Citizen Science and Scientific Citizenship: A Conceptual Reflection on Public Engagement in Science

Akram GHadimi*[1] , khashayar Bourbouri[2]

Abstract

Objective: This paper aims to conceptually rethink and clarify the theoretical distinctions between "citizen science" and "scientific citizenship" within the framework of Science and Technology Studies (STS), and to examine their implications for science and technology policy.Methodology: This theoretical-analytical study employs a systematic conceptual analysis, integrating Walker and Avant's attribute-based approach with Rodgers' evolutionary approach. By conducting an analytical review of the literature, the study identifies and examines the theoretical assumptions and models of public participation inherent in both concepts.

Findings: The findings indicate that despite theit overlappingly or synonymously use in the literature, these two concepts possess fundamental ontological differences. "Citizen science" primarily focuses on the methodological participation of citizens in research processes, such as data collection, observation, and monitoring. In contrast, "scientific citizenship" refers to the rights-based agency of citizens in evaluating, critiquing, and directing science and technology priorities and policies. Accordingly, citizen science predominantly operates within the domain of "knowledge production," whereas scientific citizenship belongs to the realm of "science governance."Conclusion: The results demonstrate that distinguishing between "participation in knowledge production" and "participation in knowledge governance" is essential for a more nuanced understanding of the science-society relationship. "Scientific citizenship" can be viewed as a normative expansion of citizen science, the realization of which requires institutional transformations and the opening up of the scientific system. This conceptual differentiation is a prerequisite for designing more effective policies to enhance public engagement.

Keywords: Citizen Science, Scientfic Citizenship, Public Participation in Science, Technical Democrecy, Epistemic Justice, Science and Technology, Governance.

1.asociate Professor Futures Studies Group, National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran, Iran.(corresponding author) ghadimi.nrisp@gmail.com

2. Postdoctoral Researcher, Iran National Science Foundation (INSF), Tehran, Iran. kbourbouri@yahoo.com

پژوهشی

popsci.2026.246030/10.22034

علم شهروندی و شهروندی علمی:
بازاندیشی مفهومی در مشارکت عمومی در علم

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۳

اکرم قدیمی[۱*]، خشایار بوربوری[۲]

چکیده

هدف: هدف این مقاله، بازاندیشی مفهومی و تبیین تمایزات نظری میان دو اصطلاح «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» در ادبیات مطالعات علم و فناوری (STS) و بررسی دلالت‌های آن برای سیاست‌گذاری علم و فناوری است.

روش‌شناسی: این پژوهش از نوع نظری-تحلیلی است و با بهره‌گیری از روش تحلیل مفهومی نظام‌مند (تلفیقی از رویکرد ویژگی‌محور واکر و آوانت و رویکرد تکاملی راجرز) انجام شده است. در این فرآیند، ضمن مرور تحلیلی ادبیات موجود، مفروضات نظری و الگوهای مشارکت عمومی نهفته در این دو مفهوم شناسایی و مورد واکاوی قرار گرفته‌اند.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این دو مفهوم، علیرغم کاربرد هم‌پوشان یا مترادف در ادبیات، تفاوت‌های ماهوی بنیادینی دارند. «علم شهروندی» عمدتاً بر مشارکت روش‌شناختی شهروندان در فرآیندهای پژوهشی نظیر گردآوری داده، مشاهده و پایش متمرکز است. در مقابل، «شهروندی علمی» به کنشگریِ صاحب‌حقِ شهروندان در ساحتِ ارزیابی، نقد و جهت‌دهی به اولویت‌ها و سیاست‌های علم و فناوری اشاره دارد. بر این اساس، علم شهروندی عمدتاً در قلمرو «تولید دانش» و شهروندی علمی در قلمرو «حکمرانی علم» جای می‌گیرند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که تفکیک میان «مشارکت در تولید دانش» و «مشارکت در حکمرانی دانش»، برای فهم دقیق‌تر رابطه علم و جامعه ضروری است. «شهروندی علمی» را می‌توان بسط هنجاری علم شهروندی دانست که تحقق آن مستلزم دگرگونی‌های نهادی و گشودگی نظام علمی است؛ تمایزگذاری میان این دو، پیش‌شرط طراحی سیاست‌های کارآمدتر برای ارتقای مشارکت عمومی است.

واژگان کلیدی: علم شهروندی، شهروندی علمی، مشارکت عمومی در علم، دموکراسی فنی، عدالت شناختی، حکمرانی علم و فناوری.

مقدمه و بیان مسئله

رابطه میان علم، فناوری و جامعه در چند دهه اخیر دستخوش تحولاتی بنیادین شده است. دیگر نمی‌توان علم را نهادی جداافتاده از بستر اجتماعی خود تصور کرد که صرفاً به تولید دانش عینی و خنثی می‌پردازد؛ بلکه علم و جامعه در فرایندی پیوسته و دوسویه یکدیگر را

۱. دانشیار گروه آینده پژوهی، موسسه تحقیقات سیاست علمی کشور ، تهران ، ایران. (نویسنده مسئول)
ghadimi.nrisp@gmail.com

۲. پژوهشگر پسادکتری، بنیاد علم ایران، تهران، ایران.
kbourbouri@yahoo.com

شکل می‌دهند (وین، ۲۰۰۷). یکی از مهم‌ترین تجلی‌های این تحول، گسترش اشکال متنوع مشارکت عمومی در علم است. در این روند نوظهور، شهروندان دیگر دریافت‌کنندگان منفعل دانش علمی نیستند، بلکه به گونه‌ای فزاینده در تولید، تفسیر و حتی جهت‌دهی به علم و فناوری نقش آفرینی می‌کنند. مشارکت عمومی در علم، بدین ترتیب، به یکی از محورهای اصلی گفتمان معاصر درباره نسبت علم و جامعه تبدیل شده و توجه انبوهی از پژوهشگران حوزه مطالعات علم، فناوری و جامعه را به خود معطوف داشته است(جسانوف، ۲۰۰۳؛ کالون، لاسکوم و بارت، ۲۰۰۹).

در متن این تحولات نظری و عملی، دو مفهوم به ویژه در کانون توجه قرار گرفته‌اند: «علم شهروندی»[1] و «شهروندی علمی»[2]. این دو اصطلاح در نگاه نخست هم‌پوشانی معنایی چشمگیری دارند و چه بسا به همین دلیل، در بسیاری از متون به جای یکدیگر و بدون تمایز مفهومی دقیق به کار می‌روند. با این حال، پژوهش‌های بنیادین در حوزه مطالعات اجتماعی علم به روشنی نشان داده‌اند که تمایز میان این دو مفهوم را می‌توان در سه سطح تحلیلی متمایز اما به‌هم‌پیوسته صورت‌بندی کرد: سطح معرفتی، سطح هنجاری و سطح نهادی(ایروین، ۱۹۹۵؛ جسانوف، ۲۰۰۴). در سطح معرفتی، تفاوت اصلی به نحوه تعریف «دانش معتبر»، نقش تجربه زیسته شهروندان و جایگاه دانش غیرتخصصی در فرایند تولید علم بازمی‌گردد. در سطح هنجاری، این دو مفهوم اهداف متفاوتی را در پیوند با ارزش‌هایی چون دموکراسی، پاسخ‌گویی و عدالت معرفتی دنبال می‌کنند. در سطح نهادی نیز پیامدهای متفاوتی برای سازمان‌دهی علم، الگوهای مشارکت عمومی و روابط قدرت میان نهادهای علمی و جامعه به همراه دارند(جسانوف، ۲۰۱۲). اتخاذ این چارچوب سه‌سطحی امکان تحلیل نظام‌مند تمایزها و هم‌پوشانی‌های میان علم شهروندی و شهروندی علمی را فراهم می‌سازد و می‌تواند مبنایی مفهومی برای بررسی انتقادی اشکال گوناگون مشارکت عمومی در علم به دست دهد.

با وجود غنای نسبی این مباحث در سطح بین‌المللی، مرزهای مفهومی میان دو اصطلاح مذکور در بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها همچنان مبهم باقی مانده است. این ابهام مفهومی موجب شده چارچوب‌های نظری منسجمی برای تحلیل گونه‌های مختلف مشارکت عمومی در علم کمتر توسعه یابد و پرسش از نسبت و تمایز میان این دو مفهوم کماکان بی‌پاسخ بماند. در ادبیات فارسی، وضعیت با تأکیدی بیشتر نیازمند تأمل است. این حوزه در ایران هنوز نوپاست و پژوهش‌هایی که مستقیماً به مسئله مشارکت عمومی در علم پرداخته باشند، اندک و پراکنده‌اند. افزون بر این، آنچه در این مطالعات معدود مشاهده می‌شود، غالباً کاربردهای

1. Citizen Science

2. Scientific Citizenship

جایگزین و بدون تمایز دو مفهوم «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» است، بی آنکه توجه نظری کافی به مبانی متمایز آن‌ها معطوف شده باشد(شعبانی و رزاقی، ۱۳۹۹). به این خلأ پژوهشی، ضرورت بازاندیشی مفهومی و صورت‌بندی نظری روشن را دوچندان می‌کند.

در ادبیات بین‌المللی علم شهروندی، این مفهوم در آغاز بیشتر به پروژه‌هایی اطلاق می‌شد که در آنها شهروندان غیرحرفه‌ای در گردآوری داده‌های علمی، به ویژه در حوزه‌هایی مانند بوم‌شناسی، محیط زیست و نجوم، مشارکت می‌کردند(بانی و همکاران، ۲۰۰۹؛ هکلای، ۲۰۱۳). در سال‌های اخیر، رویکردهای جدیدتری پا به عرصه نهاده‌اند که دامنه حضور شهروندان را به مراحل دیگری از فرایند پژوهش، از جمله طراحی پژوهش، تحلیل داده‌ها و حتی تفسیر اجتماعی نتایج گسترش داده‌اند(هکر و همکاران، ۲۰۱۸). در این عرصه، دو سنت تحلیلی نسبتاً متمایز قابل شناسایی است: نخست، رویکرد بالا به پایین که در آن نقش شهروندان عمدتاً به گردآوری داده محدود می‌شود و چارچوب‌های اصلی تولید دانش همچنان در اختیار نهادهای علمی باقی می‌ماند(بانی و همکاران، ۲۰۰۹)؛ و دوم، رویکرد پایین به بالا که بر مسئله‌مندی محلی، تجربه‌های زیسته شهروندان، توانمندسازی جوامع و پیوند علم با عدالت اجتماعی تأکید می‌ورزد(ایروین، ۱۹۹۵؛ ایروین و مایکل، ۲۰۰۳). با این همه، نقدهای معاصر نشان داده‌اند که بسیاری از پروژه‌های علم شهروندی هنوز در چارچوب ساختارهای سنتی قدرت علمی عمل می‌کنند؛ شهروندان اغلب در نقش گردآورندگان داده باقی می‌مانند و سهمی محدود در تصمیم‌گیری‌های علمی یا تفسیر نهایی دانش دارند(وین، ۲۰۰۷).

در سوی دیگر، مفهوم شهروندی علمی در سنت نظری متفاوتی ریشه دوانده که با مقولاتی چون «دموکراسی فنی»، «هم‌تولیدی دانش» و «نوآوری مسئولانه» پیوندی ناگسستنی دارد. در این چارچوب، شهروندان نه صرفاً به‌عنوان مشارکت‌کنندگان در پروژه‌های پژوهشی، بلکه به‌مثابه کنشگرانی در نظر گرفته می‌شوند که می‌توانند در ارزیابی مخاطرات فناورانه، تعیین اولویت‌های پژوهشی، نقد دانش تخصصی و مشارکت در حکمرانی علم و فناوری نقش آفرینی کنند(جسانوف، ۲۰۰۴؛ فاینستاین، ۲۰۱۱؛ استیلگو، لاک و ویلسدون، ۲۰۱۴). در این نگاه، مشارکت عمومی نه صرفاً ابزاری برای افزایش کارآمدی علم، که شرطی اساسی برای پاسخ‌گویی نهادی، عدالت شناختی و مشروعیت دموکراتیک نظام علم تلقی می‌شود. از این رو، شهروندی علمی ماهیتی هنجاری و تا حدی سیاسی دارد و با مسائلی چون برابری معرفتی، شمول اجتماعی و به‌رسمیت‌شناختن تجربه‌های زیسته گروه‌های مختلف اجتماعی پیوند می‌خورد(جسانوف، ۲۰۰۴، ۲۰۱۲). مشارکت شهروندان در علم در این دیدگاه با ایده «مسئولیت اجتماعی علم» نیز گره می‌خورد: نهادهای علمی باید در برابر پیامدهای اجتماعی و اخلاقی دانش و فناوری پاسخ‌گو باشند و شهروندان نیز بتوانند در فرایندهای نقد، ارزیابی

و جهت‌دهی علم و فناوری حضوری فعال و مؤثر داشته باشند.

