

بررسی برخی از عناصر سنت‌های علمی اسلامی در قرون میانه و تداوم و تأثیر آن‌ها تا آغاز رنسانس علمی (قرون ۴ تا ۸ ق / ۱۰ تا ۱۴ م)

سیدابوتراب سیاهپوش*

چکیده

«تداوم و عدم تداوم» سنت‌های علمی قرون میانه، و تأثیر آن‌ها در پیدایش و ظهور رنسانس علمی، مسئله‌ای نسبتاً پیچیده است و به موضوع مناقشه‌ای جدی و دامنه‌دار بین دانشمندان و صاحب‌نظران برجسته تاریخ علم در اوایل قرن بیستم بدل شده است. این مسئله از آن‌جا ناشی شد که برخی دانشمندان غربی به این باور رسیدند که آغاز و پیدایش رنسانس علمی صرفاً مدیون علم کلاسیک، زنجیره‌ای از کشفیات جدید و تحولات فکری، و دگرگونی در مفاهیم بنیادین است؛ از سوی دیگر بر این امر تأکید ورزیدند که نیرو و توان انقلاب علمی صرفاً از تصور جدیدی از طبیعت یا تصور جدیدی از روش خاص پژوهیدن در اسرار طبیعت برگرفته شده است. بر اساس این نظریه، مقوله‌ای به نام علم قرون میانه - به طور اخص سنت‌های علمی اسلامی - و استمرار و تداوم آن‌ها و همچنین نقش و تأثیرشان در پیدایش و شکل‌گیری رنسانس علمی بی‌معنی است. حال این سؤال مطرح می‌شود که «جایگاه علمی قرون میانه در عالم علم از چه قرار بوده است؟» یا «در دورانی نسبتاً طولانی از قرون میانه، که علم کلاسیک در غرب مسیحی در حال انحطاط به سر می‌برد، این سنت علمی در کجا و در چه نقطه‌ای از جهان، به‌جز پهنه وسیعی از حوزه تمدن اسلامی، پرورش یافت و بالید و سرانجام، با «استمرار و تداوم»، به صورت «انباشتی علمی» به غرب مسیحی انتقال یافت؟» مگر در آن‌جا (غرب مسیحی) نبود که دانشمندان غربی با «استادی‌یافتن» بر انبوهی از آثار و منابع علمی

* عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی Abootorab.siahpoosh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۸

اسلامی و یونانی، و نقد و سنجش عالمانه و تحلیلی روش‌مندان، حیات فکری و عقلانی آن سرزمین را از اساس تغییر دادند؟ بنابراین، علم کلاسیک و کشفیات و تحولات دوران نوزایی همه آن چیزی نیست که اسباب رنسانس علمی را فراهم کرد؛ از این‌رو، تداوم علمی قرون میانه و به‌خصوص سنت‌های علمی اسلامی، به‌منزله بخش مهمی از مبانی رنسانس علمی، از جایگاه خاصی در این زمینه برخوردار است. تلاش این مقاله بر این است تا به برخی از عناصر سنت‌های علمی اسلامی و تداوم و تأثیر آن‌ها - به‌منزله دست‌مایه آغاز رنسانس - علمی بپردازد.

کلیدواژه‌ها: علوم اسلامی، قرون میانه، تداوم و عدم تداوم علمی، تأثیر و نفوذ علوم، غرب لاتینی، و رنسانس علمی.

۱. مسئله تداوم علمی

تقریباً از سال ۱۹۵۰ به این سو، بین مورخان تاریخ علم و صاحب‌نظران برجسته، بحثی درباره علم عصر باستان و قرون میانه در غرب مسیحی و جایگاه، شأن، و منزلت علمی این دو دوره، و تأثیر و نفوذی که در بنا و شالوده رنسانس علمی داشته‌اند، در جریان بوده است؛ در این خصوص آرا و عقاید مختلف و متضادی درباره خاستگاه، وزن، و تأثیری که علم کلاسیک و سنت‌های علمی قرون میانه در شکل‌گیری رنسانس علمی و ظهور علم نوین داشته‌اند، از تأیید و پشتیبانی گرفته تا رد و انکار آن، از سوی آنان اظهار شده است (Lindberg, 2007: 359).

اگرچه دامنه این جدال در دهه ۱۹۶۰ گسترش یافت، ولی سابقه‌ای دیرینه‌تر داشت و زمانی آغاز شد که پیر دوئم (P. Duhem, 1861-1916)، فیزیک‌دان و فیلسوف فرانسوی، حین پژوهشی درباره خاستگاه‌های علم «ایستایی‌شناسی» به آثار عده‌ای از ریاضی‌دانان و فیلسوفان طبیعی قرون میانه برخورد که به نظر وی شالوده انقلاب علمی را بنیان گذارده و در بعضی از بنیادی‌ترین دستاوردهای علمی بر گالیه و معاصرانش سبقت جسته بودند. دوئم معتقد بود بخشی از علوم نوین، به‌خصوص فیزیک و مکانیک، خاستگاه‌شان در قلب قرون میانه مطرح و مقبول افتاده و از آن‌جا سرچشمه گرفته است (ibid: 358).

عقاید پیر دوئم درباره خاستگاه انقلاب علمی و علم جدید مناقشه‌ای را در سراسر قرن بیستم از سوی برخی از دانشمندان به‌راه انداخت که «استمرار و تداوم» علم قرون میانه را از سیر جریان علمی حذف می‌کردند. آنان عملاً دوره‌ای طولانی از تاریخ علم را، که به‌طور

اخص به حوزه تمدن اسلامی و اوج شکوفایی آن (آغاز قرن سوم تا ششم و هفتم قمری مصادف با نهم تا دوازدهم و سیزدهم میلادی) مربوط می‌شد، نفی و انکار می‌کردند؛ مخالفان خاستگاه رنسانس علمی را صرفاً در اندیشه‌ها و آموزه‌های کلاسیک عصر باستان و منابع انسان‌گرایانه و تحولات علمی «دوران نوزایی» جست‌وجو می‌کردند. از سردمداران این نظریه فرانسیس بیکن (F. Bacon, 1561-1626) بود و در این خصوص اظهار می‌داشت: «از دانشمندان مسلمان و اهل مدرسه نباید نامی برد زیرا آنان، با مبالغ کثیری از کتاب‌ها و رسالات، به جای آن‌که بر وزن و سنگینی علوم بیفزایند آن‌ها را خرد و ویران کردند» (Lindberg, 2007: 357). این نظر از سوی ولتر (Voltaire, 1694-1774) به شدت پشتیبانی شد و از «انحطاط و فساد کلی»، به منزله ویژگی‌های قرون میانه، سخن به میان آمد (ibid: 358). معاصر جوان‌تر او، کندورسه (Condorcet, 1743-1794)، بار شماتت و سرزنش را به دوش کلیسای آن قرون انداخت و استدلال کرد که «پیروزی مسیحیت علامت و نشانه انحطاط کامل فلسفه و علم بود» (ibid).

در نیمه دوم قرن نوزدهم، آرا و نظریات بیکن، ولتر، و کندورسه از سوی یاکوب کریستوف بورکهارت (J. Burckhardt, 1818-1898)، مورخ برجسته سوئسی، در کتابش با عنوان *تمدن رنسانس در ایتالیا* این‌گونه اظهار شد: «دانشمندان قرون وسطی خود را از رنج مسئله تحقیق و استنتاج معاف کردند» (ibid)؛ این نظر در قرن بیستم از طرف جان سیموند (J. Symonds) در همه جوامع علمی انتشار یافت (ibid).

از سوی دیگر اندرو دیکسون وایت (A. D. White)، که دارای یکی از مؤثرترین و برجسته‌ترین دیدگاه‌ها راجع به این دوران است، از جهالت تأثیرگذار و بیهودگی علوم قرون میانه به منزله سلاحی برای انتقادات تأثیرگذار خود علیه مضرات مسیحیت استفاده کرد. به عقیده وی این دوران تأثیر زیانباری در توسعه علوم طبیعی داشته است و اظهار می‌دارد:

ظهور مسیحیت توسعه طبیعی علوم طبیعی را بیش از صد و پنجاه سال عقب انداخت ... فضایی ایجاد کرد که در آن علوم طبیعی به سختی می‌توانست ریشه دواند. فضایی که در آن جست‌وجوی حقیقت در طبیعت به‌طور کلی پوچ و بیهوده تلقی می‌شد (ibid).

سرانجام، برای اثبات این‌که این دیدگاه‌ها هنوز زنده‌اند، به اظهارات چارلز فریمن (Charles Freeman) از کتاب *بستن ذهن غرب: طلوع ایمان و افول عقل* (۲۰۰۳) اشاره می‌کند و می‌گوید:

در حدود قرن پانزدهم، یعنی دوران حاکمیت کلیسا، نه تنها تفکر عقلانی را منکوب کرد، بلکه 'عرفان، جادو و مرجعیت دینی را نیز جایگزین آن کرد'. با فرض این نوع پشتوانه علمی جهالت و تنزل علم در قرون وسطی شرط ایمان میان عامه مردم تلقی می‌شد (Lindberg, 2007: 358).

