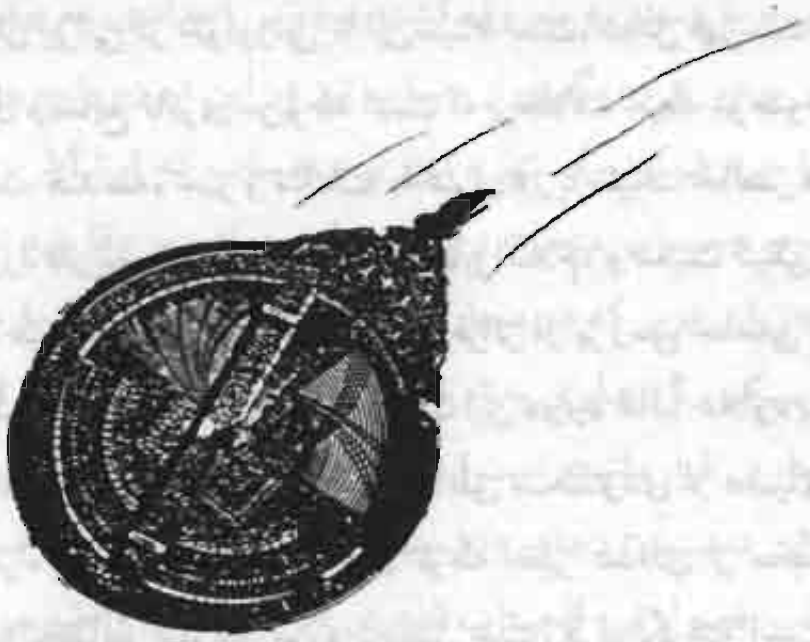

علوم ریاضی و دستاوردهای مسلمانان

دکتر الهه خیراندیش
پژوهشکدهٔ تاریخ و فلسفهٔ علوم

ریاضیات جهان اسلام از میراث علمی و جایگاه تاریخی ممتازی برخوردار است. علوم ریاضی («علوم تعلیمی» یا «تعالیم» در متون قدیمی) مشتمل بر زمینه‌های مختلفی بوده، که به‌دنبال ترجمه منابع باستانی علاوه بر چهار رشته حساب، هندسه، نجوم و موسیقی یا «کوادریویوم» مدارس قدیم، تدریجاً زمینه‌های دیگری را نیز با دست‌آوردهای ارزنده‌ای در جنبه‌های نظری، عملی و تجربی هر یک دربر گرفته است. در دوره فعّال علوم در جهان اسلام (از حدود سده سوّم تا هفتم هجری)، شاخه‌های مختلف ریاضی نظر دانشمندان کثیری از شرق و غرب سرزمینهای اسلامی را به خود جلب نموده و موجب تألیف آثار برجسته‌ای در زمینه‌های گوناگون گردیده است که در این مقاله نمونه‌ای از آنها ضمن بررسی مفهوم تاریخی و دست‌آوردهای علمی هر مورد ارائه خواهد شد.

به نسبت کثرت تألیفات ریاضی در دوره مورد نظر، تحقیقات تاریخی در بارهٔ این میراث علمی غنی نیز قابل ملاحظه می‌باشد. جلد سوّم «منابع علوم اسلامی» در باب ریاضیات که به‌دنبال دو جلد اوّل اخیراً توسط مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی منتشر گشته، حدود ۱۸۰۰ منبع موجود را فقط به زبانهای اروپایی و تا قبل از سال ۱۹۷۰ معرفی کرده است[۱]. طی حدود یک ربع قرن از آن تاریخ، بیش از نصف این رقم به تعداد منابع موجود در این زمینه اضافه شده که فهرستی از آنها توسط نگارنده این مقاله گردآوری و جهت انتشار به‌صورت متمّمی بر جلد مذکور شامل مقدمه تاریخی و ارزیابی تحلیلی مفصّلی در دست تنظیم است. کتاب ارزنده «زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلام از سده سوّم تا یازدهم هجری» تألیف استاد ابوالقاسم قربانی نیز که