با وجود این تمایزات روشن در ادبیات بین‌المللی، در ادبیات فارسی نوعی خلط مفهومی پایدار میان «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» مشاهده می‌شود. در بسیاری از پژوهش‌ها، این دو اصطلاح بی‌آنکه تمایز تحلیلی روشنی میان آنها قائل شوند، غالباً ذیل عنوان کلی «مشارکت عمومی در علم» به کار رفته‌اند. افزون بر این، بخش قابل توجهی از مطالعات موجود ماهیتی توصیفی دارند و کمتر به بررسی بنیان‌های نظری، سطوح مختلف درگیری شهروندان در علم، نقدهای معرفتی و پیامدهای سیاستی این مفاهیم پرداخته‌اند. در نتیجه، چارچوبی منسجم برای تحلیل تمایزات معرفتی، هنجاری و نهادی این دو مفهوم در دست نیست. این خلأ نظری پیامدهای عملی ناخوشایندی نیز به دنبال دارد: در طراحی و اجرای سیاست‌های علم و فناوری، به‌ویژه در حوزه مشارکت عمومی، نوعی ابهام مفهومی ایجاد می‌کند. برای نمونه، در برخی برنامه‌ها نقش شهروندان صرفاً در سطح گردآوری داده‌های علمی تعریف می‌شود، حال آنکه در برخی اسناد سیاستی از آنان انتظار می‌رود در فرایندهای گسترده‌تری مانند ارزیابی اجتماعی فناوری‌ها یا مشارکت در تصمیم‌سازی‌های علمی و فناورانه نیز حضور داشته باشند؛ با این حال، سطح و ماهیت این نقش‌ها اغلب به‌طور نظری روشن نشده است(کالینز و ایوانز، ۲۰۰۲).

اهمیت این مسئله زمانی آشکارتر می‌شود که به پیوندهای نظری میان علم شهروندی، شهروندی علمی و چارچوب «نوآوری مسئولانه» توجه شود. ادبیات بین‌المللی به روشنی نشان می‌دهد درگیر شدن شهروندان در تولید داده‌های علمی لزوماً به حضور آنان در عرصه‌های نقد، ارزیابی یا حکمرانی علم منجر نمی‌شود، مگر آنکه زیرساخت‌های نهادی، فرهنگی و هنجاری لازم برای چنین حضوری فراهم شده باشد(استیلگو، لاک و ویلسدون، ۲۰۱۴). از این رو، تمایزگذاری دقیق میان انواع و سطوح حضور شهروندان در علم، برای فهم بهتر رابطه علم و جامعه و نیز برای طراحی سیاست‌های مؤثر در حوزه حکمرانی علم و فناوری، ضرورتی انکارناپذیر دارد.

با وجود گسترش چشمگیر مباحث مرتبط با مشارکت عمومی در علم و فناوری در سطح بین‌المللی و نیز ظهور نشانه‌هایی از توجه به این حوزه در ایران، هنوز تمایز مفهومی میان «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» به‌صورت نظام‌مند و تحلیلی تبیین نشده است. در بسیاری از متون، این دو مفهوم به جای یکدیگر به کار می‌روند یا مرز میان مشارکت شهروندان در تولید دانش و مشارکت آنان در جهت‌دهی و حکمرانی علم به روشنی ترسیم نمی‌شود. آنچه در این میان مغفول مانده، نه میزان رواج یا بسامد این مفاهیم، بلکه بازاندیشی مفهومی در نسبت میان آن‌ها و تبیین تفاوت‌ها و پیوندهایشان در چارچوب مشارکت عمومی در علم و فناوری است. این همان مسئله‌ای است که پژوهش حاضر در صدد بررسی آن

برآمده است.

بر این اساس، مطالعه حاضر در پی پاسخ به دو پرسش اصلی است:

پرسش اول: علم شهروندی و شهروندی علمی در سطوح معرفتی، هنجاری و نهادی چه تفاوت‌ها و پیوندهایی دارند؟

پرسش دوم: این تمایز مفهومی چه دلالت‌هایی برای فهم مشارکت عمومی در علم و سیاست‌گذاری علم و فناوری دارد؟

پاسخ به این پرسش‌ها می‌تواند افزون بر رفع ابهامات نظری موجود، راهنمایی عملی برای سیاست‌گذاران علم و فناوری در طراحی سازوکارهای متناسب با سطوح گوناگون مشارکت شهروندان فراهم آورد و زمینه‌ساز گفت‌وگویی روشن‌تر میان جامعه علمی، شهروندان و نهادهای سیاست‌گذار باشد.

پیشینه پژوهش

برای تبیین جایگاه مفهومی «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» در ادبیات مطالعات علم، فناوری و جامعه، پیشینه پژوهش حاضر با رویکردی **زمان‌مند** تنظیم شده است. ابتدا **خاستگاه‌های تاریخی مشارکت شهروندان در فعالیت‌های علمی** اشاره می شود، سپس **مفهوم معاصر علم شهروندی در دهه ۱۹۹۰** مطرح می گردد، در ادامه **بسط نظری آن در ادبیات مطالعات علم، فناوری و جامعه**[1] **در دهه‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰** را توضیح می‌دهد و در نهایت به **پژوهش‌های انجام‌شده در ادبیات بین‌المللی و ایران** می‌رسد. این ساختار، افزون بر روشن کردن سیر تحول معنایی مفاهیم، به شناسایی خلأهای نظری و تبیین ضرورت پژوهش حاضر نیز کمک می‌کند.

۱. خاستگاه‌های تاریخی مشارکت شهروندان در علم: از علم آماتوری تا پیش از دهه ۱۹۹۰

مشارکت شهروندان در فعالیت‌های علمی پدیده‌ای کاملاً جدید نیست، بلکه پیشینه آن را می‌توان در سنت‌های دیرینه علم آماتوری در قرن نوزدهم و حتی پیش از آن جست‌وجو کرد. در این دوره، بسیاری از علاقه‌مندان غیرحرفه‌ای در حوزه‌هایی مانند نجوم، هواشناسی، زمین‌شناسی و تاریخ طبیعی، به ثبت مشاهده‌ها، گردآوری نمونه‌ها و تولید داده‌هایی می‌پرداختند که بعدها برای توسعه علوم طبیعی اهمیت یافت. در واقع، در دوره‌ای که هنوز مرزهای میان «دانشمند حرفه‌ای» و «علاقه‌مند غیرحرفه‌ای» به صراحت امروز نبود، بخشی از دانش علمی از رهگذر همین مشارکت‌های داوطلبانه و غیرنهادی شکل می‌گرفت.

در حوزه‌هایی مانند پرنده‌شناسی و مطالعات تنوع زیستی، بسیاری از نخستین بانک‌های داده و مجموعه‌های مشاهده‌ای بر پایه همین فعالیت‌های مردمی و محلی ایجاد شدند.

1. STS

شهروندان، هرچند در چارچوب‌های رسمی دانشگاهی قرار نداشتند، اما از طریق مشاهده‌های مداوم، ثبت تغییرات محیطی و انتقال تجربه‌های زیسته خود، سهمی واقعی در توسعه دانش ایفا می‌کردند. از این منظر، آنچه امروز با عنوان «علم شهروندی» شناخته می‌شود، در امتداد تاریخی سنت‌هایی قرار دارد که در آنها افراد غیرمتخصص نیز در تولید داده و شناخت علمی نقش داشته‌اند.

با این حال، اگرچه ریشه‌های عملی مشارکت شهروندان در علم را می‌توان در این دوره‌های تاریخی دنبال کرد، مفهوم‌پردازی صریح و نظریِ آن به معنای امروزی، عمدتاً به اواخر قرن بیستم و به‌ویژه دهه ۱۹۹۰ بازمی‌گردد. به بیان دیگر، پیش از دهه ۱۹۹۰ مشارکت شهروندان در علم بیشتر به‌صورت یک واقعیت عملی و تاریخی وجود داشت، اما هنوز به‌صورت یک مفهوم تحلیلی و نظری مستقل در ادبیات مطالعات علم، فناوری و جامعه تثبیت نشده بود.

۲. دهه ۱۹۹۰: ظهور مفهوم معاصر «علم شهروندی» و دو خاستگاه اصلی آن

دهه ۱۹۹۰ را می‌توان نقطه عطفی در تحول معنایی مشارکت شهروندان در علم دانست؛ دوره‌ای که در آن، اصطلاح «علم شهروندی» به‌تدریج وارد ادبیات دانشگاهی شد و دو خاستگاه اصلی برای شکل‌گیری معنای معاصر آن قابل شناسایی است.

نخستین خاستگاه، به رویکردی مربوط می‌شود که آلن ایروین در کتاب *علم شهروندی: مطالعه‌ای درباره مردم، تخصص و توسعه پایدار* مطرح کرد (ایروین، ۱۹۹۵). ایروین در این اثر، علم شهروندی را نه صرفاً به‌عنوان شیوه‌ای برای استفاده از نیروی داوطلبانه مردم در گردآوری داده‌ها، بلکه به‌مثابه چارچوبی انتقادی برای بازاندیشی در رابطه علم و جامعه طرح می‌کند. در این برداشت، مسئله اصلی آن است که دانش و تجربه شهروندان در مواجهه با مسائل علمی و فناورانه، به رسمیت شناخته شود و در فرایندهای تصمیم‌گیری، ارزیابی خطر، توسعه پایدار و تعیین اولویت‌های پژوهشی نقش پیدا کند. بنابراین، علم شهروندی در نگاه ایروین، ناظر بر گسترش مشارکت اجتماعی در تولید، ارزیابی و جهت‌دهی به دانش علمی است.

خاستگاه دوم، در همین دهه اما در بستری متفاوت و بیشتر تجربی و روش‌شناختی شکل گرفت. این خاستگاه به مجموعه پروژه‌هایی بازمی‌گردد که در آزمایشگاه پرنده‌شناسی دانشگاه کورنل به سرپرستی ریک بانی توسعه یافت. در این پروژه‌ها، شهروندان به‌عنوان داوطلب در گردآوری داده‌های علمی، به‌ویژه در حوزه بوم‌شناسی، پایش پرندگان و تنوع زیستی مشارکت می‌کردند. در این رویکرد، ظرفیت اصلی شهروندان در آن دیده می‌شد که می‌توانند در مقیاس وسیع و در بازه‌های زمانی طولانی، داده‌هایی فراهم آورند که تولید آنها صرفاً از طریق پژوهشگران حرفه‌ای ممکن نیست. این تلقی از علم شهروندی بعدها در

بسیاری از پروژه‌های محیط‌زیستی و زیست‌محیطی توسعه پیدا کرد و به یکی از پرکاربردترین معانی این مفهوم بدل شد (بانی و همکاران، ۲۰۰۹).

بنابراین، از همان آغاز دهه ۱۹۹۰، دو مسیر نسبتاً متمایز اما مرتبط در شکل‌گیری مفهوم علم شهروندی وجود داشت: یک مسیر، بیشتر انتقادی و دموکراتیک بود و بر مشارکت شهروندان در تعریف مسائل، ارزیابی دانش و جهت‌دهی اجتماعی علم تأکید داشت؛ و مسیر دیگر، بیشتر پژوهشی و اجرایی بود و بر نقش شهروندان در گردآوری داده‌ها و کمک به پیشبرد پروژه‌های علمی متمرکز می‌شد. این دو خاستگاه، بعدها در ادبیات علم شهروندی به‌صورت دو گرایش عمده بازتاب یافتند و همچنان در مباحث نظری و تجربی این حوزه قابل مشاهده‌اند.

۳. دهه ۲۰۰۰: گسترش ادبیات نظری مشارکت عمومی در علم در مطالعات علم، فناوری و جامعه

با ورود به دهه ۲۰۰۰، بحث مشارکت شهروندان در علم، از سطح طرح اولیه مفهوم فراتر رفت و در دل ادبیات گسترده‌تر مطالعات علم، فناوری و جامعه جایگاه روشن‌تری پیدا کرد. در این دوره، پژوهشگران این حوزه بیش از پیش نشان دادند که رابطه علم و جامعه را نمی‌توان صرفاً در قالب انتقال یک‌سویه دانش از متخصصان به عموم مردم فهمید. برعکس، علم و جامعه در تعامل مستمر با یکدیگر شکل می‌گیرند و موضوعاتی مانند تخصص، مشروعیت، اعتماد عمومی و سیاست‌گذاری علمی، همگی در این تعامل نقش دارند (جسانوف، ۲۰۰۳؛ بورل، ۲۰۰۹).

در همین زمینه، مفهوم مشارکت عمومی در علم اهمیت پیدا کرد. این مفهوم به طیفی از شیوه‌های درگیر شدن شهروندان در فعالیت‌ها و فرایندهای علمی اشاره دارد؛ از مشارکت در گردآوری داده‌ها گرفته تا حضور در تعریف مسائل پژوهشی، ارزیابی پیامدهای اجتماعی فناوری‌ها و حتی مشارکت در فرایندهای تصمیم‌گیری عمومی درباره علم و فناوری. در این رویکرد، شهروندان دیگر صرفاً دریافت‌کنندگان منفعل دانش علمی تلقی نمی‌شوند، بلکه به‌عنوان کنشگرانی دیده می‌شوند که می‌توانند در اشکال گوناگون در تولید، گردش و داوری دانش مشارکت داشته باشند.