حتی دوئم، به‌رغم تأکید بر ارزش و اعتبار فوق‌العاده علم قرون میانه، بر این باور بود که علمی با عنوان «علم اسلامی» نداریم و دانشمندان فرزانه کیش محمدی، همیشه کم و بیش، شاگردان باوفای یونانیان بوده‌اند و خودشان (مسلمانان) عاری از هرگونه اصالت و خلاقیت‌اند. او با بیان این نظریه، که راه خطا رفت، مورخان علم اسلامی را به چالشی سنگین فرا خواند. البته مجاهدات دوئم بر اهمیت و وسعت سنت‌های علمی قرون میانه افزود و از سوی محققان و متخصصان برجسته قرن بیستم، از جمله چارلز هومر هاسکینز (Ch. H. Haskins, 1870-1937)، لین ثورندیک (L. Thorndike, 1882-1965)، مارشال کلاگت (M. Clagett, 1916-2005)، که متخصص در اندیشه‌ها و آموزه‌های علمی ارشمیدس بود و به ویرایش و ترجمه متون ریاضیاتی و علمی قرون میانه می‌پرداخت، و انلیز مایر (A. Maier, 1915-1971)، که سلسله مطالعات و بررسی‌هایی محققانه درباره نحوه بررسی متون علمی و فلسفی قرون میانه به‌عمل آورده بود، پشتیبانی شد. مایر مجدداً بر این امر تأکید کرد که اهمیت و نقش علوم قرون میانه از نظر مفهومی و روش‌شناسی در تأسیس علم مدرن حائز ویژگی خاصی است (ibid: 358-359).

این بحث‌ها، اگرچه از شدت آن کاسته شد، کماکان ادامه یافت با این حال، دیگر هیچ مورخ علم با تجربه و آگاهی نمی‌تواند از عقاید بسیار منفی فرانسیس بیکن، ولتر، بورکهارت، یا دیکسون وایت حمایت کند. آلیستر کرامبی (Alistaire Crombie, 1915-1996) و الکساندر کویره (Alexandre Koyre, 1892-1964)، در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، عقایدی را رد و بدل کردند؛ کرامبی ادعا کرد که «فلاسفه (قرن سیزدهم و چهاردهم) لزوم نظریه‌ای نظام‌مند درباره علم تجربی برای ایجاد انقلابی روش‌شناختی، که علوم مدرن مرهون آن هستند، را به حد کافی درک می‌کردند» (ibid: 359). کویره با انکار اهمیت روش‌شناختی در انتزاع خاستگاه‌های علوم مدرن، در حالی که این سؤال را مطرح می‌کرد، پاسخ داد که آیا، در هر صورت، روش‌شناختی‌های قرون میانه واقعاً روش‌شناختی قرن هفدهم را پیش‌بینی کرده بودند؟ (ibid). به عقیده او رنسانس علمی قرن شانزدهم نتیجه یک جهش فکری و عقلانی بود (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۴۷۶).

به هر تقدیر تاکنون، یعنی در اوایل قرن بیست و یکم، هر دو طرف امتیازاتی به دست آورده‌اند و، به رغم دعوی‌های گاه‌وبیگاه، به نظر می‌رسد که توافقی نسبی بین طرفداران دو دیدگاه برقرار شده است و طرف‌های درگیر این مباحثه (از جنبه اصولی) فرض را بر این می‌نهند که، در انتقال علم از دوره قرون میانه به دوران جدید، باید توأمان عناصری از تداوم و عدم تداوم در کار بوده باشد. اما برای یافتن این عناصر بایستی خواه‌ناخواه به دنبال زادگاه‌های معهود و معقول آن‌ها بگردیم. آدلارد بائی (Adelardus Bathoniensis)، فیلسوف و ریاضی‌دان قرن دوازدهم میلادی، در بحثی مرتبط با سهم یونانیان و عرب‌ها در عقل‌گرایی انسان‌گرایانه، در پاسخ به سؤال شخصی سنت‌گرا، به این زادگاه معهود بدین صورت اشاره دارد:

راست این‌که من از استادان عربم آموختم‌ام که عقل را راهنمای خود قرار دهم، حال آن‌که شما بدین خرسندید که، مثل یک اسیر، زنجیر یک مرجع اخلاقی را به گردن داشته باشید. مرجع، اگر زنجیر نیست، چیست؟ همچنان‌که حیوانات زبان‌بسته به زنجیر بسته‌اند و نمی‌دانند چرا و کجا می‌روند و خشنودند که به ریسمانی بسته‌اند که در امان نگه می‌داردشان، اغلب شما نیز زندانیان زودباوری حیوانی خویشید و اجازه می‌دهید که مرجعیت آن‌چه روی کاغذ آمده شما را در غل و زنجیر به سوی باورهای زیان‌بار بکشاند (لوگوف، ۱۳۷۶: ۷۱).

نگارنده، پیرو این مقدمه کوتاه، در این مقاله به تداوم برخی از عناصر علمی سنت‌های اسلامی در قرون میانه و تأثیر آن‌ها در پیدایش رنسانس علمی در مغرب‌زمین اشاره خواهد کرد.

۲. تداوم و تأثیر برخی از عناصر علمی سنت‌های اسلامی در پیدایش رنسانس علمی

۱.۲ نجوم

تأثیر عناصر نجومی و فلکی از سوی فرهنگ و سنت‌های علمی اسلامی بر نجوم غربی بسیار وسیع و گسترده است. در این شرح کوتاه غیرممکن است بتوان غنا و دستاوردهای نجوم اسلامی را وصف کرد، بنابراین، صرفاً به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

در اوایل قرون میانه، در غرب مسیحی، کسانی که به کار دایرةالمعارف‌نویسی اشتغال داشتند به مجموعه‌ای از اطلاعات جهان‌شناسی، که از منابع مختلف و متنوع گرد آورده بودند، به صورت ابتدایی اشاره کرده‌اند. آنان درباره کروییت زمین و اندازه محیط آن به بحث

پرداختند؛ کره سماوی و دویری را، که برای ترسیم آن به کار می‌بردند، توصیف کردند و بسیاری از آنان نشان دادند که درکی مختصر از حرکات ماه، خورشید، و دیگر سیارات دارند. آن‌ها ضمناً درباره ماهیت و اندازه خورشید و ماه، و نیز علل ماه‌گرفتگی و خورشیدگرفتگی، و انواع مختلف پدیده‌های جوی بحث می‌کردند. این درک و تصویر، از قرن دوازدهم به بعد، با دستیابی به مفاد و محتوای رساله تیمائوس افلاطون و نیز بر اثر تماس با کتاب‌ها و آثار ترجمه‌شده از عربی و یونانی، بسیار پر بار و غنی شد. بحث مکرر نویسندگان قرن دوازدهم مبنی بر این که «خداوند فعالیت خلاقه خود را به لحظه آفرینش محدود ساخته است» از تغییرات ناشی و منتج از این افزایش اطلاعات بود؛ به عقیده آنان، پس از آفرینش، علل طبیعی که از سوی خداوند خلق شده است سیر پدیده‌ها را هدایت می‌کند.

از قرن یازدهم میلادی به بعد بحثی هم پیرامون ماهیت محرک‌های افلاک پیش آمد؛ در گذشته ارسطو به یک سلسله محرک‌های غیرمترک اشاره کرده بود و آن‌ها را علت‌های گردش افلاک می‌دانست و فرض بر این بود که افلاک از مجموعه بسیار ساده‌ای از دویر تنگ در هم‌لانه‌کرده متحدالمرکز تشکیل شده است. ابن رشد، فیلسوف، طیب، و فقیه برجسته (قرن دوازدهم)، در اسپانیای مسلمان از این نظریه سخت دفاع کرده بود و عده‌ای از شخصیت‌های مهم در مغرب هم از پیروان و طرفداران آن بودند. اما وقتی برخی از محققان قرون میانه دست به تحقیق و تألیف درباره جهان‌شناسی زدند، با استفاده از نجوم بطلمیوسی و داخل کردن فلک خارج حامل به فلک‌های تدویر، جهان‌شناسی خود را اصلاح کردند. از قرار معلوم این کوششی بوده است برای هماهنگ‌ساختن جهان‌شناسی با نجوم سیارات. در ادامه، با مطرح شدن موضوع فلک‌های سیاره‌ای و ضخامت آن‌ها، و نیز محاسبه فاصله بین سیاره‌ها و زمین در مدل بطلمیوسی، اسباب تعیین ابعاد جهان میسر شد.

برای آغاز این محاسبه تخمین اندازه فلک وسط، یعنی فلک قمر (ماه)، لازم بود. خوشبختانه چند تن از منجمان مسلمان، از جمله فرغانی و ثابت بن قره در قرن نهم میلادی (سوم هجری) و بتانی در قرن نهم یا دهم (سوم یا چهارم هجری)، این محاسبه را، با اخذ داده‌های لازم از کتاب مجسطی بطلمیوس، با اصلاحات انجام داده بودند. در مغرب‌زمین، کامپانوس نواری (متوفی ۱۲۹۶ م) یافته خود را در این محاسبه اعلام داشت؛ وی برای شعاع سطح داخلی فلک ماه (نزدیکترین تقرب ماه به زمین) رقمی برابر ۱۰۷/۹۳۶ مایل و برای شعاع سطح بیرونی فلک ماه (دورترین فاصله ماه از زمین) رقمی برابر ۲۰۹/۱۹۸ مایل به دست آورده بود. محاسبات مشابهی برای عطارد (تیر) و زهره (ناهید) فاصله «نظری»

خورشید را معین ساخت که به‌طور تقریبی با اختلاف منظری تطبیق می‌کرد که منجمان دنیای قدیم برای خورشید محاسبه کرده بودند. ادامه محاسبات برای سیارات علیا، شعاعی برابر $747/387/73$ مایل برای شعاع بیرونی فلک زحل (کیوان) و درون فلک ستارگان به‌دست داد. این ارقام، یا رقم‌های نزدیک به آن‌ها، تا قرن شانزدهم باقی بودند. کوپرنیک توانست از این دوره‌ها برای تعیین میانگین فاصله‌های نسبی سیارات از خورشید استفاده کند و برای ارتباط میان فلک‌های تدویر و حامل سیارات سفلی توضیح عقلانی بیابد (کرومبی، ۱۳۷۳: ۲/۱۹۵).