مکمل کتاب مفید ایشان به‌نام «ریاضی‌دانان ایرانی از خوارزمی تا ابن‌سینا» است، شامل فهرست آثار خطّی و چاپی ۱۶۷ ریاضیدان لی حدود ۹۰۰ سال و منابع ثانوی مربوطه است که برخلاف حیطه موضوعی وسیع دو مجموعه قبلی محدود به چهار رشته حساب، هندسه، جبر و مثلثات با عنوان «ریاضیات خالص» می‌باشد[۲]. با وجود غنای کمّی تحقیقات تاریخی در مورد تاریخ علوم ریاضی در جهان اسلام، وضعیت کیفی تحقیقات به گونه‌ای است که هنوز نمی‌توان تاریخچه هیچ‌یک از زمینه‌های آن را فراتر از بررسی جامعی طی چندصد سال اوج شکوفایی فعالیت علمی درنظر گرفت. تاریخنگاری ریاضیات این دوره غالباً علاوه بر محدودیت زمانی، به‌خاطر تمرکز اولیّه بر جنبه‌های نظری علوم ریاضی و بر مناطق محدودی از دنیای اسلام با محدودیت موضوعی و جغرافیایی نیز همراه بوده است. امّا به‌دنبال توجّه اخیر عدّه‌ای از محقّقان بر دوره فعّالی که تابه‌حال با عنوان نامناسب دوره «انحطاط علوم»، مورد تحقیق جدّی قرار نگرفته است[۳] و با توجّه کم‌سابقه محقّقانی دیگر بر سیر طولانی فعالیّت ریاضی در کشورهای غیر عرب از ایران تا ترکیه و هند[۴] و جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی تاریخ علوم ریاضی به‌طور کلّی[۵]، بی‌شک فصل جدیدی در تاریخنگاری علوم ریاضی جهان اسلام باز می‌گردد.

علوم ریاضی یا تعلیمی که خود به‌صورت بخشی از علوم باستانی با نام علوم الاوایل به جهان اسلام وارد شد[۶]، از نظر مفهوم تاریخی و دامنه موضوعی با ریاضیات قدیم (که خود متکی بر آن است) و دوره‌های جدید (بی‌شک بهره‌ور از میراث علمی آن) تفاوت محسوسی دارد، به‌طوری‌که مرزهای مشخصّه شاخه‌های مختلف آن حتّی در قرون اولیه اسلام ثابت نبوده است. کتاب احصاء العلوم فارابی (م. ۳۳۹ هجری)، این علوم را به هفت بخش حساب، هندسه، مناظر (اپتیک)، نجوم، موسیقی، اثقال (مکانیک) و حیل (علوم کاربردی) تقسیم کرده که هریک به‌طور مجزا و با تفکیک جنبه‌های نظری و عملی آنها مورد بحث قرار گرفته است[۷]. چنانچه این علوم ازنظر سابقه و سرنوشت تاریخی نیز موقعیت یکسانی نداشته‌اند، تاریخچه آنها دراینجا حتّی‌الامکان به‌طور جداگانه بررسی خواهد شد.

اولین علم در تقسیم‌بندی چهارگانه علوم باستانی، یعنی علم حساب[۸] از همان نخست علم واحدی نبوده است. از دو نوع اصلی آن، علم عدد («أریتمتیک» یونانی) که احصاء العلوم فارابی آن را در رأس علوم تعلیمی هفتگانه قرار داده، بیشتر به سبک مقاله‌های مربوط به حساب در کتاب اصول اقلیدس و کتاب مقدمه حساب نیکوماکوس با عنوان عربی المدخل الی العلم العدد، جنبه حساب نظری داشته، درحالی‌که زمینه‌ای تحت عنوان علم حساب («لوجیستیک» یونانی) عمدتاً با عملیات ریاضی و روشهای محاسبه اعداد سروکار داشته است. حساب عملی خود چند نوع بوده است، یکی به‌کارگیری روشی ابتدایی با سابقه‌ای نامعلوم به نام «حساب العقود» (محاسبه سرانگشتی)، یا «حساب الید» (حساب دستی) و یا «حساب الهوایی» (حساب فکری)، و دیگر روشی بر اساس دستگاه شمار دهگانی اعداد شامل عدد صفر، به نام «حساب الهندی»، که گاهی به‌خاطر استفاده از شن نرم بر روی لوح مخصوصی جهت انجام عملیات «حساب تخت و تراب» و یا «حساب غبار» نیز نامیده شده است. علاوه‌براین دو نوع حساب، که اوّلی از جهت کاربرد اصلی خود به‌نام