در همین دوره، تمایز میان الگوهای بالا به پایین و پایین به بالا نیز در تحلیل مشارکت شهروندان برجسته شد. در الگوی بالا به پایین، نهادهای علمی یا دانشگاهی پروژه را طراحی می‌کنند و شهروندان بیشتر در مقام اجراکننده بخشی از فرایند ــ به‌ویژه گردآوری داده ــ ظاهر می‌شوند. در مقابل، در الگوی پایین به بالا، مسائل پژوهشی از دل نیازها، تجربه‌ها و دغدغه‌های اجتماعی یا محلی شکل می‌گیرند و شهروندان در تعیین جهت‌گیری پژوهش و تعریف مسئله نقش فعال‌تری بر عهده دارند. این تمایز، که ریشه‌های آن در نگاه ایروین نیز

دیده می‌شود، به‌تدریج به یکی از چارچوب‌های مهم برای ارزیابی کیفیت و عمق مشارکت شهروندان در علم تبدیل شد (ایروین، ۱۹۹۵).

هم‌زمان، مفهوم دموکراسی فنی نیز در اواخر دهه ۲۰۰۰ به‌طور جدی در این ادبیات مطرح شد. کالون، لاسکوم و بارت (۲۰۰۹) استدلال می‌کنند که بسیاری از مسائل علم و فناوری معاصر با عدم قطعیت‌های معرفتی، پیچیدگی‌های فنی و پیامدهای اجتماعی گسترده همراه‌اند. از این‌رو، تصمیم‌گیری درباره آنها نمی‌تواند صرفاً در انحصار متخصصان باقی بماند. در این چارچوب، مشارکت شهروندان نه امری حاشیه‌ای یا صرفاً نمادین، بلکه ضرورتی ناشی از ماهیت مسائل علم و فناوری در جوامع معاصر تلقی می‌شود. بدین‌ترتیب، مشارکت عمومی به یکی از الزامات حکمرانی دموکراتیک علم و فناوری بدل می‌شود.

در امتداد همین بحث‌ها، مفهوم هم‌تولیدی دانش نیز جایگاه مهمی یافت. جسانوف (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که دانش علمی و نظم اجتماعی به‌صورت هم‌زمان و در تعامل با یکدیگر شکل می‌گیرند. بر این اساس، مرز میان «دانش علمی» و «زمینه اجتماعی» مرزی از پیش داده‌شده و ثابت نیست، بلکه در فرایندهای تاریخی و نهادی ساخته می‌شود. این دیدگاه، امکان بازاندیشی در مرز میان متخصص و غیرمتخصص را فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد که مشارکت شهروندان در علم نه صرفاً افزودن یک بازیگر جدید به فرایند تولید دانش، بلکه بازتعریف خودِ فرایند دانش‌سازی است.

۴. از اوایل دهه ۲۰۰۰ تا دهه ۲۰۱۰: گسترش پروژه‌های علم شهروندی با فناوری‌های دیجیتال

در کنار این بسط نظری، از اوایل دهه ۲۰۰۰ تحول مهم دیگری نیز رخ داد و آن گسترش فناوری‌های دیجیتال و اینترنت بود. این تحول، نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه پروژه‌های علم شهروندی ایفا کرد. پلتفرم‌های آنلاین، ابزارهای مکان‌محور، اپلیکیشن‌های موبایلی و پایگاه‌های داده دیجیتال، امکان مشارکت گسترده‌تر شهروندان در گردآوری، ثبت و حتی تحلیل داده‌ها را فراهم کردند. در نتیجه، علم شهروندی از پروژه‌هایی محدود و محلی، به ابتکارهایی در مقیاس ملی و بین‌المللی تبدیل شد.

این گسترش فناورانه، دامنه موضوعات علم شهروندی را نیز توسعه داد. اگر در ابتدا بخش مهمی از پروژه‌ها در حوزه‌هایی مانند بوم‌شناسی، پرنده‌شناسی و پایش تنوع زیستی متمرکز بود، در ادامه حوزه‌هایی مانند نجوم، سلامت، اپیدمیولوژی، آلودگی محیط‌زیست، اقلیم و حتی برخی عرصه‌های مرتبط با داده‌کاوی و فناوری‌های دیجیتال نیز در چارچوب علم شهروندی قرار گرفتند. بدین‌ترتیب، علم شهروندی به یکی از اشکال مهم سازمان‌دهی مشارکت عمومی در پژوهش‌های معاصر تبدیل شد.

در همین دوره، پژوهشگران کوشیدند سطوح و گونه‌های مختلف مشارکت شهروندان

را با دقت بیشتری طبقه‌بندی کنند. برای نمونه، هکلای (۲۰۱۳) چهار سطح مشارکت شهروندان در علم شهروندی را از اشکال حداقلی‌تر، مانند مشارکت در جمع‌آوری داده‌ها، تا سطوح بالاتر، مانند مشارکت در طراحی، تفسیر و هدایت پژوهش، از یکدیگر متمایز می‌کند. این نوع طبقه‌بندی‌ها نشان می‌دهد که همه پروژه‌هایی که از مشارکت مردم بهره می‌برند، از حیث عمق و کیفیت مشارکت یکسان نیستند. در برخی پروژه‌ها، شهروندان صرفاً مجری بخشی از کار از پیش تعیین‌شده‌اند، در حالی که در برخی دیگر، به‌مثابه شرکای واقعی پژوهش ایفای نقش می‌کنند.

افزون بر این، پژوهش‌هایی مانند مطالعه دیکینسون و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده‌اند که آثار علم شهروندی تنها به تولید داده‌های علمی محدود نمی‌شود. این پروژه‌ها می‌توانند پیامدهای گسترده‌تری نیز داشته باشند؛ از جمله ارتقای آموزش علمی، افزایش آگاهی محیط‌زیستی، تقویت حس مسئولیت‌پذیری مدنی، و توسعه تعامل میان نهادهای علمی و جامعه. به این ترتیب، علم شهروندی در دهه ۲۰۱۰ بیش از پیش به‌عنوان پدیده‌ای چندبعدی فهمیده شد که هم بُعد روش‌شناختی دارد، هم بُعد آموزشی، و هم بُعد اجتماعی و سیاسی.

۵. دهه ۲۰۱۰ به بعد: نقدها، تمایز رویکردها و پیوند با عدالت شناختی

با گسترش کمّی پروژه‌های علم شهروندی در دهه ۲۰۱۰، نقدهای جدی‌تری نیز در ادبیات این حوزه مطرح شد. یکی از مهم‌ترین این نقدها آن بود که در بسیاری از پروژه‌ها، مشارکت شهروندان عملاً به گردآوری داده محدود می‌شود و آنان در مراحل مهم‌تری مانند تعریف مسئله، طراحی روش، تفسیر نتایج یا تصمیم‌گیری درباره کاربردهای دانش تولیدشده، سهم اندکی دارند. به بیان دیگر، هرچند عنوان «شهروندی» در این پروژه‌ها به‌کار می‌رود، اما سطح واقعی مشارکت در همه آنها عمیق و دموکراتیک نیست.

بر همین اساس، برخی پژوهشگران میان رویکردهای ابزاری و رویکردهای توانمندساز و دموکراتیک به علم شهروندی تمایز قائل شده‌اند. در رویکرد ابزاری، مشارکت شهروندان عمدتاً برای افزایش حجم داده‌ها، کاهش هزینه‌های پژوهش یا تسهیل اجرای پروژه‌ها به‌کار گرفته می‌شود. اما در رویکرد توانمندساز، هدف صرفاً استفاده از نیروی داوطلبانه شهروندان نیست، بلکه تقویت ظرفیت آنها برای طرح مسئله، فهم انتقادی علم و مشارکت در حکمرانی دانش نیز مدنظر قرار می‌گیرد (هکر و همکاران، ۲۰۱۸). این تمایز، اهمیت زیادی دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که علم شهروندی می‌تواند هم به ابزاری برای کارآمدسازی پژوهش تبدیل شود و هم به بستری برای تعمیق دموکراسی علمی.

در همین دوره، مفهوم عدالت شناختی نیز به یکی از مفاهیم مهم در تحلیل مشارکت شهروندان در علم بدل شد. سانتوس (۲۰۱۴) بر این نکته تأکید می‌کند که همه اشکال دانش

ــ از دانش علمی رسمی گرفته تا دانش‌های محلی، تجربی و زیسته ــ در ساختارهای قدرت از منزلت و اعتبار یکسان برخوردار نیستند. بسیاری از دانش‌های غیررسمی در نظام‌های رسمی تولید و اعتبارسنجی دانش به حاشیه رانده می‌شوند. از این منظر، مسئله مشارکت شهروندان در علم تنها به امکان حضور آنان در یک پروژه پژوهشی محدود نمی‌شود، بلکه به این پرسش بنیادین نیز مربوط است که چه نوع دانشی معتبر شمرده می‌شود، چه کسانی حق سخن گفتن درباره مسائل علمی دارند، و چه صداهایی در فرایندهای رسمی سیاست‌گذاری و دانش‌سازی شنیده یا نادیده گرفته می‌شوند.

در پیوند با همین بحث، می‌توان گفت که مفاهیمی مانند علم شهروندی و شهروندی علمی، در دهه‌های اخیر بیش از گذشته در نسبت با مسائل دانش، قدرت و دموکراسی فهمیده شده‌اند. در این چارچوب، مشارکت شهروندان در علم صرفاً یک موضوع فنی، آموزشی یا مدیریتی نیست، بلکه به بازاندیشی در مرزهای میان تخصص علمی، تجربه زیسته، دانش محلی و تصمیم‌گیری عمومی مربوط می‌شود. از این رو، علم شهروندی را می‌توان یکی از جلوه‌های مهم تحول در شیوه فهم رابطه علم و جامعه در دوران معاصر دانست.

پژوهش‌های انجام‌شده در ادبیات بین‌المللی

در ادبیات بین‌المللی، پژوهش‌های متعددی به بررسی ابعاد مختلف علم شهروندی و مشارکت عمومی در علم پرداخته‌اند. برخی مطالعات بر تعریف و توسعه مفهومی علم شهروندی تمرکز داشته‌اند، در حالی که برخی دیگر به بررسی تجربی پروژه‌های مشارکتی و پیامدهای اجتماعی آنها پرداخته‌اند. جدول ۱ مهم‌ترین مطالعات این حوزه را به صورت گزینشی ارائه می‌دهد.

جدول شماره ۱. سیر تحول مطالعات بین‌المللی درباره علم شهروندی و مشارکت عمومی در علم

نویسنده و سال	موضوع	نوع مشارکت / رویکرد
Irwin (1995)	علم شهروندی	طرح مفهوم علم شهروندی در چارچوب نقد رابطه سنتی علم و جامعه
Wynne (1996)	درک عمومی علم	نقد مدل نقصان دانش و تأکید بر اهمیت دانش‌های محلی
Bonney و همکاران(۲۰۰۹)	پروژه‌های علم شهروندی	تعریف مشارکت داوطلبانه شهروندان در پژوهش علمی
Callon, Lascoumes & Barthe (2009)	دموکراسی فنی	تحلیل مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌های علمی در شرایط عدم قطعیت

نویسنده و سال	موضوع	نوع مشارکت / رویکرد
Dickinson و همکاران (۲۰۱۲)	علم شهروندی در بوم‌شناسی	بررسی ظرفیت‌های آموزشی و علمی پروژه‌های مشارکتی
Shirk و همکاران(۲۰۱۲)	مشارکت عمومی در پژوهش علمی	ارائه چارچوب طبقه‌بندی پروژه‌های مشارکت علمی
Haklay (2013)	سطوح مشارکت در علم شهروندی	معرفی چهار سطح مشارکت شهروندان در فعالیت‌های علمی
Jasanoff (2004)	هم‌تولیدی دانش	تبیین هم‌تولیدی دانش و نظم اجتماعی در بستر نهادی

بررسی پژوهش‌های موجود نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات بر ابعاد عملی و تجربی علم شهروندی تمرکز داشته‌اند و این مفهوم را عمدتاً به‌عنوان سازوکاری برای مشارکت شهروندان در گردآوری داده‌های علمی بررسی کرده‌اند. در مقابل، ابعاد هنجاری و سیاسی مشارکت شهروندان در علم کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر، در بسیاری از متون تمایز روشنی میان «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» ارائه نشده است و این دو اصطلاح گاه به‌صورت مترادف یا بدون تفکیک مفهومی دقیق به کار رفته‌اند. در حالی که به نظر می‌رسد علم شهروندی بیشتر به اشکال مشارکت شهروندان در تولید داده‌ها و فعالیت‌های پژوهشی اشاره دارد، شهروندی علمی می‌تواند به حقوق، مسئولیت‌ها و ظرفیت‌های شهروندان برای مشارکت در جهت‌دهی، ارزیابی و حکمرانی علم و فناوری مربوط باشد.