نجوم اسلامی، از قدیم‌ترین ایام، از روایات هندی و ایرانی تأثیر گرفته بود، اما در قرن نهم میلادی (سوم هجری) مسلمانان به آثار نجومی یونانی، که مهم‌ترین آن مجسطی بطلمیوس بود، دسترسی مستقیم پیدا کردند. کتاب مجسطی در قرن نهم میلادی چندین بار ترجمه شد که آخرین و دقیق‌ترین آن به دست اسحق بن حنین در بیت‌الحکمه بغداد صورت گرفت. این سنت قدرتمند و زنده در زمینه نجوم اسلامی، که عمدتاً بر پایه اصول بطلمیوس نهاده شده بود، طی چند قرن بعد پدید آمد. عوامل اصلی انگیزنده در پشت این کوشش‌های نجومی مسائل گاه‌شناسی، وقت‌یابی، و تقویم بود. نیاز به تشخیص رابطه میان تقویم قمری و سال شمسی، پیش‌بینی آغاز ماه قمری، و تعیین اوقات نماز همه از جمله مسائل فوری و مبرمی بودند که حل آن‌ها نیاز به دانستن دقیق نجوم داشت. از دیگر انگیزه‌های مهم، در بررسی‌های نجومی، ارتباط نزدیک میان علم نجوم و علم احکام نجوم یا اخترشناسی بود که در دربارهای اسلامی از آن بسیار حمایت می‌شد. با این حال، در مغرب‌زمین، برای به‌دست‌آوردن دستاوردهای نجوم اسلامی، وقت زیادی صرف تبخّر، اصلاح کردن، و اشاعه نظریه نجومی بطلمیوسی شد. کتاب‌های درسی نجومی فرغانی و بتانی، که آثار هر دو آن‌ها بعداً به لاتینی ترجمه شد، نمونه‌های خوبی از این موفقیت در غرب لاتینی بود. بتانی، با استفاده از نکاتی که مبتنی بر اصل تصویر قائم است، روش‌های نو و دقیقی در حل مسائل مثلثات کروی ابداع کرد که بعداً رگیومونتانوس (۱۴۳۶-۱۴۷۶) در اروپا این اصل را اخذ و تکمیل کرد (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۳۶۷؛ سارتون، ۱۳۸۳: ۱/۵۵۷).

از آثار برجسته در زمینه زیج تنها ترجمه لاتینی از زیج بتانی ترجمه افلاطون تیولی، در قرن دوازدهم میلادی در دست است که متأسفانه گاهی، به سبب اشتباهات و بدفهمی‌های تیولی، استفاده‌کنندگان متن ترجمه را دچار اشتباه کرده است؛ از جمله دالامبر که در ۱۸۱۹

به این سرنوشت گرفتار شد. البته هشتاد سال بعد از دالامبر، کرلو آلفونسو نلینو، خاورشناس جوان ایتالیایی، متن کامل عربی زیج بتانی را در دو جلد منتشر کرد که نمونه‌ای است بارز در کار تحقیق و حاوی ترجمه لاتین زیج و حواشی بسیار مبسوط و عالمانه آن است؛ این ترجمه شایسته و روان درخور ستایش است (گیلیسپی، ۱۳۶۵: ۲۶۸).

با آن‌که افزارهای نجومی و زیج‌ها و جدول‌های داده‌های نجومی برای پرداختن به نجوم ریاضی لازم و ضروری بود، اما کافی نبود و به نظریه نجومی نیاز داشت. درست است که دستورهای همراه مجموعه‌ای از زیج‌های نجومی ممکن بود شمه‌ای از زمینه‌ها و مبانی نظری آن‌ها را بازگوید ولی این مقدار اطلاعات اندک، مبهم، و گیج‌کننده بود و نیاز به رساله‌هایی درباره نظریه‌های نجومی‌ای احساس می‌شد که مدل‌های ریاضی نهان در پس داده‌ها و محاسبه‌ها را به دست دهند. این نیاز از راه ترجمه، این بار ترجمه توأم آن از عربی و یونانی، برآورده شد. کتاب راهنمای مقدماتی فرغانی درباره نجوم بطلمیوسی در ۱۱۳۷ میلادی از سوی یوحنا اشیلی با عنوان *مبای علم نجوم* (در عربی *جوامع علم النجوم*) ترجمه شد. در نیمه دوم قرن دوازدهم میلادی آثار فنی نجومی بیشتری از ثابت بن قره، بطلمیوس، و دیگران در دسترس قرار گرفت. *مجسطی بطلمیوس* دو بار به لاتینی درآمد، یک بار از روی متن یونانی و بار دیگر به وسیله گراردر کرمونایی (گراردروس کرمونسیس) از روی متن عربی. متون مربوط به اخترشناسی نیز، که در همین ایام ترجمه و نوشته شد، به ایجاد علاقه‌مندی و توجه به نظریه نجومی کمک کرد. در واقع، نیاز اخترشناسان به محاسبات نجومی، هم‌دوش با ارتباط فزاینده میان اخترشناسی و پزشکی، به تبیین رشد مطالعات نجومی مدد رساند.

به هر تقدیر، مهم‌ترین متن‌های نجومی تا آخر قرن دوازدهم به زبان لاتینی در دسترس بود. تاریخ نجوم غربی از این زمان به بعد داستان مهارت روزافزون و رواج فزاینده معلومات و دانش نجومی، بالأخص در دانشگاه‌هاست. از نیازهای ضروری دانشگاه‌ها متونی درسی بود که بتواند پیچیدگی‌های نجوم بطلمیوسی را در حد فهم و توانایی دانشجویان در اختیار آن‌ها قرار دهد. البته کتابی مقدماتی همچون *علم نجوم فرغانی* می‌توانست استفاده شود اما معلمان دانشگاه‌ها، خود، به‌زودی کتاب‌هایی در این باب نوشتند. از قدیمی‌ترین و مقبول‌ترین این نوع کتاب‌ها *فلک یوهانسن* دو ساکروبووسکو (جان هالیودی) بود که در حوالی نیمه قرن سیزدهم میلادی در پاریس نوشته شد (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۳۶۲ و ۳۶۴).

بدیهی است تأثیر بتانی بر کوپرنیکوس، تا عصر نوزایی، امری آشکار است. وی در موارد بسیار، به‌خصوص مانند پویرباخ در فصولی که به مسائل حرکت خورشید و تقویم اعتدالین اختصاص دارد، از بتانی مکرر نقل می‌کند. از سوی دیگر در نوشته‌های تیکو براهه و *مجسطی نو ریچیولی* اشارات بیشتری به او و رصدهایش شده است. بتانی از ۸۷۷ میلادی به بعد رصدهایی انجام داد و زیجی از کواکب مطابق سال ۸۸۰ ترتیب داد؛ ضریب‌های نجومی مختلف را با دقت زیادی تعیین کرد، حرکت اوج خورشید را کشف کرد - بتانی را کاشف حرکت اوج خورشید نمی‌دانند - و رساله نجومی مفصلی نوشت که تا قرن شانزدهم مرجع استناد بود. این رساله حاوی خلاصه‌ای از مثلثات بود که در آن نه تنها سینوس‌ها بلکه تانژانت‌ها و کتانژانت‌ها هم به‌کرات به‌کار رفته بود (سارتون، ۱۳۸۳: ۵۷۴). گذشته از این، کپلر و گالیله نیز در نوشته‌های نخستین‌شان توجهی به رصدهای بتانی نشان داده‌اند.

طی قرن هفتم قمری (سیزدهم میلادی) اندیشه‌های ابواسحاق بطروجی، از مشایبان قرن ششم و هفتم قمری (دوازدهم و سیزدهم میلادی) و نویسنده کتاب *فی الهیئه*، در بخش بزرگی از اروپا به‌صورتی گسترده انتشار یافت؛ این انتشار تا قرن‌های نهم و دهم قمری (پانزدهم و شانزدهم میلادی) ادامه داشت. در پایان قرن دهم (شانزدهم میلادی) از سوی فردی احکامی به نام سیمون دوفار، نظریات و اندیشه‌هایی مشوش به بطروجی منسوب شد و در ادامه رگیومونتانوس کتاب کوچکی درباره اشتباهات بطروجی نوشت با این حال، برخی از خرده‌گیری‌های او ناشی از بدفهمی‌اش از نظام بطروجی بود؛ مثلاً ذکر می‌کند که بطروجی عطارد و زهره را بالای خورشید قرار داده است. به‌رغم این انتقادات، کوپرنیکوس در قرن شانزدهم میلادی، در کتاب *دوران افلاک آسمانی* و هنگام بحث درباره نظریه‌های مربوط به ترتیب قرارگرفتن سیارات سفلی، از نظام بطروجی نام برده است (گیلیسپی، ۱۳۶۵: ۲۸۳).

۲.۲ پزشکی

با آغاز حکومت عباسیان و پس از فتوحات مسلمانان، جنبش بزرگی در همه زمینه‌های علمی، از جمله علم پزشکی، آغاز شد. مانگرید لولمان در مقاله خود با عنوان «الروایة العربیة لأعمال روفس الأقسسی» در مجمعی که در دانشگاه حلب برگزار شد، می‌گوید:

اما تاریخ پزشکی علمی عربی در قرن سوم هجری با کمک و حمایت خلفا، وزرا، فرمانروایان، و ثروتمندان آغاز شد. آنان مترجمان را به ترجمه کارهای پزشکان یونانی به

عربی ترغیب کردند. کارهای جالینوس در پزشکی از حجم زیاد و محتوای غنی برخوردار بود. نخستین آگاهی‌هایی که اعراب از این میراث پزشکی به‌دست آوردند به‌وسیله ترجمه حنین بن اسحق و دستیاران و شاگردانش از کتاب‌های جالینوس تحقق یافت. علاوه بر این، کتاب‌های بقراط، دایرةالمعارف پزشکی اریباسیوس، کتاب‌های ایتوس آجدی، اسکندر طرابلسی، و پولس اجیناطی بود که در تفکر پزشکی عربی تأثیر به‌سزایی داشت (دفاع، ۱۳۸۲: ۲۰).