«حساب کاتب» یا «منشی» معروف گشته و دوّمی اعدادی معروف به اعداد «هند و عربی» یا «عربی» را به اروپا به‌ارمغان برده. نوع دیگری از حساب نیز در این دوره رایج بوده که سر و کارش این‌بار به‌جای انگشتان و یا اعداد، با حروف بوده است. به این نوع حساب که ارتباط نزدیکی با نجوم شصتگانی بابلیها داشته، «حساب زیج»، «حساب منجم» و یا «حساب درایج و دقایق» نیز گفته شده است. همچنین علاوه بر ۲۸ حرف «ابجد» زبان عربی که در بسیاری از متون ریاضی برای شماره‌گذاری قضایا و اشکال نیز به‌کار می‌رفته، ۴۵ حرف به سبک زبان پهلوی به‌نام «سیاق» تا چندی پیش در ایران و ترکیه مرسوم بوده که بیشتر در خدمت محاسبات تجاری قرار داشته است[۹].

از مهمترین دست‌آوردهای دانشمندان جهان اسلام در علم حساب، مفهوم اعداد اعشاری است که شکلی از آن در کتاب فصول فی الحساب الهندی اثر ابوالحسن اقلیدسی (م. ۳۴۱ هجری) اهل دمشق و شکل کاملتری از آن با نام «الکسور الاشعریه» در کتاب مفتاح الحساب جمشید ابن مسعود الکاشی تألیف سال ۸۳۰ هجری در سمرقند ارائه شده است. تحوّلات مهمّ دیگری که به اقلیدس نسبت داده شده استفاده از کاغذ و قلم به‌جای روش نامطلوب تخت و تراب رمّالان و طالع‌گویان و همچنین استخراج موفق ریشه سوّم اعداد است که دوّمی خود به‌همراه تحوّل مهمّ دیگری چون تبدیل اعداد گنگ از مفهومی هندسی به عددی به شاعر و دانشمند معروف ایرانی حکیم عمر خیّام نیشابوری (م. ۵۱۵ هجری) نیز منسوب گشته است. علم حساب در زمینه‌های نظری علم عدد، نیز تألیفات قابل توجّهی چون رساله‌های مربوط به اعداد متحابّه و یا بخش ریاضی رسائل اخوان‌الصفا داشته است، امّا حوزه محاسباتی این علم از اهمیّت تاریخی بیشتری برخوردار است.

از خصوصیات جالب حساب عملی آن است که بخش مهمی از آن به روش محاسبه مجهول به‌کمک مقادیر معلوم اختصاص داشته است. علم مستقلی به‌نام «جبر»[۱۰] که بحث زیادی پیرامون ریشه لغوی و سابقه تاریخی آن انجام گرفته، تداعی به‌جایی از نام دانشمندان جهان اسلام است که تألیفات مستقل و متعددی در این زمینه از خود به‌جای گذاشته‌اند که از میان آنها آثاری چون کتاب مختصر فی الجبر و المقابله محمد خوارزمی (م. ۲۱۰ هجری)، ترائف الحساب ابوکامل الشجاع (م. ۲۸۷ هجری)، الکافی فی الحساب ابوبکر کرجی (م. ۳۹۰ هجری) و الباهر فی علم حساب السماوئیل المغربی (م. ۵۷۰ هجری) بیشتر شناخته‌شده می‌باشند. علم جبر ابتدا بستگی نزدیک و تنگاتنگی با هندسه داشته به‌طوری‌که بسیاری از تألیفات اولیّه ریاضیدانان جهان اسلام بیشتر در سنت اثبات با برهان در هندسه بوده تا طبق روش موازین در حساب، درحالی‌که در دوره‌های بعدی گرایش هم به جبر هندسی در سنت اقلیدس بوده و هم به جبر عددی در سنت دیافانتوس[۱۱]. سروکار بیش از حدّ این زمینه با تدابیر حساب عملی و براهین هندسی باعث شده که در منابعی چون احصاءالعلوم فارابی علمی به نام «جبر و مقابله» از فرعیات «علم حیل» (علوم کاربردی) و مشترک میان حساب و هندسه معرّفی گردد.