در مجموع، می‌توان گفت که در ادبیات موجود هنوز چارچوبی تحلیلی برای تمایز مفهومی میان این دو اصطلاح به‌طور نظام‌مند توسعه نیافته است. این خلأ مفهومی، ضرورت پژوهش‌هایی را که با رویکرد تحلیلی-مفهومی به بازاندیشی در نسبت میان این مفاهیم بپردازند، آشکار می‌سازد.

پژوهش‌های انجام‌شده در ایران

مرور ادبیات داخلی نشان می‌دهد که مطالعه درباره مشارکت شهروندان در علم در ایران حوزه‌ای نسبتاً نوظهور است. بیشتر مطالعات موجود به‌صورت پراکنده و در حوزه‌هایی مانند ترویج علم، ارتباطات علم، آموزش علم و مطالعات محیط‌زیست شکل گرفته‌اند. در این میان، تعداد محدودی از مطالعات به‌طور مستقیم به مسئله درگیری عمومی با علم یا مشارکت شهروندان در فعالیت‌های علمی پرداخته‌اند.

از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه شعبانی و رزاقی (۱۳۹۹) درباره درگیری عمومی با علم اشاره کرد. این مطالعه تلاش می‌کند وضعیت آگاهی، نگرش و میزان مشارکت شهروندان

در موضوعات علمی را بررسی کند. یافته‌های آن نشان می‌دهد که اگرچه سطح علاقه و توجه عمومی به علم قابل توجه است، اما سازوکارهای نهادی برای مشارکت فعال شهروندان در فرایندهای علمی و سیاست‌گذاری علم هنوز محدود است. این دسته از مطالعات را می‌توان نزدیک‌ترین آثار داخلی به مفهوم «شهروندی علمی» دانست، زیرا به نقش اجتماعی شهروندان در مواجهه با علم و فناوری توجه دارند.

در کنار این مطالعات، برخی پژوهش‌ها به بررسی نمونه‌هایی از مشارکت عملی شهروندان در فعالیت‌های علمی پرداخته‌اند که می‌توان آن‌ها را به مفهوم «علم شهروندی» نزدیک دانست. در حوزه محیط‌زیست، فیروزنیا و همکاران (۱۴۰۳) به نقش شهروندان در پایش محلی، گزارش‌دهی مخاطرات زیست‌محیطی و گردآوری داده‌های میدانی اشاره کرده‌اند. در حوزه فناوری‌های نوظهور، رضایی و بهزادی (۱۴۰۲) مشارکت شهروندان در ارزیابی مخاطرات فناوری نانو را بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند که مشارکت عمومی می‌تواند در شناسایی نگرانی‌های اجتماعی و بهبود مدیریت فناوری مؤثر باشد. همچنین فعالیت انجمن‌های نجوم و رصدگران آماتور در ایران نمونه‌ای قابل توجه از مشارکت داوطلبانه شهروندان در گردآوری داده‌های علمی محسوب می‌شود، هرچند این تجربه‌ها کمتر در قالب چارچوب نظری علم شهروندی تحلیل شده‌اند.

بخش دیگری از ادبیات داخلی در حوزه ترویج و ارتباطات علم قرار می‌گیرد. وصالی و اجاق (۱۳۷۶) در پژوهشی با عنوان «درک عمومی از علم»، به بررسی ابعاد ارتباطی و نهادی ترویج علم پرداخته و بر نقش رسانه‌ها، نهادهای علمی و فضاهای عمومی در گسترش ارتباط میان علم و جامعه تمرکز کرده‌اند. اجاق و وکیل (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی اثرات زیست محیطی: دستیابی به توسعه پایدار از راه افزایش سواد مدنی»، به تبیین رابطه میان «سواد مدنی» و «علم شهروندی» پرداخته اند. ایشان سواد مدنی را مفهومی فراگیر می‌دانند که «همه تلاش‌های انجام شده برای افزایش مشارکت عموم در تولید و کاربرد دانش علمی را در بر می‌گیرد» (اجاق و وکیل، ۱۳۹۲). این پژوهشگران با استناد به برک استرند (۲۰۰۳)، سه بعدِ بازنمایی، مشارکت و مردم سالارانه کردن را برای سواد مدنی بر می‌شمارند و با تکیه بر دیدگاه میلر (۱۹۹۸)، سواد علمی مدنی را پیش نیاز مشارکت در مباحث توسعه تلقی می‌کنند. در این دیدگاه، «علم شهروندی» به معنای افکار، نظرات و اندیشه‌های مطرح شده توسط شهروندان» در نظر گرفته شده است(اجاق و وکیل، ۱۳۹۲). در حالی که تعریف مذکور بیشتر بر جنبه‌ی اظهار نظر و بیان دیدگاه های عمومی تمرکز دارد، مطالعه حاضر تلاش می‌کند با اتخاذ رویکردی فنی تر، علم شهروندی را در لایه های عمیق‌تری از مشارکت فعال در فرایندهای پژوهشی و تولید داده‌های علمی دنبال کند. به بیان دیگر، تفاوت در تعاریف مذکور را می توان ناشی از تفاوت در سطوح مشارکت عمومی

و گذار به سمت کنشگری علمی دانست. اجاق و وکیل همچنین با تأکید بر تمایز شرایط جوامع در حال توسعه، خاطر نشان می کنند که در این جوامع به دلیل تفاوت در میزان فهم علمی عمومی، نیازمند بازنگری در مفهوم سواد مدنی هستیم. از این منظر، ارزیابی اثرات زیست محیطی می تواند ابزاری کارآمد برای ارتقای سواد مدنی و بسترسازی جهت مشارکت عمومی محسوب شود.

در سطحی نظری‌تر، برخی از مباحث مربوط به رابطه علم و جامعه در آثار علی پایا (۱۳۹۰) مطرح شده است. پایا با تکیه بر رویکرد فلسفه علم و عقلانیت انتقادی، به اهمیت گفت‌وگوی عمومی درباره علم و نقش جامعه در ارزیابی و نقد دانش علمی اشاره می‌کند. هرچند این آثار به‌طور مستقیم در چارچوب علم شهروندی قرار نمی‌گیرند، اما از نظر نظری می‌توان آن‌ها را در زمره مباحث مرتبط با شکل‌گیری مفهوم شهروندی علمی دانست. همچنین اکرم قدیمی در دو اثر خود (۱۴۰۲، ۱۴۰۳) به ترتیب به ارائه «الگوی زیست‌بوم ترویج علم در ایران» و بررسی «درک عمومی ایرانیان از علم و فناوری» پرداخته است. این آثار عمدتاً بر ساختارهای نهادی و آموزشی ترویج علم متمرکز هستند و کمتر به ابعاد مشارکتی و هنجاری علم شهروندی می‌پردازند.

جدول شماره ۲ برخی از مطالعات و حوزه‌های مرتبط با مشارکت شهروندان در علم در ایران را به صورت گزینشی نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲. مطالعات مرتبط با مشارکت شهروندان در علم در ایران

پژوهشگر / سال	حوزه مطالعه	نوع مشارکت شهروندان
وصالی و اجاق(۱۳۷۶)	ترویج و ارتباطات علم	تعامل شهروندان با علم از طریق رسانه‌ها و برنامه‌های ترویجی
پایا(۱۳۹۰)	فلسفه علم و رابطه علم و جامعه	گفت‌وگوی انتقادی جامعه درباره علم
شعبانی و رزاقی(۱۳۹۹)	درگیری عمومی با علم و نگرش به علم	مشارکت شناختی و نگرشی شهروندان در مسائل علمی
رضایی و بهزادی(۱۴۰۲)	فناوری نانو و ارزیابی مخاطرات	مشارکت عمومی در شناسایی نگرانی‌های اجتماعی درباره فناوری

پژوهشگر / سال	حوزه مطالعه	نوع مشارکت شهروندان
قدیمی(۱۴۰۲، ۱۴۰۳)	نهادهای ترویج علم و آموزش عمومی علم	مشارکت آموزشی و برنامه‌های ترویجی
اجاق و وکیل(۱۳۹۲)	ارزیابی اثرات زیست محیطی و سواد مدنی	مشارکت عمومی در فرایندهای تصمیم‌گیری زیست‌محیطی، علم شهروندی
فیروزنیا و همکاران (۱۴۰۳)	محیط‌زیست و ارزیابی پیامدهای توسعه	پایش محلی، گزارش داده‌های محیط‌زیستی
فعالیت انجمن‌های نجوم آماتوری	نجوم و رصدهای مردمی	مشاهده و گردآوری داده‌های رصدی توسط شهروندان

همان‌گونه که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، بخش عمده تجربه‌های موجود در ایران به فعالیت‌هایی نزدیک است که می‌توان آن‌ها را در چارچوب علم شهروندی تفسیر کرد؛ به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند محیط‌زیست یا نجوم که شهروندان در گردآوری داده‌ها یا پایش میدانی نقش دارند. در مقابل، پژوهش‌هایی که به شهروندی علمی به معنای مشارکت شهروندان در گفت‌وگوهای عمومی درباره علم، ارزیابی اجتماعی فناوری یا شکل‌گیری سیاست‌های علمی می‌پردازند، بیشتر در حوزه‌های ترویج علم، ارتباطات علم و فلسفه علم دیده می‌شوند.

با این حال، نکته مهم آن است که این دو دسته مطالعات در ادبیات داخلی معمولاً به‌صورت جداگانه بررسی شده‌اند و پیوند نظری میان آن‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به بیان دیگر، تجربه‌های عملی مشارکت شهروندان در فعالیت‌های علمی در ایران به ندرت به بحث‌های گسترده‌تر درباره حکمرانی علم و نقش شهروندان در تصمیم‌گیری‌های علمی و فناورانه متصل شده‌اند. این وضعیت نشان می‌دهد که یکی از خلأهای مهم پژوهشی در این حوزه، تبیین رابطه میان علم شهروندی و شهروندی علمی در بستر نظام علمی و اجتماعی ایران و صورت‌بندی نظری تمایز میان این دو مفهوم است؛ خلأیی که پژوهش حاضر در صدد پر کردن آن برآمده است.

چارچوب نظری

برای تحلیل تمایز و پیوند میان مفاهیم «علم شهروندی» و «شهروندی علمی»، این پژوهش از چارچوبی چندسطحی در سنت مطالعات علم، فناوری و جامعه بهره می‌گیرد. در ادبیات STS، رابطه علم و جامعه نه رابطه‌ای یک‌سویه، بلکه فرایندی تعاملی و تاریخی تلقی

می‌شود که در آن شیوه‌های تولید دانش، سازوکارهای مشارکت اجتماعی و ساختارهای نهادی حکمرانی علم به‌طور متقابل یکدیگر را شکل می‌دهند. بر این اساس، چارچوب نظری پژوهش حاضر بر سه رویکرد مکمل استوار است: نظریه هم‌تولیدی دانش(جسانوف، ۲۰۰۴)، مفهوم دموکراسی فنی(کالون، لاسکوم و بارت، ۲۰۰۹) و رویکرد عدالت شناختی(سانتوس، ۲۰۱۴). این سه رویکرد امکان تحلیل مشارکت شهروندان در علم را در سه سطح به‌هم‌پیوسته ــ سطح معرفتی، هنجاری و نهادی ــ فراهم می‌کنند. در این چارچوب، تحول مدل‌های مشارکت عمومی در علم که توسط لونشتاین (۲۰۰۳) صورت‌بندی شده، به‌عنوان چارچوبی تکمیلی عمل می‌کند و مسیر تحول نقش شهروندان در علم را از دریافت‌کنندگان منفعل به مشارکت‌کنندگان فعال روشن می‌سازد.

۱. سطح معرفتی: بازتعریف مرزهای دانش معتبر

یکی از مهم‌ترین تحولات نظری در مطالعات علم و جامعه، نقد تصور کلاسیک از علم به‌عنوان فعالیتی مستقل از زمینه‌های اجتماعی است. در سطح معرفتی، پرسش محوری آن است که چه کسانی «دانش معتبر» تولید می‌کنند و تجربه زیسته شهروندان چه جایگاهی در فرایند تولید علم دارد. در نظریه «هم‌تولیدی دانش»، جسانوف (۲۰۰۴) استدلال می‌کند که دانش علمی و نظم اجتماعی به‌طور هم‌زمان و در تعامل با یکدیگر شکل می‌گیرند. از این منظر، مرز میان «متخصص» و «غیرمتخصص» یا «دانش علمی» و «دانش عامه» نه امری طبیعی، بلکه نتیجه فرایندهای تاریخی، نهادی و گفتمانی است. این دیدگاه امکان بازاندیشی در نقش شهروندان در فرایند تولید دانش را فراهم می‌کند. (توجه: بحث نهادی هم‌تولیدی در سطح سوم پیگیری می‌شود.)