ترجمه آثار پزشکی یونانی از قرن دوم قمری (هشتم میلادی) آغاز شد و تا پایان قرن چهارم قمری (دهم میلادی) ادامه یافت. وقتی کار ترجمه به‌پایان رسید تقریباً همه آثار و منابع طبی یونانی به زبان عربی موجود و در دسترس بود. از جمله این آثار می‌توان از ادویه مفرد نوشته دیوسکوریدوس، بسیاری از آثار بقراط، و تقریباً تمام کتاب‌های جالینوس نام برد. عظمت شکاف میان دانشمندان اسلامی و غربی از لحاظ دسترسی به منابع و آثار طبی یونانی را می‌توان با رجوع به مجموعه آثار جالینوس روشن ساخت. از آثار جالینوس تنها دو یا سه کتاب در قرن یازدهم به زبان لاتینی ترجمه شده بود، حال آن‌که حنین بن اسحق (۱۹۳-۲۶۰ ق/ ۸۰۸-۸۷۳ م) از ۱۲۹ اثر از جالینوس، که در بغداد می‌شناخته، نام برده است. او مدعی است که از این تعداد چهار کتاب را خود شخصاً به عربی ترجمه کرده است. این نوشته‌های طبی یونانی به‌مثابه شالوده‌ای بود که سنت بلندمرتبه و استادانه طب اسلامی بر آن بنا شد. لازم است، به‌کوتاهی، به برخی از مشخصات این سنت پزشکی اشاره کنیم:

۱. سنت پزشکی اسلامی بر مبنای حذاقت و استادی کامل در آثار طبی یونانی و جذب و تحلیل بسیاری از اهداف و محتوای طب یونانی شکل گرفت؛
۲. کالبدشناسی و فیزیولوژی (خویش‌کاری‌شناسی اندام‌ها) جالینوس و نظریه‌های جالینوسی درباره تندرستی، بیماری (از جمله بیماری‌های سل)، تشخیص، و درمان در کانون اندیشه طبی که پدید آمد قرار داشت. از وجوه مهم طب جالینوسی نشان‌دادن ارتباط میان طب و فلسفه بود و این پیوستگی از ویژگی‌های مشخص اندیشه‌های پزشکی اسلامی شد؛
۳. نظریه پزشکی جالینوسی اندیشه و عمل طبی را در اسلام مقید و محدود نساخت بلکه نقش چهارچوبی را داشت که می‌بایست آن را بسط داد، اصلاح کرد، و با دیگر نظام‌های پزشکی و فلسفی تلفیق کرد؛ پزشکی در اسلام دانش و مشغله‌ای پویا بود نه ایستا؛
۴. نه تنها آثار طبی یونانی به صورت ترجمه در عالم اسلام جریان یافت، بلکه پیکره عظیمی از نوشته‌های طبی بومی نیز، که به دست پزشکان اسلامی نوشته شده بود، به‌جریان

افتاد. این ادبیات اصیل طبی اسلامی انواع و اقسام گوناگون داشت اما مهم‌ترین و برجسته‌ترین آن‌ها مجموعه‌ای از آثار دایرةالمعارف‌گونه جامع بود که بخش‌هایی عمده و به بیانی دیگر کل نظریه و رویه پزشکی را دربرداشت. سه نمونه از این آثار دانشنامه‌ای، که تأثیری عمیق بر پزشکی غربی در دوره‌های بعد داشته‌اند، عبارتند از: کتاب *المنصوری* محمدبن زکریای رازی (د ۳۱۸ ق/ ۹۳۰ م)، *طب الملکی* یا *کامل الصناعه الطیبه* علی بن عباس مجوس (د ۳۸۴ ق/ ۹۹۴ م)، و *قانون فی الطب* ابن سینا (۳۷۰-۴۲۹ ق/ ۹۸۰-۱۰۳۷ م). این کتاب‌ها همراه با ترجمه بسیاری دیگر از آثار، طی دوره متأخر قرون میانه، به تشکیل و جهت تازه‌دادن طب غربی کمک کردند (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۴۳۳).

سالرنو در جنوب ایتالیا از نخستین مراکزی بود که تحت تأثیر طب اسلامی قرار گرفت و به نظر می‌رسد از قرن دهم میلادی برخی از فرصت‌ها، برای مردان و زنان، با هدف انجام خدمات درمان‌گری و شفابخشی و نوشتن تعدادی رساله پزشکی فراهم شده بود. اما از قرن دوازدهم میلادی به بعد، ادبیاتی که در زمینه پزشکی انتشار می‌یافت صبغه نظری بیش‌تری پیدا کرد و جهت‌گیری فلسفی متون پزشکی اسلامی را، که ترجمه‌های لاتینی آن‌ها رواج یافته بود، منعکس ساخت. بسیاری از متون جدید، اعم از دارویی و جراحی، متونی تعلیمی و درسی بودند که با ظهور تعلیمات سازمان‌یافته پزشکی در سالرنو ارتباط داشتند.

دیری نگذشت که ترجمه‌های آثار پزشکی از عربی، که در قرن دوازدهم بر فعالیت‌های پزشکی سالرنو تأثیر گذاشته بود، تعلیمات و کار پزشکی در سراسر اروپا را دگرگون ساخت. قدیمی‌ترین این ترجمه‌ها کارهای قسطنطین افریقایی (۱۰۲۰-۱۰۸۷ م)، راهبی بندیکتی از دیر مونته کاسینو در جنوب ایتالیا، بود که با سالرنو ارتباط نزدیک داشت. قسطنطین، که عربی‌دانی او بدون شک با اصلیت شمال افریقایی‌اش ارتباط داشت، آثار بقراط، جالینوس، *کامل الصناعه الطیبه* علی بن عباس مجوسی، آثار طبی حنین بن اسحاق، و مآخذ دیگر را ترجمه کرد. طی صد و پنجاه سال بعد، مترجمان دیگری در جنوب ایتالیا، اسپانیا، و جاهای دیگر از او پیروی کردند و به تدریج و اندک‌اندک بسیاری از مجموعه‌های طبی یونانی - اسلامی را از عربی به لاتین ترجمه کردند. در *طلیطله*، گراردر کرمونایی (گراردروس کرموننسیس) (حدود ۱۱۱۴-۱۱۸۷ م) نه رساله از رسایل جالینوس، *طب المنصوری* رازی، که به مناسبت نام حامی و مخدوم رازی، منصور بن اسحاق، این اسم بر کتاب گذاشته شده بود، و کتاب *عظیم قانون فی الطب* ابن سینا را ترجمه کرد (لیندبرگ،

۱۳۷۷: ۴۳۶). آثار رازی، که در آن‌ها درباره بیماری‌هایی همچون آبله و سرخک بحث کرده بود، کتاب اسحق اسراییلی درباره تب‌ها، و *قانون* ابن سینا از جمله مهم‌ترین آثار برای تدریس بود (کرومبی، ۱۳۷۱، ۱/ ۲۹۵). این متون جدید بر وسعت و عمق دانش پزشکی غرب افزود و به آن جهت‌گیری فلسفی بسیار بیش‌تری، بیش از آنچه طی دوره آغازین قرون میانه داشت، بخشید.

از سوی دیگر، طبق نسخه‌ای خطی از شرح تشریح *القانون* (MS Ar.80)، کشف پیرس ابن نفیس از گردش ریوی خون - گردش صغیر - را می‌توان حداکثر در تاریخ ۶۴۰ قمری (۱۲۴۲ میلادی) دانست، یعنی سه قرن پیش از آن‌که از سوی سروتوس (۹۶۱ ق/ ۱۵۵۳ م) و کولومبو (۹۶۷ ق/ ۱۵۵۹ م) انتشار یابد. آلبرت زکی اسکندر، نویسنده مقاله «ابن نفیس»، بیان کرده است که سدیدالدین محمد بن مسعود کازرونی در ۷۵۴ قمری (۱۳۴۴ میلادی) و علی بن عبدالله زین‌العرب مصری در ۷۵۱ قمری (۱۳۵۰ میلادی)، حین شرح بر کتاب اول از کتاب *قانون*، درباره گردش کوچک خون بحث کرده‌اند؛ در ادامه، معلوم می‌شود علی بن عبدالله از کتاب‌های شرح تشریح *القانون* و شرح *القانون* ابن نفیس استفاده کرده است. این نظریه می‌تواند برای تجدید مطلع در بحث پرماجرایی قدیمی، بر سر این‌که آیا غرب لاتینی به توصیف ابن نفیس از گردش صغیر خون دسترسی داشته است یا نه، به کار آید. گفته‌اند که شاید آندرا آلاگو بلونویی (د ۹۲۷ ق/ ۱۵۲۰ م) کار ابن نفیس را شفاهاً، یا در آثاری که نوشته ولی تاکنون منتشر نشده است، نقل کرده باشد.

