیدا می‌کنند و ضمن دستیابی به تصویری واقعی‌تر از ماهیت علم، ارزش آن را بیشتر درمی‌یابند.

نتیجه

بررسی مؤلفه‌های ماهیت علم در بستر تاریخ علم، مؤید آن است که علم با هنر دارای وجوه اشتراک مهمی است و شباهت بسیاری میان تجارب زیباشناسانه هنرمندان و دانشمندان وجود دارد. به طوری علم و نظریه‌های علمی را می‌توان چون آثار هنری دانشمندان در نظر گرفت. دانشمند به مثابه انسان، موجود عقلانی و منطقی صرف نبوده و مانند هنرمند تخیل، خلاقیت، احساسات، عواطف و شمع و شهود را در فعالیت علمی خود به کار می‌گیرد. دانشمندان معیارهای زیباشناختی مثل سادگی، ظرافت، زیبایی، تقارن و هماهنگی را برای ارزیابی نظریات علمی به کار می‌برند. در پژوهش‌های علمی نیز مثل شعر و ادبیات از استعاره‌ها، تمثیل‌ها و مدل‌ها استفاده می‌شود که به علم جنبه تفسیری، تأویلی و زیباشناختی می‌بخشد. همچنین دانشمندان تجارب

1. Robinson

زیباشناختی چون حیرت، تحسین و جذبه را در فعالیت علمی خود گزارش می‌کنند. به دلیل ماهیت پویا و منعطف علم، فعالیت دانشمندان نیز چون کار هنری از آزادی و انعطاف کافی برای نظوروری، خیال‌پردازی، ابداع و خلاقیت برخوردار است.

نقش مهم وجوه زیباشناختی در فعالیت علمی، ضرورت توجه به این جنبه‌ها در تربیت علمی و آموزش علوم را آشکار ساخته و اهمیت تربیت زیباشناختی را برای تربیت علمی نشان می‌دهد. به‌کارگیری زیباشناسی در آموزش علم، ضمن ایجاد تجارب زیباشناختی مثل لذت، هیجان، حیرت، احساس خوشایندی از یادگیری علوم را در آنان ایجاد کرده و انگیزه آنان را برای تداوم یادگیری و پیگیری علم، افزایش می‌دهد. علاوه بر ضرورت و اهمیت تربیت زیباشناختی در تربیت علمی، اتخاذ رویکرد کل‌گرایانه در آموزش علم نیز بسیار حائز اهمیت است. رویکرد غالب در آموزش علم عمدتاً رویکردی ثنویت‌گرا و فروکاستی است که وجوه احساسی و عاطفی و نقش آن را در علم و به تبع آن در آموزش علم نادیده گرفته و آموزش هنری و زیباشناختی را به‌طور کامل از رشته‌های علمی حذف کرده است. تنها با رویکردی کل‌گرا و حذف دوگانه‌ها و توجه به تمام وجوه عقلانی و احساسی و قوای خلاقه و زیباشناختی چون تخیل، شم و شهود است که می‌توان تجربه‌ای غنی از یادگیری علم را برای دانش‌آموزان فراهم کرد. در بستر کل‌گرایانه مذکور، باید کثرت‌گرایی شناختی را مورد توجه قرار داد و بازنمایی‌ها و ابزارهای مختلف هنری و زیباشناختی را در آموزش علم به کار بست تا امکان تجارب زیباشناختی و در نتیجه یادگیری عمیق و باکیفیت برای دانش‌آموزان، فراهم شود.

در این پژوهش دو پیامد کلی و نظری وجوه زیباشناختی ماهیت علم در تربیت علمی مورد توجه قرار گرفت و بررسی سایر جوانب و ابعاد دیگر آن می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

References

- Bellocchi, A., Quigley, C., & Otrell-Cass, K. (2017). *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research* (A. Bellocchi, C. Quigley, & K. Otrell-Cass Eds.): Springer.
- Brennan, R. P. (1999). *Heisenberg probably slept here: the lives, times: and ideas of the great physicists of the 20th century* (H. Fghihineghad, Trans.). Tehran: Ettelaat Publishing. (in persian).
- Cropper, W. H. (2001). *Greater physicists: The life and times of leading physicists from Galileo to Hawking*. Oxford: Oxford University Press.
- Denis, B. (2003). *The Voice of Genius: Conversations with Nobel Scientists And Other Luminaries* (S. Farmanfarmaian, Trans.). Tehran: Farzanrooz. (in persian).
- Ede, S. (2005). *Art and science*. London: I.B. TAURIS.
- Eisner, E. (1986). The role of the arts in cognition and curriculum. *Journal of Art & Design Education*, 5(1-2), 55-67.