در همین راستا، تحول الگوهای ارتباط علم و جامعه که لونشتاین (۲۰۰۳) صورت‌بندی کرده است، چارچوبی تحلیلی برای فهم تغییر جایگاه شهروندان در علم فراهم می‌آورد. لونشتاین چهار مدل اصلی را در توضیح این رابطه مطرح می‌کند: مدل نقصان[1]، مدل زمینه[2]، مدل دانش عامه[3] و مدل مشارکت عمومی[4] در مدل کسری، عموم مردم عمدتاً به‌عنوان دریافت‌کنندگان منفعل دانش علمی در نظر گرفته می‌شوند. علم شهروندی در بسیاری از موارد در حد گذار از مدل زمینه ای به تخصص عامه باقی می ماند، در حالی که شهروندی علمی با مدل مشارکت عمومی هم افزایی حداکثری دارد. در مدل زمینه‌ای، به نقش شرایط اجتماعی و فرهنگی در فهم علم توجه می‌شود، اما همچنان مرز میان متخصصان و عموم نسبتاً ثابت باقی می‌ماند. در مدل تخصص عامه، تجربه زیسته و دانش محلی شهروندان

1. Defici
2. Context Model
3. Lay Knowledge Model
4. Public Engagement

به‌عنوان منبعی معتبر از شناخت مورد توجه قرار می‌گیرد. نهایتاً در مدل مشارکت عمومی، شهروندان می‌توانند در فرایندهای شکل‌گیری دانش و بحث‌های علمی مشارکت فعال داشته باشند.

این تحول مفهومی نشان می‌دهد که مشارکت شهروندان در علم می‌تواند در سطوح متفاوتی رخ دهد. در بسیاری از پروژه‌های علم شهروندی، مشارکت عمدتاً در سطح عملیاتی تولید دانش ــ مانند گردآوری داده‌ها، مشاهده پدیده‌ها یا پردازش اطلاعات ــ سازمان‌دهی می‌شود. در مقابل، مفهوم شهروندی علمی به سطحی عمیق‌تر از مشارکت اشاره دارد؛ سطحی که در آن شهروندان نه‌تنها در اجرای پژوهش‌ها، بلکه در تعریف مسائل علمی، تعیین اولویت‌های پژوهشی و تفسیر نتایج نیز نقش دارند. از این رو، در سطح معرفتی می‌توان گفت که علم شهروندی بیشتر با گسترش ظرفیت‌های عملی تولید دانش پیوند دارد، در حالی که شهروندی علمی به بازاندیشی در مرزهای معرفتی علم و نقش شهروندان در تعریف «دانش معتبر» مربوط می‌شود.

۲. سطح هنجاری: مشروعیت دموکراتیک مشارکت در علم

اگر سطح معرفتی به چگونگی تولید دانش می‌پردازد، سطح هنجاری به این پرسش مربوط است که چه کسانی باید در تصمیم‌گیری‌های علمی مشارکت داشته باشند و بر چه اساسی این مشارکت مشروعیت می‌یابد. در این زمینه، مفهوم «دموکراسی فنی» که توسط کالون، لاسکوم و بارت (۲۰۰۹) مطرح شده است، چارچوبی مهم برای تحلیل رابطه علم، جامعه و سیاست فراهم می‌کند. این رویکرد بر این فرض استوار است که بسیاری از مسائل علمی و فناورانه معاصر ــ از تغییرات اقلیمی گرفته تا سیاست‌های سلامت یا فناوری‌های نوظهور ــ پیامدهای گسترده اجتماعی دارند و بنابراین نمی‌توان تصمیم‌گیری درباره آنها را صرفاً به جامعه علمی واگذار کرد.

در چارچوب دموکراسی فنی، مشارکت شهروندان در علم بخشی از فرایندهای گسترده‌تر گفت‌وگوی اجتماعی و تصمیم‌گیری جمعی تلقی می‌شود. از این منظر، علم شهروندی اغلب به‌عنوان ابزاری برای افزایش آگاهی علمی و تقویت تعامل میان دانشمندان و جامعه مورد توجه قرار می‌گیرد. اما شهروندی علمی مفهومی هنجاری‌تر است که بر حق شهروندان برای مشارکت در مباحث عمومی درباره علم و فناوری تأکید می‌کند. در این معنا، شهروندان نه صرفاً همکاران پروژه‌های علمی، بلکه ذی‌نفعانی هستند که حق دارند درباره خطرات، پیامدها و اولویت‌های توسعه علمی اظهار نظر کنند، نقد کنند، مطالبه‌گری نمایند و در فرایندهای تصمیم‌گیری مداخله مدنی داشته باشند.

بدین ترتیب، در سطح هنجاری، تفاوت اصلی میان دو مفهوم در نوع تلقی از مشارکت است: در علم شهروندی، مشارکت بیشتر به‌عنوان ابزار تقویت فرایندهای علمی در نظر گرفته

می‌شود، در حالی که در شهروندی علمی، مشارکت به‌عنوان بخشی از مشروعیت دموکراتیک تصمیمات علمی و فناورانه و حقی شهروندی مطرح می‌شود.

در همین چارچوب، «عدالت شناختی» (سانتوس، ۲۰۱۴) به عنوان رویکردی هنجاری، بر ضرورت به رسمیت شناختن تنوع اشکال دانش تأکید دارد. از دیدگاه عدالت شناختی، همه اشکال دانش ــ از دانش علمی رسمی گرفته تا دانش‌های محلی، بومی و تجربی ــ در سلسله‌مراتب معرفتی ارزش‌گذاری یکسانی ندارند و بسیاری از آنها به حاشیه رانده می‌شوند. این رویکرد هنجاری، شرط اساسی برای مشارکت برابر گروه‌های مختلف اجتماعی در مباحث علم و فناوری را فراهم می‌آورد.

افزون بر این، برخی رویکردهای معاصر در سیاست‌گذاری علم بر ایده «مسئولیت اجتماعی علم» تأکید می‌کنند. بر اساس این دیدگاه، نهادهای علمی و فناورانه تنها تولیدکنندگان دانش نیستند، بلکه در قبال پیامدهای اجتماعی، اخلاقی و زیست‌محیطی فعالیت‌های علمی نیز مسئولیت دارند. گسترش مشارکت عمومی در علم می‌تواند به تقویت پاسخگویی اجتماعی نهادهای علمی و افزایش حساسیت آنها نسبت به نیازها و دغدغه‌های جامعه کمک کند. در نتیجه، مفهوم شهروندی علمی را می‌توان یکی از بسترهای هنجاری مهم برای تحقق مسئولیت اجتماعی علم دانست.

۳. سطح نهادی: ساختارهای حکمرانی و توزیع قدرت دانشی

تحقق مشارکت مؤثر شهروندان در علم تنها به تغییر نگرش‌های معرفتی یا هنجاری محدود نمی‌شود، بلکه به شرایط نهادی و ساختاری نیز وابسته است. در سطح نهادی، پرسش محوری آن است که چه سازوکارهایی باید طراحی شوند تا مشارکت شهروندان در علم نهادینه گردد و توزیع قدرت دانشی عادلانه‌تر شود.

نظریه «هم‌تولیدی دانش» در خوانش نهادی خود نشان می‌دهد که دانش علمی و نظم اجتماعی در بستر نهادها و ساختارهای قدرت شکل می‌گیرند(جسانوف، ۲۰۰۴). از این منظر، نهادهای علمی نه تنها مکان تولید دانش، بلکه عرصه‌های بازتولید روابط قدرت و مرزهای میان «داخل» و «خارج» علم هستند. بنابراین، تحقق شهروندی علمی مستلزم بازاندیشی در ساختارهای حکمرانی علم و ایجاد سازوکارهایی است که امکان مشارکت برابر گروه‌های مختلف اجتماعی را در تعریف مسائل، ارزیابی دانش و تصمیم‌گیری‌های علمی فراهم کند.

در چنین شرایطی، مشارکت شهروندان در پروژه‌های علمی لزوماً به معنای توزیع برابر قدرت دانشی نیست. بسیاری از پروژه‌های علم شهروندی همچنان در چارچوب نهادهای علمی موجود طراحی و مدیریت می‌شوند و بنابراین نقش شهروندان غالباً به جمع‌آوری داده یا مشارکت محدود در فرایندهای پژوهشی تقلیل می‌یابد. در مقابل، تحقق کامل شهروندی علمی مستلزم دگرگونی در ساختارهای نهادی، از جمله ایجاد پنل‌های شهروندی، سازوکارهای

مشورتی، نهادهای واسط میان جامعه و علم، و بازنگری در فرایندهای تصمیم‌گیری علم و فناوری است.

جمع‌بندی چارچوب نظری

بر اساس این چارچوب سه‌سطحی، مشارکت شهروندان در علم را می‌توان در پیوند میان سه بُعد به‌هم‌پیوسته تحلیل کرد:

سطح	پرسش محوری	مفهوم کلیدی	نسبت با علم شهروندی	نسبت با شهروندی علمی
معرفتی	چه کسانی دانش معتبر تولید می‌کنند؟	مدل‌های لونشتاین	مشارکت در گردآوری داده و مشاهده	مشارکت در تعریف مسئله و تفسیر نتایج
هنجاری	مشارکت چه کسانی مشروع است؟	دموکراسی فنی و عدالت شناختی	ابزاری برای کارآمدی علم	حقی شهروندی و شرط مشروعیت
نهادی	چه سازوکارهایی مشارکت را ممکن می‌سازند؟	هم‌تولیدی دانش	پروژه‌های پژوهشی با نقش محدود	نهادهای مشارکتی و حکمرانی باز

در این میان، تحول مدل‌های مشارکت عمومی در علم که توسط لونشتاین صورت‌بندی شده است، نشان می‌دهد که حرکت از الگوهای ارتباطی یک‌سویه به الگوهای مشارکتی، زمینه نظری مهمی برای فهم تفاوت میان علم شهروندی و شهروندی علمی فراهم می‌کند. علم شهروندی عمدتاً با مدل‌های تخصص عامه و مشارکت عمومی در سطح عملیاتی همخوانی دارد، در حالی که شهروندی علمی مستلزم تحقق کامل مدل مشارکت عمومی در هر سه سطح معرفتی، هنجاری و نهادی است.

روش‌شناسی

۱. رویکرد پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعه نظری-مفهومی است که با هدف بازاندیشی و تمایزگذاری میان دو مفهوم «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» در ادبیات مطالعات علم، فناوری و جامعه انجام شده است. با توجه به گسترش رویکردهای مشارکتی در علم و افزایش توجه به

نقش شهروندان در فرایند تولید، ارزیابی و حکمرانی دانش، این دو مفهوم در بسیاری از متون به صورت هم‌پوشان یا جایگزین به کار رفته‌اند؛ در حالی که از منظر مطالعات اجتماعی علم، دارای بنیان‌های نظری و دلالت‌های متفاوتی هستند(جسانوف، ۲۰۰۴؛ کالون و همکاران، ۲۰۰۹). بر این اساس، روش مورد استفاده در این پژوهش «تحلیل مفهومی نظام‌مند» همراه با مرور تحلیلی ادبیات است. در این رویکرد، مفاهیم نه صرفاً به‌عنوان واژه‌هایی تعریف‌پذیر، بلکه به‌عنوان سازه‌هایی نظری با زمینه‌های معرفتی، هنجاری و نهادی مشخص مورد بررسی قرار می‌گیرند. هدف از این تحلیل، شناسایی نحوه شکل‌گیری مفاهیم، تحول معنایی آن‌ها و آشکار کردن مفروضات نظری و الگوهای مشارکت عمومی نهفته در هر یک است(استیلگو و همکاران، ۲۰۱۴).

۲. چارچوب روش‌شناختی تحلیل مفهومی

تحلیل مفهومی در این پژوهش بر پایه ترکیبی از دو سنت روش‌شناختی معتبر استوار است:

۲.۱. رویکرد ویژگی‌محور واکر[1] و آوانت[2]: این رویکرد بر شناسایی و استخراج ویژگی‌های اساسی، نمونه‌ها، موارد مرزی و ضدِنمونه‌ها تمرکز دارد. بهره‌گیری از این چارچوب امکان تعیین حدود مفهومی، کاهش ابهام‌های معنایی و تفکیک مفاهیم نزدیک به یکدیگر را فراهم می‌سازد.

۲.۲. رویکرد تکاملی راجرز:[3] در این رویکرد، مفاهیم پدیده‌هایی پویا، زمینه‌مند و وابسته به شرایط تاریخی و اجتماعی تلقی می‌شوند. بر این اساس، تحلیل مفاهیم مستلزم توجه به بسترهای اجتماعی، نهادی و تحولات تاریخی شکل‌گیری و تحول آن‌هاست. این رویکرد به‌ویژه برای مفاهیم مطرح در مطالعات علم و فناوری که ماهیتی سیال، چندلایه و وابسته به زمینه دارند، مناسب است.