آلاگو حدود سی سال در خاورمیانه (و بیش‌تر در سوریه) به سر برد و طی اقامتش به جمع و ترجمه و تصحیح و تنقیح آثار اطباء مسلمان پرداخت. وی قسمتی از شرح ابن نفیس بر *قانون* را، که راجع به ادویه مرکبه بود، به لاتینی ترجمه کرد [ونیز، ۹۵۴ ق/ ۱۵۴۷ م]. آلاگو در یک بخش (fols. 24v-30r)، که عنوان لاتینی آن «*consideratio sexta de pulsibus ex libro sirasi arabico*» است، بیانات جالب‌توجهی درباره آموزه جالینوسی مربوط به قلب و سرخرگ‌ها را همراه با نقد و نظر ابن نفیس درباره آن نقل می‌کند (گیلیسپی، ۱۳۶۵: ۱۲۰). سرانجام، جملگی این رویدادها، و دستاوردهای پزشکی، صورت و محتوای تعلیمات پزشکی را در دانشگاه‌های جدیدالتأسیس مغرب‌زمین شکل داد.

۳.۲ کیمیا

از رشته‌ها و شاخه‌های علم در قرون میانه علم کیمیا بود. کیمیا هم صنعت و فنی تجربی

بود که می‌کوشید فلزهای پست را به طلا یا دیگر فلزهای گران‌بها تبدیل کند و هم علمی نظری بود که درصدد توجیه کوشش کیمیاگران و راهنمایی آنان بود.

خاستگاه‌های این علم با احتمال زیاد به یونان و شاید هم به مصر دوره هلنی‌مآبی می‌رسد. نخستین کسی که اصطلاح خیمیا (chemia)، به معنی سرزمین سیاه یعنی مصر، یا خم (khem) را به کار برد ژوسیموس از کیمیاگران گنوسی قرن سوم بود. کلمه عربی کیمیا و کلمه انگلیسی کمیستری (chemistry) از همین کلمه نشئت گرفته است (کرومبی، ۱۳۷۱: ۱۸۲/۲). در قرن هفتم میلادی، که اسکندریه به تصرف مسلمانان درآمد، عنصر جادویی در کیمیای یونانی بر جنبه عملی آن پیشی گرفته بود. کیمیای اسلامی عمدتاً از منابع یونانی گرفته شد و با ترجمه متون یونانی به عربی اسباب پدیدآمدن سنت شکوفا و متنوع کیمیای اسلامی فراهم شد. مجموعه منسوب به جابر بن حیان، که در قرن سوم و چهارم قمری (نهم و دهم میلادی) می‌زیست، در میان نوشته‌های برجسته اسلامی درباره کیمیا حائز اهمیت خاصی است. ابن ندیم در *الفهرست* به لیست بلندبالایی از آثار جابر در کیمیا و حتی در طب اشاره کرده است می‌گوید:

شیعیان جابر را از بزرگان و ابواب خود می‌شمارند و از کسانی می‌دانند که در مصاحبت [امام] جعفر الصادق علیه‌السلام و از مردم کوفه بوده است. البته گروهی از فلاسفه هم او را اهل منطق و صاحب تألیفاتی در زمینه فلسفه می‌دانند (ابن‌الندیم، ۱۳۶۲: ۶۳۶).

او به طور مفصل به آثار و تحقیقات رازی از «فهرست خود وی» اشاره کرده است. بدیهی است این فهرست علاوه بر کتاب‌های کیمیا به طب و سایر زمینه‌های کارهای رازی نیز پرداخته است که از جمله این آثار برجسته می‌توان *سرالاسرار* را نام برد. مجموعه این آثار کیمیایی از ابتدای نیمه قرن دوازدهم میلادی به لاتین ترجمه شد و سنت پرشور و توانمند کیمیای لاتینی را پی‌ریزی کرد. اعتقاد به حقیقت نظریه کیمیایی و اعتبار هدف‌ها و اغراض کیمیاییان کاملاً گسترده و شایع بود اما عمومیت نداشت.

از لحاظ شیمی عملی نیز نوشته‌های عربی منسوب به جابر مشتمل بر توصیف فرایندهایی همچون تقطیر و استفاده از منابع حرارتی از قبیل حمام شنی و آبی، تبلور، تکلیس (calcination)، انحلال، تصعید، احیا، و کاربردهای عملی، همچون ساختن فولاد و رنگ‌ها، ورنی‌ها، و رنگ‌های مخصوص موی سر است.

با اسباب‌های تقطیر مواد دیگری، به غیر از الکل، نیز فراهم می‌کردند. قدیمی‌ترین گزارش درباره تهیه کردن اسید نیتریک (جوهر شوره) و اسید سولفوریک (جوهر گوگرد)

در کتابی لاتینی متعلق به قرن سیزدهم میلادی به نام *پژوهش‌های کامل* آمده است که آن را به جبر، صورت لاتینی شده نام جابر، نسبت داده‌اند و احتمالاً بر رساله‌های عربی همراه با ملحقات لاتینی مبتنی بوده است. اصلاحات دیگری نیز در یک رسالهٔ کیمیایی لاتینی منسوب به جبر معروف به *مجموعه کامل احصاء شده* آورده شده است که آن هم اصل عربی دارد ولی ملحقات لاتینی به آن افزوده شده است. با این حال، در تنها جایی که مسلمانان و یونانیان نتوانستند گام بردارند روش‌های سردکردن انبیب به گونه‌ای بود که تغلیظ مواد فرار همچون الكل امکان‌پذیر شود؛ این کار ظاهراً سهم مغرب‌زمین بوده است (کرومبی، ۱۳۷۱: ۱/۱۸۸).

ساختار کتاب *سرال‌سرار* شباهت زیادی به متن *آکمبا*، کتاب آموزشی برای شیمی، دارد که آندراس لیباویوس آلمانی (د ۱۵۹۷ م) آن را تألیف کرد. ویلیام نیومن و همکارش در پژوهش‌های قرن اخیر، در زمینهٔ طبقه‌بندی مواد شیمیایی، پیوستگی‌ها و همانندی‌هایی بین شیمی آزمایشگاهی قرن هفدهم و نوشته‌های *سرال‌سرار* رازی و دیگر دانشمندان مسلمان، مانند بوعلی سینا، پیدا کرده‌اند. بنابراین، تعیین ارتباط بین عناصر کیمیایی اسلامی و علم شیمی در آغاز رنسانس علمی، و دقت نظر در این دقایق و ظرایف، همت و بررسی مجددی را می‌طلبد.

۴.۲ ریاضیات

دربارهٔ خاستگاه ریاضیات و سرچشمه‌های آن حرف و حدیث بسیار است. تالس (د ۵۴۰ پم) را بنیان‌گذار افسانه‌ای ریاضیات یونانی می‌دانند و فیثاغورس (حدود ۵۰۰ پم) را از نخستین و بزرگ‌ترین ریاضی‌دانانی تلقی می‌کنند که به مصر و بین‌النهرین سفرهای زیادی کرده و ریاضیات را از این مناطق فراگرفته است. مصر برای ارسطو مهد ریاضیات بود. معلم او، اودکسوس، از برجسته‌ترین ریاضی‌دانانی بود که ریاضیات را، پیش از تعلیم در یونان، در مصر آموزش دیده بود. برخی منابع بر آن هستند که فیثاغورس در طلب معارف گوناگون به هند سفر کرده بود. از سوی دیگر اسناد باستان‌شناسی از وجود ریاضیات در سطوح عالی در مصر و بین‌النهرین (بابل) حکایت می‌کند.

نادیده‌گرفتن تأثیر ریاضیات اسلامی در شکل‌گیری فرهنگ و تاریخ تفکر اروپا از دیگر نقص‌های جدی بینش کلاسیک است. نظم‌بخشیدن به فن اندازه‌گیری، از پیدایش آن در مصر تا تکاملش از سوی اسکندرانیان و پدیدآمدن ابزار مهم محاسبه در هند، و پیوند دادن

آن با زبان سامان‌مند و منطقی محاسبه، که با نام عربی «جبر» شناخته شد، جملگی مرهون دستاوردهای علمی در تمدن اسلامی است.

موریس کلاین، استاد دانشکده علم و هنر واشینگتن اسکویئر دانشگاه نیویورک، در اثر ارزشمند خود به نام *نقش ریاضیات در فرهنگ غرب* درباره تأثیر ریاضیات ملل گوناگون، از جمله مسلمانان، بر اروپا چنین اظهار می‌دارد:

در هیچ‌یک از تمدن‌هایی که بر تمدن کنونی ما تأثیرگذار بودند حد دانش ریاضی پایین‌تر از اروپای قرون میانه نبود، به طوری که از سال ۵۰۰ م تا ۱۴۰۰ م هیچ ریاضی‌دان نام‌آوری در سراسر عالم مسیحی ظهور نکرد. پیشرفت‌هایی که در این دوره حاصل شد مدیون هندیان و اعراب [مسلمانان] بود. دستاوردهای هندیان را مسلمانان کسب و به اروپاییان منتقل کردند. اما این ایده‌ها تا قرن هفدهم به درون پیکره دانش ریاضی راه نیافت. اما از اواخر قرون میانه عقل و استدلال رفته‌رفته جای جدی، به‌منزله پشتوانه اصلی الهیات مسیحی، پیدا کرد. مسبب این امر جنبش ترجمه متون ریاضی از عربی به لاتینی بود که از پیش از یونانی به عربی برگردانده شده بود (کلاین، ۱۳۸۸: ۱۰۸).