علم هندسه[۱۲] به‌عنوان بخش مهمی از جبر قرون اولیّه اسلام که خود به دو بخش نظری و عملی تقسیم

می‌شده، عمدتاً توسط منابع یونانی و بخصوص اقلیدس به حوزه فعالیت دانشمندان در این زمینه وارد گشته است. اگرچه ظاهراً عنوان هندسه از لفظ «اندازه» زبان فارسی گرفته شده و به‌نظر می‌رسد مفاهیم آن نیز ارتباطی با آثاری از هند چون سیدهانتاس (سند هند) داشته، امّا از لحاظ اصول و عملکرد، زمینه‌ای با عنوان هندسه تحت نفوذ سنّت یونانی انتقال‌یافته به جهان اسلام بوده است[۱۳]. مکاتب اقلیدسی و اپولونیوس به‌ترتیب در هندسه و مخروطات دست‌آوردهای ارزنده‌ای برای دانشمندان سرزمینهای اسلامی به‌همراه داشتند و تحقیقاتی در هندسه نظری چون نظریه‌های مربوط به فرضیه اقلیدسی خطوط موازی، با کار پایه‌گذاران اروپایی هندسه غیراقلیدسی به‌طور مکرر مقایسه شده است[۱۴].

بر خلاف هندسه، علم نجوم نظری [۱۵] که در جهان اسلام گاهی به‌نام «علم افلاک» نیز نامیده شده با علوم غیر یونانی قدیم نیز ظاهراً ارتباط مستحکمی داشته، چنانکه به‌دنبال تحقیقات چند دهه اخیر میراث بابل به‌آسانی می‌تواند به منابع نجومی سانسکریت، پهلوی و سریانی اضافه شود. با این حال سیر تاریخی قابل توجّه علم نجوم در جهان اسلام هنوز عمدتاً بر نجوم یونانی خاصّه سنت بطلمیوس (م. ۱۷۰ ب.م) استوار بوده است. شاید به‌دلیل تداوم این سنت با منابع نجوم باستانی، ستاره‌شناسی در سرزمینهای اسلامی دامنه بسیار وسیعی داشته که علم «هیأت» (نجوم نظری)، «علم احکام نجوم» (نجوم کاربردی، مشتمل بر طالع‌بینی)، کاربرد ابزار نجومی، زیجها و جداول حرکات ستارگان را نیز شامل می‌شده است. از ویژگیهای مهمّ علم نجوم نزد دانشمندان جهان اسلام عدم ارتباط مستقیم بین مشاهدات و نظریات وقت است. علی‌رغم موجودیت نوشته‌های متعددی با عنوان زیج که خود نشانه برنامه‌های نظاره‌ای منظّمی در شهرهایی از بغداد، دمشق و قاهره تا شیراز، خوارزم و مراغه می‌باشد، به‌نظر می‌رسد که نظریات نجومی مکاتب اصلی علم هیأت بدون الزام خاصّی از جانب مشاهدات آسمانی و عمدتاً بر مبنای مسائل فلسفی و فیزیکی جریان گرفته‌اند[۱۶]. در مقابل نجوم نظری که مشاهدات و نظریات آنها به‌ترتیب به سنت کتاب المجسطی و الاقتصاص یا المنشورات بطلمیوس مرتبط بوده، احکام نجوم نیز با عنوان خلاصه شده نجوم، به پیروی از همان سنت بطلمیوسی با نجوم به‌معنی ستاره‌شناسی قرابت نزدیکی داشته است.