ترکیب این دو سنت روش‌شناختی این امکان را فراهم می‌کند که مفاهیم مورد مطالعه نه صرفاً در قالب تعاریف ثابت، بلکه به‌عنوان ساختارهایی چندبعدی در سطوح معرفتی، هنجاری و نهادی تحلیل شوند.

۳. مراحل تحلیل مفهومی

فرایند تحلیل مفهومی در این پژوهش در شش مرحله به صورت نظام‌مند انجام شده است:

1. Walker
2. Avant
3. Rodgers

مرحله اول: استخراج کاربردهای مفهومی در ادبیات

کاربردهای صریح و ضمنی دو مفهوم «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» در ادبیات نظری و تجربی شناسایی و گردآوری شد. آثاری که در صورت‌بندی و تحول معنایی این مفاهیم نقش داشته‌اند، مبنای تحلیل قرار گرفتند؛ از جمله رویکرد بانی به علم شهروندی(بانی و همکاران، ۲۰۰۹)، رویکرد انتقادی ایروین (۱۹۹۵)، مدل‌های مشارکت لونشتاین (۲۰۰۳) و ادبیات شهروندی علمی در آثار جسانوف (۲۰۰۴، ۲۰۱۲) و استیلگو، لاک و ویلسدون (۲۰۱۴).

مرحله دوم: طبقه‌بندی تحلیلی کاربردها

کاربردهای شناسایی‌شده بر اساس منطق نظری حاکم بر آن‌ها و نیز نوع و سطح مشارکت شهروندان طبقه‌بندی شدند. در مورد علم شهروندی، سه جریان اصلی قابل تشخیص بود: نخست، پروژه‌های داده‌محور بالا به پایین که در آن‌ها شهروندان عمدتاً در فرایند گردآوری داده مشارکت می‌کنند؛ دوم، رویکرد مشارکتی-انتقادی که بر بازتعریف نسبت علم و جامعه تأکید دارد (ایروین، ۱۹۹۵)؛ و سوم، کاربردهای مدیریتی و سیاستی که علم شهروندی را در خدمت حل مسائل حکمرانی به کار می‌گیرند. در مورد شهروندی علمی نیز سه جریان اصلی شناسایی شد: دموکراسی دانش (جسانوف، ۲۰۰۴)، مشارکت در حکمرانی علم و فناوری (کالون و همکاران، ۲۰۰۹)، و رویکردهای مرتبط با پژوهش و نوآوری مسئولانه و ارزیابی پیامدهای اجتماعی پژوهش (استیلگو و همکاران، ۲۰۱۴).

مرحله سوم: استخراج ویژگی‌های اساسی

ویژگی‌های بنیادی هر یک از دو مفهوم استخراج شد. در مورد علم شهروندی، مؤلفه‌هایی چون مشارکت در گردآوری یا تولید داده، پروژه‌محور بودن، تعریف مسئله و چارچوب مشارکت از سوی متخصصان، و تمرکز بر گسترش ظرفیت تولید داده علمی برجسته بود. در مقابل، در مفهوم شهروندی علمی، ویژگی‌هایی مانند مشارکت در ارزیابی مخاطرات، دخالت در جهت‌دهی عمومی علم، برخورداری از وجه هنجاری و سیاسی، و تأکید بر حق اظهارنظر شهروندان درباره علم به‌مثابه یک نهاد اجتماعی بیشتر نمایان شد.

مرحله چهارم: شناسایی موارد نمونه، مرزی و ضدِنمونه

برای افزایش دقت تحلیلی و تقویت انسجام مفهومی، موارد نمونه، موارد مرزی و موارد ضدِنمونه استخراج شد. برای نمونه، پروژه «پایش پرندگان» (eBird) به عنوان مورد نمونه علمِ شهروندی در نظر گرفته می‌شود که در آن شهروندان صرفاً در گردآوری داده مشارکت دارند. در مقابل، «پنل شهروندی درباره فناوری ژنتیک» می‌تواند به عنوان مورد نمونه

شهروندی علمی تلقی شود. پروژه‌هایی که شهروندان در طراحی پژوهش مشارکت دارند اما در حکمرانی علم نقشی ندارند، موارد مرزی محسوب می‌شوند. این مرحله به تمایزگذاری دقیق‌تر میان دو مفهوم کمک کرد.

استفاده از موارد ضد نمونه[1] به ما کمک می کند تا مرزهای مفاهیم را از طریق مشخص کردن آنچه نیستند شفاف کنیم, برای مثال، فعالیت های تبلیغاتیِ صرف برای علم، یا سیاست گذاری های علم بدون مشارکت واقعیِ مردم، به عنوان ضد نمونه های شهروندی علمی در این تحلیل شناسایی شده اند.

مرحله پنجم: تحلیل سه‌سطحی (معرفتی-هنجاری-نهادی)

ویژگی‌های استخراج‌شده در قالب یک چارچوب سه‌سطحی سازمان‌دهی شدند. در سطح معرفتی، توجه به این بود که شهروندان چگونه و تا چه اندازه در تولید دانش، اعتباربخشی به آن، یا فرایندهای هم‌تولیدی مشارکت دارند. در سطح هنجاری، ارزش‌های نهفته در هر مفهوم، از جمله مشارکت، حق اظهارنظر، دموکراسی فنی و جایگاه عمومی شهروندان در نسبت با علم بررسی شد. در سطح نهادی نیز جایگاه این اشکال مشارکت در ساختارهای حکمرانی علم، سیاست‌گذاری علمی، عدالت شناختی و سازمان‌دهی سیاسی دانش تحلیل شد. این سطح‌بندی امکان آن را فراهم کرد که تمایز میان «مشارکت در تولید دانش» و «مشارکت در جهت‌دهی و حکمرانی دانش» با دقت بیشتری روشن شود.

مرحله ششم: بازسازی مدل مفهومی

در مرحله نهایی، یافته‌های حاصل از تحلیل در قالب یک مدل مفهومی دوبعدی بازسازی شد. این مدل دو مفهوم مورد بررسی را در نسبت با دو محور اصلی «مشارکت در تولید دانش» و «مشارکت در حکمرانی علم» قرار می‌دهد. شرح تفضیلی این مدل و مؤلفه‌های آن در بخش یافته‌ها ارائه شده است.

٤. دامنه مرور ادبیات و معیارهای انتخاب منابع

به منظور انجام تحلیل مفهومی نظام‌مند، مجموعه‌ای از متون نظری و تجربی مرتبط با مشارکت عمومی در علم، علم شهروندی و شهروندی علمی مورد مرور تحلیلی قرار گرفت. انتخاب منابع بر اساس چهار معیار انجام شد:

۴.۱. ارتباط مفهومی مستقیم: آثار انتخابی باید به طور صریح به مفاهیم «علم شهروندی»، «شهروندی علمی» یا اشکال مختلف مشارکت عمومی در علم پرداخته باشند.

1. Counter- examples

۴.۲. اهمیت در ادبیات STS: آثاری انتخاب شدند که در شکل‌دهی به مباحث مربوط به رابطه علم و جامعه، تخصص و مشارکت شهروندان نقش نظری مهمی داشته‌اند و به‌عنوان آثار مرجع در این حوزه شناخته می‌شوند(وین، ۱۹۹۶؛ کالینز و ایوانز، ۲۰۰۲؛ جسانوف، ۲۰۰۴).

۴.۳. تنوع زمینه‌ای: متونی از زمینه‌های پژوهشی و تجربی متفاوت (از پروژه‌های مشارکتی در علوم طبیعی و محیط‌زیست تا مباحث نظری در حوزه حکمرانی علم و سیاست علم) مورد توجه قرار گرفت.

۴.۴. روزآمدی و پوشش تاریخی: ترکیبی از آثار کلاسیک (دهه ۱۹۹۰) و پژوهش‌های جدیدتر (تا سال ۲۰۲۴) در ادبیات مورد استفاده قرار گرفت.

۵. استراتژی جستجو و منابع

جستجوی منابع در پایگاه‌هایWeb of Science، Scopus، Google Scholar و کتاب‌های معتبر حوزه STS انجام شد. کلیدواژه‌های جستجو (به دو زبان فارسی و انگلیسی) عبارت بودند از: «علم شهروندی»، «شهروندی علمی»، «مشارکت عمومی در علم»، «دموکراسی فنی»، «هم‌تولیدی دانش»، «عدالت شناختی» و معادل انگلیسی آن‌ها. بازه زمانی جستجو از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۴ تعیین شد. در مجموع، ۳۰ منبع (شامل ۹ منبع فارسی و ۲۱ منبع انگلیسی) به عنوان منابع اولیه مورد تحلیل مفهومی نظام‌مند قرار گرفتند. فهرست کامل منابع در انتهای مقاله ارائه شده است.

٦. اعتبار و پایایی در پژوهش نظری-مفهومی

در پژوهش‌های نظری-مفهومی، برخلاف پژوهش‌های تجربی، ارزیابی اعتبار بر پایه شاخص‌های کمّی مانند روایی و پایایی انجام نمی‌شود. در چنین پژوهش‌هایی، اعتبار بیش از هر چیز بر چهار مؤلفه استوار است(واکر و آوانت، ۲۰۱۱؛ راجرز، ۲۰۰۰)(۱) شفافیت فرایند تحلیل، (۲) اتکا به ادبیات معتبر و مرجع، (۳) بازتولیدپذیری مسیر استدلال، (۴) انسجام منطقی در بازسازی مفاهیم. در پژوهش حاضر، کوشش شده است این اعتبار از طریق تبیین مرحله‌مند فرایند تحلیل، استفاده از متون مرجع در حوزه STS، ارائه استراتژی جستجوی شفاف، و سازمان‌دهی یافته‌ها در قالب تحلیل سه‌سطحی تأمین شود. با توجه به اینکه این مقاله در نهایت به ارائه یک مدل مفهومی می‌انجامد، لازم است شیوه اعتباربخشی به این مدل نیز به‌صورت روشن و دقیق تبیین گردد.

یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش حاصل اجرای شش مرحله تحلیل مفهومی نظام‌مند (استخراج کاربردها، طبقه‌بندی، استخراج ویژگی‌های اساسی، شناسایی موارد نمونه/مرزی/ضدِنمونه،

تحلیل سه‌سطحی، و بازسازی مدل مفهومی) است. در ادامه، ابتدا نسبت میان سه جریان نظری، سه سطح تحلیل و دو محور اصلی روشن می‌گردد. سپس تمایز دو مفهوم در سه سطح معرفتی، هنجاری و نهادی تبیین می‌شود. در ادامه، مدل تحلیلی تلفیقی در قالب جدول ارائه می‌گردد و در پایان، بازسازی مدل مفهومی دوبعدی صورت می‌پذیرد.

۱. نسبت میان سه جریان نظری، سه سطح تحلیل و دو محور اصلی

پیش از ارائه یافته‌های تفصیلی، لازم است نسبت میان مؤلفه‌های کلیدی تحلیل روشن شود. در مرحله دوم تحلیل مفهومی (طبقه‌بندی کاربردها)، سه جریان اصلی در علم شهروندی شناسایی شد: (الف) پروژه‌های داده‌محور بالا به پایین که در آن‌ها شهروندان عمدتاً در فرایند گردآوری داده مشارکت می‌کنند؛ (ب) رویکرد مشارکتی-انتقادی که بر بازتعریف نسبت علم و جامعه تأکید دارد (ایروین، ۱۹۹۵)؛ (ج) کاربردهای مدیریتی و سیاستی که علم شهروندی را در خدمت حل مسائل حکمرانی به کار می‌گیرند. در مورد شهروندی علمی نیز سه جریان اصلی شناسایی شد: دموکراسی دانش (جسانوف، ۲۰۰۴)، مشارکت در حکمرانی علم و فناوری (کالون و همکاران، ۲۰۰۹)، و رویکردهای مرتبط با پژوهش و نوآوری مسئولانه (استیلگو و همکاران، ۲۰۱۴).

در مرحله پنجم، ویژگی‌های استخراج‌شده در سه سطح معرفتی، هنجاری و نهادی سازماندهی شدند. در نهایت، در مرحله ششم، این سه سطح در قالب دو محور اصلی بازسازی شدند: «مشارکت در تولید دانش» (که عمدتاً منطبق بر سطح معرفتی است) و «مشارکت در حکمرانی علم» (که سطوح هنجاری و نهادی را دربر می‌گیرد). بدین ترتیب، سه جریان نظری به عنوان مصادیق عینی، سه سطح به عنوان چارچوب تحلیلی، و دو محور به عنوان مدل نهایی بازسازی‌شده عمل می‌کنند.