ابن‌الندیم در *الفهرست* به اشتغال خوارزمی به کار ریاضیات به صورت لاینقطع در بیت‌الحکمه مأمون اشاره می‌کند (ابن‌الندیم، ۱۳۶۶: ۴۹۳). او دو کتاب برجسته تألیف کرد که در پیشرفت ریاضیات تاکنون اثر قطعی داشته است؛ یکی از آن‌ها، که متن عربی آن در دست است، *حساب الجبر و المقابله* نام دارد. این اثر در قرن دوازدهم میلادی با عنوان *(Liber Algebrae et Almucabola)* به لاتین ترجمه شد و به این ترتیب نام خود را به بخش مهمی از ریاضیات بخشید. خوارزمی کتاب دومی به نام *حساب الهند* هم تألیف کرد که تنها ترجمه لاتینی آن *(Algorithmi de Munero Indorum)* در دست است. او در این کتاب دستگاه عددشماری هندی را توصیف کرده است. به‌رغم این‌که خوارزمی کوشید تا منشأ هندی این دستگاه عددشماری را نشان دهد ولی، در ترجمه‌های بعدی کتاب، نه تنها کتاب بلکه اعداد را هم به مؤلف نسبت دادند. از این‌رو، در تحریفی از خوارزمی، هر طرحی که این اعداد را در اروپا به کار می‌برد به الگوریسم و بعدها به الگوریتم موسوم شد و خود عددها را هم عدد عربی نامیدند (گورگیس، ۱۳۸۵: ۲۲).

از مهم‌ترین و مؤثرترین متن‌های ریاضی در اروپای قرون میانه کتاب *حساب ارقام* فیونانچی (۱۱۷۰-۱۲۵۰ م) است که در شمال آفریقا و هنگام مأموریت پدرش در گمرک با ارقام هندی، که از سوی معلمان مسلمان به او تعلیم داده می‌شد، آشنا شد. وی در سفرهای بعدی‌اش در همین مناطق با انواع دستگاه‌های محاسباتی آشنایی بیشتر یافت. از

سوی دیگر، با سفر پاپ سیلوستر دوم (Gerbert of Aurillac) در حدود قرن یازدهم میلادی به کوه‌های پیرنه، که با هدف قُرب با جهان اسلام و به منظور استادی‌یافتن در متون ریاضی انجام شد، نتایج گوناگونی از جمله دستیابی به تعدادی آثار ریاضی هم‌چون *de astrolabia* حاصل آمد که نشان‌دهنده تأثیر مسلمانان بر آثار و سیر عناصر ریاضی در غرب مسیحی است (Gillipsie, 1981: 365-366).

یک نسل بعد، ابوکامل شجاع بن اسلم (۲۳۶-۳۱۸ ق/ ۸۵۰-۹۳۰ م) کتاب *فی الجبر و المقابله* را نوشت که بر اساس کار خوارزمی ولی کامل‌تر بود. تغییر بعدی حاصل تأثیر شرح بوزجانی بر *حساب دیوفانتوس* بود که روش او برای حل معادلات معین و نامعین را معرفی می‌کرد. سپس در ۴۰۰ قمری (۱۰۰۹ میلادی) ابوبکر کرجی، در کتاب *الفخری فی صناعه الجبر و المقابله*، معادلات نامعین سه مجهولی درجه دو و سه را با روش‌هایی حل می‌کند که آشکارا تأثیر دیوفانتوس را نشان می‌دهد (گورگیس، ۱۳۸۵: ۵۱۰). سرانجام، این مجموعه به دست رابرت چیستری و ژرار کرمونیایی در قرن دوازدهم میلادی ترجمه شد و به اروپا راه یافت؛ فیوناتچی با دنبال کردن نمونه‌های پیشین در بیان مسئله‌ها سبکی نظری در پیش گرفت و مسئله‌ها را با بهره‌گیری از جبر حل کرد و برای توجیه جواب‌های برهان هندی به کار برد. در اروپا، کتاب *حساب*، در سایه اعتبار فیوناتچی، بقایای سبک‌های اسلامی را هم حفظ کرد. سرانجام متن‌های کاربردی در قرن پانزدهم میلادی جایشان را به متن‌هایی نظری‌تر دادند. از نخستین نمونه‌های روش جدید گزیده لوکاپانچولی (۱۴۹۴ م) بود که با هدف ترکیب افکار و روش‌های کتاب *حساب فیوناتچی* و با اقتباس از بخش‌های نظری آناری از *اصول اقلیدس* تألیف شد (گورگیس، ۱۳۸۵: ۵۱۱). اگرچه برهان‌های خوارزمی، در خصوص فرمول‌های جبری مختلف برای راه‌حل‌ها، مبتنی بر اندیشه تساوی مساحت‌ها و ملهم از اصول اقلیدس است، با این حال، آثار وی مطالعات ریاضی را برای همیشه متحول کرد (گوتاس، ۱۳۸۱: ۱۶۳).

به‌هر تقدیر، این نهضت علمی در زمینه ریاضی، با ترکیب و تلفیق با علم فیزیک، تا آغاز رنسانس علمی آمیزه کم‌نظیری در عرصه نورشناسی به غرب مسیحی ارائه کرد.

۵.۲ فیزیک

از پدیده‌های علمی بسیار مهم در جهان تحت فلک قمر، که در ساحت دستاوردهای علمی اسلامی حائز اهمیت خاصی است و نقشی جدی و تأثیرگذار در زمینه فیزیک مغرب‌زمین

داشته، علم نورشناسی یا المناظر است. این علم دامنه بسیار وسیعی دارد و به جهت مختلف با علوم گوناگونی، چون ریاضیات، فیزیک، جهان‌شناسی، الهیات، روان‌شناسی، معرفت‌شناسی، پزشکی، و زیست‌شناسی وابسته است. با آغاز نهضت علمی و ترجمه در جهان اسلام، مجموعه‌ای از اندیشه یونانی درباره نور و رؤیت، که در آثار ارسطو و اقلیدس و بطلمیوس سلطه استواری داشت، به زبان عربی ترجمه شد و سنتی بنیادین در مطالعات نورشناسی بین دانشمندان مسلمان پدید آورد. موفقیت تحسین برانگیز متفکران اسلامی در این زمینه (نورشناسی) تلفیق استادانه آمیزش و ترکیب این سنت‌های پراکنده و ناسازگار یونانی به صورت نظریه‌ای جامع و واحد بود.

از گذشته‌های دور، درباره ادراک بصری و رؤیت، بین فیلسوفان و متفکران یونانی دو نگرش نسبتاً محدود مطرح بود. مثلاً ارسطو، تقریباً به صورت انحصاری، توجه خود را به طبیعت فیزیکی نور و سازوکارهای فیزیکی تماس ادراک بصری میان شیء مورد رؤیت و چشم ناظر معطوف داشته بود و تجزیه و تحلیل ریاضی، کالبدشناسی، و عوامل فیزیولوژیایی جایگاه مهمی در نظریه او نداشتند. وی به خصوص استدلال می‌کرد که شیء مرئی استحاله‌ای در ماده شفاف واسط یا ملاء به وجود می‌آورد و ملاء بلافاصله این استحاله را به چشم ناظر، که با آن در تماس است، منتقل می‌سازد تا احساس «دیدن» پدید آید. این نظریه به نظریه «دخولی» معروف است و به سبب این‌که که عامل رؤیت از شیء مرئی به چشم می‌رسد به این نام خوانده می‌شود. برخی مانند اقلیدس به مسئله نورشناسی صرفاً از جنبه ریاضی توجه داشتند؛ به موجب نظریه رؤیت اقلیدس پرتویی از چشم به صورت یک مخروط صادر می‌شود و ادراک بصری وقتی رخ می‌دهد که شعاع‌های درون این مخروط به شیئی مات برخورد می‌کند. بر مبنای این نظریه پرتوها از چشم صادر می‌شوند از این‌رو، این نظریه را «صدوری» می‌نامند. اما رؤیت ضلع سومی نیز داشت و آن کالبدشناسی و تشریح چشم و فیزیولوژی اندام‌های رؤیت بود. جالینوس نشان داد که درکی استوار از مسائل ریاضی و علمی مربوط به نظریه رؤیت دارد ولی سهم اصلی به این مبحث را از راه تجزیه و تحلیل کالبدشناسی چشم و تعیین نقش اندام‌های مختلف، که در فرایند رؤیت مسیر بصری را به وجود می‌آوردند، ادا کرد (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۴۱۴).

اما سهم دانشمندان اسلامی چه بود؟ همان‌گونه که پیش از این ذکر شد، ارائه تلفیقی عالمانه از این نظریه‌های پراکنده و متفرق یونانی. معمار اصلی این ترکیب و تلفیق

برجسته ابوعلی حسن ابن هیثم (Alhazen) ریاضی‌دان و فیلسوف طبیعی نامدار (حدود ۳۵۴-۴۳۰ ق/ ۹۶۵-۱۰۴۰ م) بود.

در این جا شایسته است به جایگاه برجسته علمی و دقایق و ظرایف کار نافذ این دانشمند مسلمان در مغرب‌زمین اشاره شود. نخست آن‌که او نظریهٔ صدوری را، با یک رشته براهین محکم، به کلی ویران کرد؛ وی توجه را به این نکته جلب کرد که اشیای تابناک می‌توانند به چشم صدمه بزنند و بر پایهٔ این امر که ماهیت صدمه اقتضای آن دارد که از خارج وارد آید نظریهٔ صدوری را به‌چالش کشید. در ادامه، استدلال کرد که وقتی ما به آسمان‌ها می‌نگریم چگونه امکان دارد که چشم منبع صدور ماده‌ای باشد که همهٔ فضا را تا فلک ستارگان ثابت پر کند. ابن هیثم پس از آن‌که نظریهٔ صدوری را این‌گونه رد کرد، به روایت جدیدی از نظریهٔ دخولی پرداخت و از آن دفاع کرد. وی در این نظریهٔ جدید، با اتخاذ نظریهٔ مخروطی صدوریان، راه را برای ورود قدرتمندانهٔ ریاضی باز کرد. از سوی دیگر، با تلفیق عنصر فیزیکی نظریهٔ دخولی، به‌نحو شایسته‌ای از مزایای هر دو نظریه (صدوری و دخولی) بهره‌مند شد. ابن هیثم با اخذ مفهوم جدیدی از تشعشع، از ابداعات فیلسوف مسلمان ابویعقوب اسحق کندی (د ۲۵۲ ق/ ۸۶۶ م) که تا پیش از ابن هیثم از سوی هیچ‌یک از محققان در این زمینه توجهی به نقش آن (تشعشع) نشده بود، و در ادامه با افزودن اندیشه‌های کالبدشناسی و فیزیولوژیایی سنت جالینوس بر نظریهٔ خویش، نظریه‌ای واحد و جامع دربارهٔ رؤیت عرضه کرد که پاسخ‌گوی معیارهای سه‌گانهٔ ریاضی، فیزیکی، و کالبدشناسی بود (سارتون، ۱۳۸۳: ۷۰۴؛ لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۴۱۴).