- Eisner, E. (2002). *The art and the creation of mind*: Yale University Press.
- Feynman, R. P. (2000). *QED: the strange theory of light and matter* (A. Shariati, Trans.). Tehran: Havaye Taze. (in persian).
- Fischer, E. P. (1999). *Beauty and the best: the aesthetic moment in science* (O. E., Trans.): Springer.
- Flannery, M. (1992). Using science's aesthetic dimension in teaching science. *The Journal of Aesthetic Education*, 26(1), 1-15.
- Frank, P. (1992). *Einstein, his life and Times; zed* (H. Saffari, Trans.). Tehran: Amirkabir. (in persian).
- Frey, N. (1984). *The educated imagination* (S. Arbabshirani, Trans.). Tehran: Markaze Nashre Daneshgahi. (in persian).
- Gillies, D. (2002). *Philosophy of science in the twentieth Century four central themes* (H. Miandari, Trans.). Tehran: Samt. (in persian).
- Girod, M. (2007). A conceotual overview of the role of beauty and aesthetics in science and science education. *Studies in Science Education*, 43, 38-61.
- Girod, M., Rau, C., & Scherige, A. (2003). Appreciating the beauty of science ideas: teaching for aesthetic understanding. *Sci Ed*, 87, 574-587.
- Gleiser, M. (2015). *The dancing universe : from creation myths to the big bang* (A. B. Sh., Trans.). Tehran: Sabzan Publication. (in persian).
- Glynn, I. (2010). *Elegance in science: the beauty of simplicity*. Oxford: Oxford University Press.
- Greene, T. M. (2014). Art as an expressive tool (A. g. o. translators, Trans.). In J. Hospers (Ed.), *Introductory readings in aesthetics* (pp. 129-138). Ghom: Islamic School of Art.
- Hospers, J. (2014). *Introductory readings in aesthetics* (J. Hospers Ed.). Ghom: Islamic School of Art.
- Ivanova, A. (2017). Aesthetic values in science. *Philosophy Compass*, 12, 1-9.
- Jakobson, B., & Wickman, P. O. (2008). The roles of aesthetic experience in elementary school science. *Research in Science Education*, 38(1), 45-65.
- Javidikalateh, T., & Abdoli, A. (2018). Aesthetics and art from Maxine Green's view and its educational implications. *Journal of New Educational Approachs*, 12(2), 21-45. (in persian).
- Jho, H. (2018). Beautiful physics: re-vision of aesthetic features of science through the literature review. *Journal of the Korean Physical Society*, 73(4), 401-413.
- Johnston, J. S. (2014). John Dewey and science education. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history philosophy and science teaching* (pp. 2409-2432). Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G. (1992). Student' and teachres' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Juornal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. S., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Schwartz, R., & Abd-El-Khalick, F. S. (2015). Nature of science, assessing of. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 694-698). Dordrecht: Springer.
- Matthews, M. R. (2002). Forward and introduction. In W. F. MaComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationals and strategies* (Vol. x-xxi). London: Kluwer academic publishers.

- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationals and strategies* (pp. 3-39). London: Kluwer academi publishers.
- Mehrmohammadi, M. (2011). Aesthetic turn in ducation: arts inspired improveents in the quality of education. *Quarterly Journal of Educational research*, 27(1), 11-34. (in persian).
- Mehrmohammadi, M., & Kian, M. (2014). *Art curriculum and teaching in education*. Tehran: Samt. (in persian).
- Midgley, M. (2015a). *Science and poetry* (M. Mohammadamini, Trans.). Tehran: Farhange Nashre No. (in persian).
- Midgley, M. (2015b). *Utopias, dolphins and computers: problems in philosophical pluming*. Tehran: Farhange Nashre No.
- Planck, M. (1975). *Where is science going?* (A. Aram, Trans.). Tehran: Sahamintsharco. (in persian).
- Poincare, H. (2011). *The value of science: Essential writings of Henri Poincare*. New York: The Modern Library.
- Venville, G., Rennie, L. J., & Wallace, J. (2012). Curriculum integration: challenging the assumption of school science as powerful knowledge. In B. J. F. e. al. (Ed.), *Second international handbook of education* (pp. 737-749): Springer.
- Wickman, P. O. (2006). *Aesthetic experience in science education: Learning and meaning-making as situated talk and action*. London: LEA.