۲. تمایز علم شهروندی و شهروندی علمی در سه سطح تحلیلی

تحلیل مفهومی نشان می‌دهد که تمایز میان «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» را می‌توان در سه سطح معرفتی، هنجاری و نهادی به شرح زیر تبیین کرد:

سطح معرفتی: در این سطح، پرسش محوری آن است که چه کسانی «دانش معتبر» تولید می‌کنند و تجربه زیسته شهروندان چه جایگاهی در فرایند تولید علم دارد. علم شهروندی عمدتاً ناظر بر مشارکت شهروندان در فرایند تولید داده و دانش علمی در سطح اجرایی و روش‌شناختی است؛ شهروندان در گردآوری داده، مشاهده و پایش پدیده‌ها نقش دارند، اما در تعریف مسائل علمی و تعیین مرزهای دانش معتبر نقشی ایفا نمی‌کنند. در مقابل، شهروندی علمی امکان مشارکت در نقد، ارزیابی، تفسیر و جهت‌دهی به دانش را نیز

دربر می‌گیرد. در این سطح، شهروندان نه تنها در اجرای پژوهش، بلکه در تعریف مسئله، تعیین اولویت‌های پژوهشی و بازتعریف مرزهای «دانش معتبر» نقش آفرینی می‌کنند. به عبارت دیگر، علم شهروندی با گسترش ظرفیت‌های عملی تولید دانش پیوند دارد، در حالی که شهروندی علمی به بازاندیشی در مرزهای معرفتی علم مربوط می‌شود.

سطح هنجاری: در این سطح، پرسش محوری آن است که مشارکت چه کسانی در تصمیم‌گیری‌های علمی مشروع است و بر چه اساسی. علم شهروندی بر همکاری داوطلبانه شهروندان در فعالیت‌های علمی استوار است و مشارکت را عمدتاً به‌عنوان ابزاری برای افزایش کارآمدی علم، گسترش دامنه داده‌ها و تقویت تعامل میان دانشمندان و جامعه تلقی می‌کند. در این نگاه، مشارکت شهروندان ارزش ابزاری دارد، نه ارزش ذاتی. در حالی که شهروندی علمی بر حق مشارکت آگاهانه شهروندان در مباحث عمومی درباره علم و فناوری تأکید دارد و مشارکت را شرطی برای مشروعیت دموکراتیک نظام علم و حقی شهروندی می‌داند. در این سطح، مفاهیمی چون «حق اظهارنظر»، «نقد»، «مطالبه‌گری» و «مداخله مدنی» برجسته می‌شوند. شهروندی علمی همچنین با «عدالت شناختی» پیوند می‌خورد، بدین معنا که همه اشکال دانش (از جمله دانش‌های محلی و تجربی) شایسته به رسمیت شناخته شدن هستند.

سطح نهادی: در این سطح، پرسش محوری آن است که چه سازوکارها و ساختارهایی باید طراحی شوند تا مشارکت شهروندان در علم نهادینه گردد و توزیع قدرت دانشی عادلانه‌تر شود. علم شهروندی عمدتاً در قالب پروژه‌های مشارکتی پژوهشی سازمان می‌یابد که توسط نهادهای علمی (دانشگاه‌ها، موزه‌ها، مؤسسات پژوهشی) طراحی و مدیریت می‌شوند. در این چارچوب، نقش شهروندان غالباً به گردآوری داده یا مشارکت محدود در فرایندهای پژوهشی تقلیل می‌یابد و ساختارهای قدرت موجود در علم بازتولید می‌شوند. در مقابل، شهروندی علمی مستلزم بازاندیشی در ساختارهای حکمرانی علم و ایجاد سازوکارهایی است که امکان مشارکت برابر گروه‌های مختلف اجتماعی را در تعریف مسائل، ارزیابی دانش و تصمیم‌گیری‌های علمی فراهم کند. این سازوکارها شامل پنل‌های شهروندی، نهادهای مشورتی، ارزیابی اجتماعی فناوری، گفت‌وگوهای عمومی درباره علم و فناوری، و بازنگری در فرایندهای سیاست‌گذاری علم است.

۳. مدل تحلیلی تلفیقی تمایز و پیوند دو مفهوم

بر اساس یافته‌های مراحل دوم تا پنجم تحلیل (طبقه‌بندی کاربردها، استخراج ویژگی‌های اساسی، شناسایی موارد نمونه/مرزی/ضدِنمونه، و تحلیل سه‌سطحی)، تمایز میان علم شهروندی و شهروندی علمی را می‌توان در قالب جدول ۳ صورت‌بندی کرد. این جدول نشان‌دهنده آن است که دو مفهوم نه در اصل مشارکت عمومی، بلکه در سطح، دامنه،

کارکرد، خاستگاه نظری و پیامدهای نهادی مشارکت با یکدیگر تفاوت دارند.

جدول ۳. مدل تلفیقی تمایز علم شهروندی و شهروندی علمی در مشارکت شهروندان در علم

بعد تحلیلی	علم شهروندی	شهروندی علمی
تمرکز مفهومی	مشارکت شهروندان در فرایندهای پژوهشی و تولید داده‌های علمی	مشارکت شهروندان در ارزیابی، تصمیم‌گیری و حکمرانی علم و فناوری
نوع دانش تولید یا مشارکت	داده‌های تجربی، مشاهده‌ای و میدانی در چارچوب پروژه‌های پژوهشی(Bonney et al., 2009)	دانش تفسیری، هنجاری و ارزشی درباره پیامدهای اجتماعی علم و فناوری(Jasanoff, 2004)
نقش شهروندان	همکار پژوهشگر، گردآورنده داده یا مشارکت‌کننده در تحلیل داده‌ها (Haklay, 2013)	کنشگر اجتماعی، ناظر عمومی، مشارکت‌کننده در فرایندهای سیاستی و مشورتی(Stilgoe et al., 2014)
هدف اصلی	گسترش ظرفیت تولید داده‌های علمی و تقویت ارتباط علم و جامعه	دموکراتیک‌سازی علم، افزایش پاسخ‌گویی نهادی و تحقق عدالت شناختی
کنشگران و نهادهای اصلی	دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی، پروژه‌های علمی مشارکتی	نهادهای عمومی، جامعه مدنی، شوراهای مشورتی، سازوکارهای مشارکت عمومی
خاستگاه نظری	مطالعات علم شهروندی و مشارکت عمومی در پژوهش	مطالعات علم، فناوری و جامعه (STS)، دموکراسی فنی، حکمرانی مشارکتی علم
سطح نهادی اثرگذاری	عمدتاً در سطح پروژه‌های پژوهشی و تولید دانش	در سطح سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری و جهت‌دهی به توسعه علم و فناوری
نمونه‌های شاخص	پروژه‌های پایش تنوع زیستی(eBird) ، پایش آلودگی هوا، زیست‌شناسی شهروندی	گفت‌وگوهای عمومی درباره فناوری‌های نوظهور، پنل‌های شهروندی، ارزیابی اجتماعی فناوری

٤. بازسازی مدل مفهومی دوبعدی

در مرحله ششم تحلیل (بازسازی مدل مفهومی)، یافته‌های حاصل از مراحل پیشین در قالب یک مدل مفهومی دوبعدی بازسازی شد. این مدل بر دو محور اصلی استوار است: «مشارکت در تولید دانش علمی» و «مشارکت در حکمرانی و جهت‌دهی به علم و فناوری».

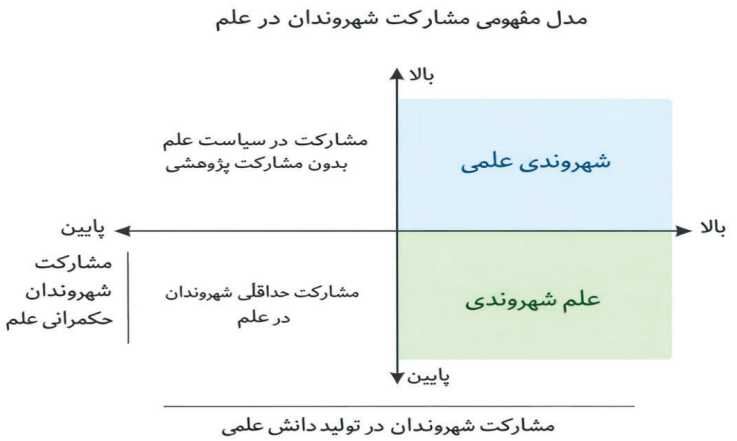
بعد نخست به میزان مشارکت شهروندان در فرایند تولید دانش علمی اشاره دارد. این نوع مشارکت می‌تواند طیفی از فعالیت‌ها از جمله گردآوری داده‌های میدانی، پایش محیطی، ثبت مشاهدات، تحلیل داده‌ها و در برخی موارد مشارکت در طراحی پروژه‌های پژوهشی را در بر گیرد. در ادبیات علم شهروندی، این نوع مشارکت به عنوان «مشارکت معرفتی شهروندان در علم» شناخته می‌شود(هکلای، ۲۰۱۳). بعد دوم به میزان مشارکت شهروندان در حکمرانی و جهت‌دهی به علم و فناوری مربوط می‌شود. این بعد شامل مشارکت در گفت‌وگوهای عمومی درباره فناوری‌های نوظهور، حضور در سازوکارهای مشورتی، مشارکت در ارزیابی اجتماعی فناوری و اثرگذاری بر سیاست‌های علمی و فناورانه است(استیلگو و همکاران، ۲۰۱۴؛ جسانوف، ۲۰۰۴).

بر اساس این مدل، علم شهروندی عمدتاً در قلمرو نخست (تولید دانش) قرار می‌گیرد و نقش شهروندان در آن معطوف به مشارکت در فرایندهای پژوهشی، گردآوری داده، مشاهده و پایش است. در این چارچوب، مشارکت شهروندان بیشتر در سطح اجرایی و روش‌شناختی تعریف می‌شود و شهروندان عمدتاً به‌عنوان «همکار پژوهشگر» ایفای نقش می‌کنند. با این حال، برخی رویکردهای انتقادی‌تر به علم شهروندی بر ظرفیت آن برای طرح مسائل اجتماعی و بازتعریف رابطه علم و جامعه تأکید کرده‌اند(ایروین، ۱۹۹۵) که نشان‌دهنده حرکت تدریجی برخی پروژه‌ها به سوی سطوح بالاتر مشارکت است.

در مقابل، شهروندی علمی گستره‌ای فراتر را دربر گرفته و هر دو قلمرو (تولید دانش و حکمرانی علم) را شامل می‌شود. به این معنا که شهروندان نه تنها در تولید دانش، بلکه در فرایندهای تصمیم‌گیری، سیاست‌گذاری، ارزیابی پیامدهای اجتماعی علم و فناوری، تعیین اولویت‌های پژوهشی، نقد و مطالبه‌گری نیز نقش ایفا می‌کنند. در این چارچوب، شهروندان به‌مثابه «کنشگران مدنی» در عرصه حکمرانی علم و فناوری ظاهر می‌شوند. این رویکرد با ادبیاتی پیوند دارد که بر دموکراتیک‌سازی دانش و ضرورت مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با علم و فناوری تأکید می‌کند(استیلگو و همکاران، ۲۰۱۴؛ جسانوف، ۲۰۰۴).

شکل ۱ این تمایز را در قالب یک مدل مفهومی دوبعدی به تصویر می‌کشد. در این مدل، یک بعد به «مشارکت در تولید دانش» و بعد دیگر به «مشارکت در حکمرانی علم و فناوری» اختصاص دارد. قرار گرفتن علم شهروندی در بخش پایین‌تر این مدل به معنای کم‌اهمیت بودن آن نیست، بلکه نشان می‌دهد که این مفهوم عمدتاً در سطح مشارکت شهروندان در گردآوری داده‌ها، مشاهده و همکاری در فرایندهای پژوهشی عمل می‌کند؛ رویکردی که در بسیاری از پروژه‌های داده‌محور علم شهروندی مشاهده می‌شود(بانی و همکاران، ۲۰۱۶). در مقابل، شهروندی علمی در سطح بالاتری از مشارکت قرار دارد که هم تولید دانش و هم

حکمرانی علم را دربر می‌گیرد.



شکل ۱. مدل مفهومی مشارکت شهروندان در علم بر اساس دو بعد تولید دانش و حکمرانی علم

از این منظر، رابطه علم شهروندی و شهروندی علمی را نمی‌توان رابطه‌ای تقابلی یا کاملاً منفصل دانست، بلکه باید آن را رابطه‌ای پیوسته، اما نابرابر از نظر عمق و دامنه مشارکت تلقی کرد. در این پیوستار، علم شهروندی بیشتر بر کنش‌های داده‌محور و پروژه‌های مشارکتی متمرکز است، در حالی که شهروندی علمی افق گسترده‌تری از مشارکت عمومی را دربر می‌گیرد که به سطح هنجاری و نهادی نیز امتداد می‌یابد. مشارکت عمومی در علم را باید در این پیوستار از سطوح مختلف مشارکت فهم کرد؛ پیوستاری که از مشارکت در تولید داده‌ها آغاز می‌شود و در شکل پیشرفته‌تر خود به مشارکت در حکمرانی و جهت‌دهی علم و فناوری گسترش می‌یابد.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تفاوت اصلی دو مفهوم نه در اصل مشارکت عمومی، بلکه در سطح، دامنه و کارکرد مشارکت شهروندان است. در علم شهروندی، مشارکت بیشتر در سطح اجرایی و روش‌شناختی تعریف می‌شود و کارکرد آن عمدتاً ابزاری (افزایش داده‌های علمی) است. در شهروندی علمی، مشارکت واجد ابعاد هنجاری و سیاسی نیز می‌شود و کارکرد آن ناظر بر مشروعیت دموکراتیک نظام علم، پاسخ‌گویی نهادی و عدالت شناختی است.