کتاب *المناظر* (نورشناسی) ابن هیثم، پس از آن‌که در اواخر قرن دوازدهم یا اوایل قرن سیزدهم به لاتین ترجمه شد، تأثیری شدید بر نورشناسی غربی گذاشت. با این حال، کتاب *المناظر* تنها منبع و سرچشمهٔ تأثیر نبود؛ تیمائوس افلاطون از مدت‌ها پیش در دسترس بود. تیمائوس نه تنها موضوع رؤیت را مطرح کرده بود بلکه انگیزه‌ای نیز برای پدیدآمدن سستی اساسی در اندیشهٔ نورشناسی نوافلاطونی به‌وجود آورده بود. آثار اقلیدس، بطلمیوس، و کندی در نورشناسی، که در نیمهٔ دوم قرن دوازدهم میلادی ترجمه گشت، امید رهیافتی ریاضی به نورشناسی، به هنگامی که هنوز کتاب *المناظر* ابن هیثم در دسترس قرار نگرفته بود، را در دل‌ها زنده کرد. نوشته‌های ارسطو، ابن سینا، و ابن رشد با قاطعیت نشان دادند که مسائل واقعی در نورشناسی نه صرفاً مسائل ریاضی بلکه عوامل فیزیکی و روان‌شناسی را نیز شامل می‌شوند؛ منابع گوناگون دیگر، از جمله اثر کوچکی از حنین بن اسحاق، محتوا و

مفاد تشریحی و وظایف الاعضایی سنت جالینوسی را به غرب منتقل ساختند. دانشمندان غربی، مانند بسیاری دیگر از زمینه‌های علم، ناگهان خویشتن را در پیکره‌ای شگفت‌انگیز از دانش جدید مستغرق یافتند، پیکره‌ای از دانش که نه تنها ساده و آسان نبود بلکه پیچیده و مغلق و حاوی اندیشه‌ها و گرایش‌های متغایر و ضدونقیض بود. مسئله‌ای که دانشمندان غربی با آن مواجه بودند آشتی دادن، هماهنگ‌ساختن، و از سر نو پرداختن این میراث فکری حیرت‌بخش به صورت فلسفه‌ای واحد، پیوسته، و منسجم از طبیعت بود.

از نخستین کسانی که چنین کوششی را آغاز کردند دو دانشمند ممتاز آکسفوردی را می‌توان نام برد؛ رابرت گروستست (Robert Grosseteste) در سال‌های ۱۲۲۰ و ۱۲۳۰ میلادی و راجر بیکن (Roger Bacon) در سال‌های ۱۲۶۰ میلادی. گروستست (حدود ۱۱۶۸-۱۲۵۳ م) به علت اطلاع ناقص از منابع و مآخذ نورشناسی، که در بالا از آن‌ها یاد شد، دستش بسته بود و نوشته‌های نورشناسی او عمدتاً به منزله آثار الهامی ارزشمند است. با این حال، این راجر بیکن (حدود ۱۲۲۰-حدود ۱۲۹۲ م) بود که، با الهام گرفتن از آثار گروستست و با مزیت احاطه کامل داشتن بر ادبیات نورشناسی یونانی قدیم و به‌خصوص آثار اسلامی قرون میانه، مسیر آینده علم نورشناسی را معین ساخت.

بیکن طرح وسیع نظریه نورشناسی را، به‌صورتی که ابن‌هیثم پرداخته بود، دنبال کرد و نظریه دخولی ابن‌هیثم درباره رؤیت را با تمام جزئیات آن پذیرفت. وی سخت تحت‌تأثیر تجزیه و تحلیل موفقیت‌آمیز ریاضی ابن‌هیثم از نور و رؤیت قرار گرفت و در آثار خود، به‌نحوی مؤثر، امیدبخشی رهیافت ریاضی را به نسل‌های آینده منتقل ساخت. اما بیکن، مانند بسیاری از مردان نسل خود، اعتقاد یافته بود که همه نویسندگان قدیمی یونانی و اسلامی با یک‌دیگر توافق بنیادی داشته‌اند؛ بنابراین، خود را متعهد آن ساخت که نشان دهد همه (یا تقریباً همه) کسانی که درباره نور و رؤیت نوشته‌اند دارای یک ذهن و یک فکر بوده‌اند. معنای چنین عقیده‌ای آن بود که وی می‌بایست تعالیم گروهی متباین، هم‌چون ارسطو، اقلیدس، ابن‌هیثم، و دانشمندان نوافلاطونی، درباره نورشناسی را با هم آشتی دهد. وی این کار را با مهارت دنبال کرد اما تنها کسی نبود که در نیمه دوم قرن سیزدهم به مسائل نورشناسی پرداخت؛ با این حال، در نتیجه تأثیر و نفوذ فراوان او و دو تن از معاصران جوان‌ترش، جان پچام (د حدود ۱۲۹۲ م)، یک انگلیسی از فرقه فرانسیسی و دانشمندی لهستانی به نام ویتلو (د پس از ۱۲۸۱ م) که به دربار پاپ وابسته بود، نظریه‌های نورشناسی ابن‌هیثم، از جمله رهیافت ترکیبی فیزیکی - ریاضی، وظایف‌الاعضایی وی، به صورت

اندیشه مسلط غربی تثبیت شد. هنگامی که نظریه‌های نور و رؤیت در فلسفه طبیعی قرن چهاردهم مطرح می‌شد، چنان‌که اغلب در بحث‌های معرفت‌شناسی مطرح می‌گشت، تقریباً همیشه مذهب سنت ابن‌هشیم و بیکن را بر پیشانی داشت. زمانی که یوهانس کپلر در سال ۱۶۰۰ شروع به اندیشیدن درباره نظریه رؤیت کرد، کوشش‌هایی که سرانجام منجر به ابداع نظریه تصویر شبکیه‌ای او شد، مسئله را از آن‌جایی دنبال کرد که بیکن، پچام، و ویتلو رها کرده بودند (لیندبرگ، ۱۳۷۷: ۴۲۲، ۴۸۹).

به‌هر تقدیر، نورشناسی یا علم مناظر، به‌خصوص جنبه‌های هندسی‌تر آن، از دیگر علمی است که پیوستگی، تداوم، و تأثیر فوق‌العاده‌ای را میان قرون میانه و آغاز دوران جدید برملا می‌سازد. همان‌گونه که اشاره شد، نظریه کپلر درباره تصویر شبکیه‌ای (یعنی این دعوی که تصویر معکوسی که روی زمینه بینایی در ته چشم می‌افتد علت رؤیت است) دستاورد و موفقیتی درخشان و نوآوری مهمی در نظریه رؤیت و بینایی بود. اما از این امر نمی‌توان نتیجه گرفت که نظریه تصویر شبکیه‌ای یک نظریه انقلابی بوده است، زیرا آن نظریه جواب مسئله‌ای کهن بود و تماماً در چهارچوب مفهومی و تصویری سنت‌های علمی اسلامی قرون میانه پرداخته شد و در تحصیل آن هیچ‌یک از اصول اساسی نورشناسی رد نشد، بلکه با جدی گرفتن آن اصول بود که کپلر به چنان موفقیتی نایل آمد.

۱.۵.۲ انتقال و تأثیر المناظر

تا آن‌جا که می‌دانیم، از میان همه آثار نورشناختی ابن‌هشیم، فقط المناظر و مقاله فی المرایا المحرقه بالقطوع در قرون وسطی به لاتین ترجمه شده و مترجم رساله اخیر شاید گِرارد کرمونایی بوده است. شایان توجه است که کتاب المناظر، پس از نوشته شدن در قرن پنجم قمری (یازدهم میلادی) در عالم اسلام به فراموشی سپرده شد تا این‌که کمال‌الدین فارسی دانشمند ایرانی، در آغاز قرن هشتم قمری (چهاردهم میلادی) شرح عظیم و نقادانه خود بر کتاب المناظر - تنقیح المناظر - را به توصیه استادش قطب‌الدین شیرازی نوشت.