از این منظر، شهروندی علمی را می‌توان امتداد و بسط هنجاری علم شهروندی دانست که تلاش می‌کند رابطه میان علم، جامعه و سیاست را در قالبی مشارکتی و دموکراتیک بازتعریف کند. با این حال، تحقق کامل شهروندی علمی مستلزم دگرگونی در ساختارهای

نهادی حکمرانی علم و گشودگی نظام علمی به مشارکت اجتماعی است؛ شرطی که در بسیاری از پروژه‌های علم شهروندی محقق نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بازاندیشی مفهومی در دو اصطلاح «علم شهروندی» و «شهروندی علمی» و تمایزگذاری میان آن‌ها در سه سطح معرفتی، هنجاری و نهادی انجام شد. یافته‌های حاصل از تحلیل مفهومی نظام‌مند نشان داد که این دو مفهوم، با وجود آنکه در ادبیات مطالعات علم و فناوری اغلب به جای یکدیگر یا بدون تمایز دقیق به کار می‌روند، از نظر ماهیت، سطح مشارکت شهروندان و پیامدهای اجتماعی تمایزهای بنیادینی دارند.

پاسخ به پرسش اول: تمایز و پیوند دو مفهوم در سه سطح

در **سطح معرفتی**، علم شهروندی عمدتاً ناظر بر مشارکت شهروندان در تولید داده و فرایندهای پژوهشی در سطح اجرایی و روش‌شناختی است، در حالی که شهروندی علمی امکان مشارکت در نقد، ارزیابی، تفسیر و جهت‌دهی به دانش را نیز دربر می‌گیرد. در **سطح هنجاری**، علم شهروندی بر همکاری داوطلبانه با ارزش ابزاری استوار است، اما شهروندی علمی بر حق مشارکت آگاهانه شهروندان در مباحث عمومی درباره علم و فناوری تأکید دارد و مشارکت را شرطی برای مشروعیت دموکراتیک نظام علم می‌داند. در **سطح نهادی**، علم شهروندی عمدتاً در قالب پروژه‌های مشارکتی پژوهشی سازمان می‌یابد که توسط نهادهای علمی طراحی و مدیریت می‌شوند، در حالی که شهروندی علمی مستلزم بازاندیشی در ساختارهای حکمرانی علم و ایجاد سازوکارهایی برای مشارکت برابر گروه‌های مختلف اجتماعی در تعریف مسائل، ارزیابی دانش و تصمیم‌گیری‌های علمی است.

از منظر **پیوند** میان دو مفهوم، یافته‌ها نشان داد که رابطه علم شهروندی و شهروندی علمی نه خطی، نه هم‌معنا و نه جایگزین‌پذیر، بلکه رابطه‌ای **پیوسته و نابرابر از نظر عمق و دامنه مشارکت** است. علم شهروندی می‌تواند یکی از مسیرهای بالقوه تقویت شهروندی علمی باشد، اما تحقق آن وابسته به شرایط نهادی، فرهنگی و ساختارهای حکمرانی علم در هر جامعه است.

پاسخ به پرسش دوم: دلالت‌های سیاستی

از منظر سیاست‌گذاری، این تمایز مفهومی برای ایران اهمیت ویژه‌ای دارد. بررسی پژوهش‌های داخلی (شعبانی و رزاقی، ۱۳۹۹؛ اجاق و وکیل، ۱۴۰۳) نشان می‌دهد که اگرچه در سال‌های اخیر تلاش‌هایی برای افزایش مشارکت عمومی در علم صورت گرفته است، اما این مشارکت عمدتاً در سطح فعالیت‌های ترویجی و گردآوری داده باقی مانده و

به عرصه‌های سیاست‌گذاری و ارزیابی اجتماعی فناوری گسترش نیافته است. در این راستا، چند جهت‌گیری سیاستی قابل طرح است:

۱. **ضعف نهادهای مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری علمی** – پیشنهاد: ایجاد سازوکارهای مشورتی نظیر پنل‌های شهروندی، گفت‌وگوهای اجتماعی درباره فناوری‌های نوظهور و نهادهای واسط میان جامعه، سیاست‌گذاران و نظام علمی.

۲. **غلبه رویکرد ترویجی در ارتباط علم و جامعه** – پیشنهاد: توسعه پروژه‌های علم شهروندی در حوزه‌هایی مانند محیط‌زیست، سلامت عمومی، تنوع زیستی و پایش شهری.

۳. **فقدان زیرساخت نهادی برای علم شهروندی** – پیشنهاد: ایجاد پلتفرم‌های ملی علم شهروندی، حمایت از پروژه‌های دانشگاهی مبتنی بر مشارکت شهروندان و تقویت چارچوب‌های حقوقی و نهادی مرتبط.

۴. **فاصله میان جامعه علمی و جامعه مدنی در سیاست‌گذاری علم** – پیشنهاد: نهادینه‌کردن گفت‌وگوهای علم و جامعه و گنجاندن سازوکارهای مشارکت اجتماعی در طراحی سیاست‌های علم و فناوری.

مشارکت نظری پژوهش

این پژوهش از سه جهت به ادبیات موجود مشارکت نموده است: نخست، با ارائه **چارچوب سه‌سطحی** (معرفتی، هنجاری، نهادی) برای تمایز علم شهروندی و شهروندی علمی، ابزاری تحلیلی برای پژوهش‌های آتی فراهم کرده است. دوم، با **بازسازی مدل مفهومی دوبعدی** (مشارکت در تولید دانش و مشارکت در حکمرانی علم)، صورت‌بندی جدیدی از نسبت میان این دو مفهوم ارائه داده است. سوم، با شناسایی **چهار جهت‌گیری سیاستی** متناسب با بستر ایران، شکاف میان مباحث نظری و الزامات عملی را کاهش داده است.

محدودیت‌ها و جهت‌های آینده پژوهش

پژوهش حاضر به دلیل ماهیت نظری-مفهومی خود، به بررسی تجربی پروژه‌های علم شهروندی در ایران یا ارزیابی میدانی از نگرش شهروندان به مشارکت در حکمرانی علم نپرداخته است. همچنین، دامنه مرور ادبیات عمدتاً به منابع انگلیسی و فارسی محدود بوده و ممکن است برخی از تجارب غیرانگلیسی‌زبان (به ویژه در کشورهای در حال توسعه) در تحلیل لحاظ نشده باشند. پژوهش‌های آتی می‌توانند با مطالعات تجربی و تطبیقی، کاربرد مدل پیشنهادی این پژوهش را در زمینه‌های مختلف علمی و فناورانه و در بسترهای اجتماعی-فرهنگی متفاوت مورد آزمون قرار دهند. همچنین، طراحی و ارزیابی سازوکارهای نهادی مشخص برای گذار از علم شهروندی به شهروندی علمی در ایران، یکی از جهت‌گیری‌های

مهم پژوهش‌های کاربردی آینده است.

در مجموع، علم شهروندی می‌تواند زمینه‌های معرفتی و اجتماعی لازم برای تقویت شهروندی علمی را فراهم کند. با این حال، تحقق کامل شهروندی علمی مستلزم تحول در شیوه‌های حکمرانی علم و گشودگی بیشتر نظام علمی به مشارکت اجتماعی است. سیاست‌های علم در ایران باید به گونه‌ای طراحی شوند که مشارکت شهروندان را از سطح گردآوری داده به سطح مشارکت در گفت‌وگوهای اجتماعی و تصمیم‌گیری علمی ارتقا دهند. چنین رویکردی می‌تواند به افزایش اعتماد عمومی به علم، تقویت پاسخ‌گویی و مسئولیت اجتماعی نهادهای علمی و شکل‌گیری رابطه‌ای پایدارتر میان علم و جامعه منجر شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از طرح گرنت پژوهشی (شماره طرح: ۴۰۴۵۶۷۲) پسادکتری با عنوان «علم شهروندی و شهروندی علمی: بازاندیشی مفهومی در مشارکت عمومی در علم» است. نویسندگان مراتب سپاس خود را از **بنیاد ملی علم ایران** ابراز می‌دارند که با حمایت ارزشمند خود امکان انجام این طرح پژوهشی را فراهم ساخت.

منابع

اجاق، ز.، و وکیل، ح. (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات زیست محیطی: دستیابی به توسعه پایدار از راه افزایش سواد مدنی. *فصلنامه علمی- ترویجی ترویج علم*، سال چهارم، شماره چهارم.

پایا، ع. (۱۳۹۰). ارزیابی فلسفی ترویج علم. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۳(۴)، ۱–۱۸.

رضایی، آ.، و بهزادی، آ. (۱۴۰۲). فناوری نانو و علم شهروندی. *هفتمین کنگره سالانه بین‌المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران.*

شعبانی، م.، و رزاقی، ن. (۱۳۹۹). شهروندی علمی: فهم و درگیری عمومی از علم و فناوری در بین شهروندان تهرانی. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱۲(۲)، ۵۵–۸۰.

فیروزنیا، ق.، موسی‌کاظمی، س. م. م.، و وکیل، ح. (۱۴۰۳الف). به‌کارگیری رویکرد برنامه‌ریزی مشارکتی در ارزیابی تأثیرات محیط‌زیستی توسعه در ایران. *اولین همایش ملی محیط زیست شهری*. بازیابی شده از https://civilica.com/doc/2207397/

فیروزنیا، ق.، موسی‌کاظمی، س. م. م.، و وکیل، ح. (۱۴۰۳ب). نقش سواد چندلایه (چندرسانه‌ای، دیجیتال و زیست‌محیطی) در تربیت شهروند مسئول در قرن بیست‌ویکم. بازیابی شده از https://civilica.com/doc/2333088/

قدیمی، ا. (۱۴۰۲). *الگوی زیست‌بوم ترویج علم در ایران*. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

قدیمی، ا. (۱۴۰۳). *درک عمومی ایرانیان از علم و فناوری*. تهران: جهاد دانشگاهی.

وصالی، م.، و اجاق، ز. (۱۳۷۶). درک عمومی از علم. *فصلنامه رهیافت*، ۱۱، ۳۰–۴۵.

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, *59*(11), 977-984.

Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, *25*(1), 2-16.

Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2009). *Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy* (G. Burchell, Trans.). MIT Press.

Collins, H. M., & Evans, R. (2000). The third wave of science studies: Studies of expertise and experience. *Social Studies of Science*, *30*(2), 235-296.

Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., Phillips, T., & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *10*(6), 291-297.

Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, *95*(1), 168-185.

Haklay, M. (2013). Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In D. Sui, S. Elwood, & M. Goodchild (Eds.), *Crowdsourcing geographic knowledge: Volunteered geographic information (VGI) in theory and practice* (pp. 105-122). Springer.

Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J., & Bonn, A. (Eds.). (2018). *Citizen science: Innovation in open science, society and policy*. UCL Press.

Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development*. Routledge.

Irwin, A., & Michael, M. (2003). *Science, social theory and public knowledge*. Open University Press.

Irwin, A., & Wynne, B. (1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge University Press.

Jasanoff, S. (2003). Technologies of humility: Citizen participation in governing science. *Minerva*, *41*(3), 223-244.

Jasanoff, S. (2004). *States of knowledge: The co-production of science and social order*. Routledge.

Jasanoff, S. (2012). *Science and public reason*. Routledge.

Lewenstein, B. V. (2003). Models of public communication of science and

technology. *Public Understanding of Science*, Cornell University.
Rodgers, B. L. (2000). Concept analysis: An evolutionary view. In B. L. Rodgers & K. A. Knafl (Eds.), *Concept development in nursing: Foundations, techniques, and applications* (2nd ed., pp. 77-102). W. B. Saunders.
Santos, B. de Sousa. (2014). *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. Routledge.

Stilgoe, J., Lock, S. J., & Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science? *Public Understanding of Science*, *23*(1), 4-15.
Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, *42*(9), 1568-1580.
Walker, L. O., & Avant, K. C. (2011). *Strategies for theory construction in nursing* (5th ed.). Pearson.
Wynne, B. (1996). Misunderstood misunderstandings: Social identities and public uptake of science. In A. Irwin & B. Wynne (Eds.), *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology* (pp. 19-46). Cambridge University Press.
Wynne, B. (2007). Public participation in science and technology: Performing and obscuring a political-conceptual category mistake. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, *1*(1), 99-110.