در این میان المناظر در غرب زندگی تازه‌ای آغاز کرده بود و ترجمه لاتین آن را، که *De Aspectibus* یا *Perspectiva* نام داشت و در اواخر قرن دوازدهم یا اوایل قرن سیزدهم میلادی انجام شده بود، بسیار می‌خواندند و با شور و شوق در آن تحقیق می‌کردند. از میان نسخه‌های خطی شناخته‌شده این ترجمه، که تعدادشان بالغ بر نوزده نسخه است، کهن‌ترین متعلق به قرن سیزدهم میلادی است، اما معلوم نیست که چه کسی و در کجا این کتاب را ترجمه کرده است. متن لاتین را فردریک ریزنر (Frederick Risner) در سال ۱۵۷۲ م و در

کتابی با عنوان گنجینه نورشناختی (*Opticae thesaurus*)، که مناظر (*Perspectiva*) (نورشناخت) ویتلو را هم دربرداشت، منتشر کرد. متن ریزنر و نسخه‌های لاتینی که نویسنده این مقاله بررسی کرده است همگی فاقد سه فصل نخست از مقاله اول هستند که حجم آن در نسخه شماره ۳۲۱۲ کتابخانه فاتح بالغ بر ۱۳۲ صفحه است و هر صفحه حدود ۱۳۰ کلمه دارد. ترجمه لاتین *المناظر* در مجموع ترجمه‌ای است تحت‌اللفظی و معایب و محاسن این نوع ترجمه را با هم داراست. با این حال، در بسیاری از موارد به نقل معنی متن عربی اکتفا کرده و گاه عباراتی را کلاً از قلم انداخته است. برای آن‌که ارزیابی کامل و درستی از این ترجمه بشود باید تحقیقی جامع و انتقادی در همه نسخه‌های خطی آن انجام بگیرد. با این همه، شک نیست که از طریق این ترجمه لاتین جان کلام نظریه ابن‌هیثم تا اندازه زیادی به دست فیلسوفان قرون وسطی و رنسانس و قرن هفدهم اروپا رسید. مناظر روجر بیکن پر است از اشاراتی به «الهازن» (*Alhazen*) یا «مؤلف المناظر» (*Auctor Perspectivae*) و پچام نورشناسی عمومی خود را به صورت تلخیصی از *المناظر* ابن‌هیثم نوشته است. محققان بارها اشاره کرده‌اند که ویتلو در نورشناسی در ده کتاب خود سخت مدیون هفت کتاب ابن‌هیثم است و ارجاعات متقابل، که ریزنر در چاپ خود از این دو کتاب به دست داده است، قرینه‌ای کافی بر این امر است. با این حال، دین واقعی ویتلو به ابن‌هیثم و سهم خود او هنوز کاملاً تعیین نشده است.

تأثیر *المناظر* ابن‌هیثم به آثار این نویسندگان قرن سیزدهمی منحصر نمی‌شود؛ شواهدی در دست است که فیلسوفان قرن چهاردهم میلادی این کتاب را مستقیماً می‌خوانده‌اند و لورنزو جیبرتینی آن را در همان دوران به ایتالیایی ترجمه کرده بوده است. چاپ ریزنر باعث شد که این کتاب در اختیار ریاضی‌دانانی چون کیپلر، اسنل (*Snell*)، بیکنمن (*Beekman*)، فرما، هاریو (*Harriot*)، و دکارت قرار گیرد. در واقع در قرون شانزدهم و هفدهم میلادی بود که ماهیت ریاضی *المناظر* به خوبی شناخته شد (گیلیسپی، ۱۳۶۵: ۱۴۸).

۳. نتیجه‌گیری

بررسی دامنه تداوم عناصر علمی سنت‌های اسلامی و نفوذ و تأثیر آن‌ها در رنسانس علمی مغرب‌زمین در یک مقاله و حتی چند کتاب هم نمی‌گنجد. بدیهی است وسعت و گستره علوم اسلامی محدود به عناصری نیست که در این مقاله بدان‌ها اشاره شد و موضوع حرکت، فلسفه و فلسفه طبیعی، گیاه‌شناسی، و ده‌ها علم دیگر را نیز شامل می‌شود. بنابراین،

آوردن آن‌ها در این‌جا مقاله را از حدود متعارف آن دور می‌کند؛ مثلاً بحث درباره اندیشه زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی خود فصلی بسیار مهم در تاریخ علم اسلامی است. اگرچه اندیشمندان برجسته‌ای چون خواجه نصیر، قطب‌الدین شیرازی، عمر کاتبی، بطروجی، و ... تا آستانه نظریه خورشیدمرکزی پیش رفتند اما مجدداً به نظام بطلمیوسی بازگشتند؛ ولی همین شهامت آنان در آن مقطع خاص قابل تقدیر است.

به‌هرحال، از اواخر سده شانزدهم، نجوم کپرنیکی، به‌رغم حفظ برخی اصول نجوم بطلمیوسی، با آفرینش اثر برجسته‌ای با عنوان *درباره گردش افلاک* و نیز موفقیت‌های حیرت‌بخش و اثر برجسته و سالیوس (Vesalius)، پزشکی بلژیکی که به ساختار بدن انسان می‌پرداخت، بینش و نگاه نوینی را در تفکر به عالم و آدم مطرح ساخت؛ دیدگاهی که آغاز تحول عظیم علمی در جهان را نوید می‌داد؛ دورانی که علم نوین قرن شانزدهم و هفدهم، که در برخی از جنبه‌های مابعدالطبیعی و روش‌شناسی به‌کلی جدید و نو بود، بخش‌های بی‌شماری از دستاوردهای علمی قرون میانه، و به‌ویژه علوم اسلامی را، عالمانه و با اعمال تغییراتی در شکل و هیئت، با هدف سازگاری با چهارچوب و بافت جدید، جزء خود کرد.

بعضی از تاریخ‌نگارانی که به قرون میانه اروپا و به تاریخ علم این سده‌ها اشتغال دارند، معمولاً به برخی از اندیشمندان آن دوران مانند بوئیوس، کاسیودروس، ایزیدور اشبیلی، بید محترم، و نیز هم‌مسلمانان آنان اشاره می‌کنند تا از آموزه‌های آنان نتیجه بگیرند که عصر باستان مستقیماً به جریان تاریخ و علم و فرهنگ اروپا پیوسته است. آنان هیچ جایگاه و سهمی برای قرون میانه، به‌خصوص تمدن اسلامی، قائل نیستند، در حالی که غرب لاتین، بر اثر تماس و ارتباط با جهان اسلام، مساعی خود را، طی فرایندی استادانه، صرف انتقال ساخته‌پرداخته‌ها و دستاوردهای علم اسلامی کرد.

تمدن اسلامی، حداقل از قرن دوم تا هفتم قمری (هشتم تا سیزدهم میلادی) در همه زمینه‌های علمی عملاً رهبری دنیای آن روزگار را بر عهده داشت. دانشمندان مسلمان و همکاران اندیشمند غیر مسلمان آنان، در کنار هم، نخستین جامعه حقیقی و واقعی علمی بین‌المللی را تأسیس کردند که پس از هزار سال سراسر مستملکات اسکندر در آسیا، شمال آفریقا، و تمام اسپانیا را دربرمی‌گرفت. حال چرا این امر از دید برخی از مورخان علم مغفول واقع شده است؟ بخشی از آن متأسفانه ناشی از تنگ‌نظری آنان است، ولی عمدتاً به دلیل انتشار آثار و نسخ خطی بسیار اندکی از متن‌های علمی اسلامی است که تاکنون مورد

بررسی قرار نگرفته و بیش تر به متون کلاسیک توجه شده است. این گونه پیشگامی آنان در ظهور رنسانس علمی اروپا به دست فراموشی سپرده شده است (مک کلین، ۱۳۸۷: ۱۵۷). سخن را کوتاه می‌کنم و با کمال احترام تقاضا دارم تا به این نکته عنایت داشته باشیم که اگر عزم آن داریم که به درستی چگونگی رنسانس علمی و ظهور علم جدید را بررسی کنیم، شایسته است به درک و فهم این نکته توجه داشته باشیم که دوران قبل بود که، با تمام فراز و فرود و اشتباهات و جزم‌اندیش‌هایش، دوران بعد را شکل داد. پس نمی‌توانیم به آن بی‌اعتنا باشیم و بهای لازم را به آن ندهیم.

منابع

- ابن الندیم. محمد بن اسحق (۱۳۶۶). *کتاب الفهرست*، ترجمه و تحقیق محمدرضا تجدد، تهران: امیرکبیر.
- دفاع. علی عبدالله (۱۳۸۲). *پژشکان برجسته در عصر تمدن اسلامی*، ترجمه علی احمدی بهنام، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- روزنتال. فرانتز (۱۳۸۵). *میراث کلاسیک اسلام*، ترجمه علیرضا پلاسید، تهران: طهوری.
- سارتون، جورج (۱۳۸۳). *مقدمه بر تاریخ علم*، ترجمه غلامحسین صدری افشار، ج ۱ و ۲، تهران: علمی و فرهنگی.
- کرومی، آ. سی. (۱۳۷۳). *از آوگوستین تا گالیله*، ترجمه احمد آرام، ج ۱ و ۲، تهران: سمت.
- کلین، موریس (۱۳۸۸). *تقش ریاضیات در فرهنگ غرب*، ترجمه محمد دانش، تهران: علمی و فرهنگی.
- گورگیس، جورج (۱۳۸۵). *ریشه‌های غیر اروپایی ریاضیات*، ترجمه غلامحسین صدری افشار، تهران: علمی و فرهنگی.
- گیلیسپی، چارلز کولستون (۱۳۶۵). *زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی*، ترجمه احمد آرام و احمد بیرشک و جمعی از مترجمان، زیر نظر حسین معصومی همدانی، تهران: علمی و فرهنگی.
- لوگوف. ژاک (۱۳۷۶). *روشنفکران قرون وسطی*، ترجمه حسن افشار، تهران: مرکز.
- لیندبرگ، دیوید سی. (۱۳۷۷). *سراغ‌های علم در غرب*، ترجمه فریدون بدره‌ای، تهران: علمی و فرهنگی.
- مک‌کلین. جیمز (۱۳۸۷). *تاریخ علم و فناوری*، ترجمه عبدالحسین آذرنگ و نگار نادری، تهران: سخن.

Gillipsie, Charles Coulston (1981). *Dictionary of Scientific Biography*, New York: Charles Scribner's Sons.

Lindberg, David. C. (2007). *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, Prehistory to A. D. 1450*, 2th ed, Chicago: The University of Chicago.