دست‌آوردهای مهمّ علم نجوم که با وجود چهارچوب بطلمیوسی خود به هیأتهای غیر بطلمیوسی معروف اند، در واقع زاییده ناهماهنگی آثار بطلمیوس در مورد جنبه‌های ریاضی (شکل هندسی) و فیزیکی (واقعیت مادّی) اجسام آسمانی بوده که انگیزه اصلی ارائه نظریه‌های برجسته‌ای در مورد نظام عالم از مراغه تا اندلس گردیده است[۱۷]. ارتباط قطعی نظریه‌های زمین مرکزی دانشمندانی چون خواجه نصیر طوسی (م. ۶۷۳ هجری) و ابن شاطر سوری (م. ۷۵۷ هجری) با نظام موفق خورشید مرکزی کپرنیک (م. ۱۵۴۳ میلادی)، آنها را از نظر اهمیت تاریخی در ردیف مهمترین دست‌آوردهای علوم ریاضی در سرزمینهای اسلامی قرار می‌دهد. دست‌آوردهای نجوم به‌کار زمینه‌های دیگر نیز آمده است. کاربرد روشهای تجربی نجوم تحت عناوین «امتحان» و «اعتبار» به‌معنی آزمایش داده‌ها برای شکل‌گیری روش تجربی پیشرفته‌ای در علمی به‌نام «مناظر» که با نجوم نزدیکی خاصّی داشته، از دست‌آوردهای مهمّ آن به‌شمار می‌آید[۱۸].

آخرین زمینه در طبقه‌بندی چهارگانه علوم ریاضی، علم موسیقی است[۱۹] که بر مبنای رابطه مستقیم توازن الحان و تناسب اعداد تا مدّتها زمینه‌ای ریاضی محسوب می‌گشته است. از نظر سابقه تاریخی فرض بر آن است که قبل از انتقال علمی تحت عنوان «موسیقی» یا «موسیقا» از یونان باستان نیز تئوری موسیقی در میان اعراب و پارسیان رواج داشته است. امّا سنّت مکتوب در این زمینه ظاهراً از همان قرون اولیّه اسلام که نوشته‌های یونانی به زبان عربی ترجمه شد آغاز گشته، هرچند بسیاری از تألیفات دانشمندان جهان اسلام دیگر موجود نیست. ازمیان آثار باقیمانده دانشمندانی چون یعقوب الکندی، ابونصر فارابی، و ابن سینا، کتاب موسیقی کبیر که مهارت نویسنده آن فارابی در جنبه‌های عملی موسیقی نیز ثبت گردیده، از مهمترین آثار تاریخی در هر زبان و زمانی به‌شمار می‌آید.

در کنار چهار رشته اصلی حساب، هندسه، نجوم و موسیقی، چند زمینه ریاضی دیگر نیز در مناطق مختلف جهان اسلام با نام «متوسطّات» جریان داشته که تحوّلات علمی مهمّی در دوره مورد بحث به‌همراه داشته است. کتب متوسطات که تعلیم‌گیری در آنها از نظر زمانی متوسط مابین سیزده مقاله هندسه اقلیدس و نجوم بطلمیوس بود شامل نوشته‌های متفرقّی از ریاضیدانان یونان باستان از اقلیدس تا تئودوسیوس، منالئوس، واوتولیکوس بوده است[۲۰]. در میان این کتب، اپتیکای اقلیدس در کنار نوشته مفصّلتری از بطلمیوس با همان عنوان به تشکیل سنتی در جهان اسلام با نام مناظر و مرایا (در مبحث رؤیت و آینه‌ها) منجر شد که نقش قاطع آن در پایه‌گذاری علم اپتیک از نظر اهمیت تاریخی حتّی با وضعیت زمینه‌هایی چون هندسه، نجوم و جبر قابل مقایسه نیست. تحوّلی که در این زمینه گاهی با نام انقلاب علمی به آن اشاره می‌شود از طریق ریاضیدان برجسته و مشهور ابن هیثم (م. ۴۳۲ هجری) به‌وجود آمد که هفت مقاله کتاب المناظر او شامل نظریه‌های بدیعی در نحوه انتشار نور (مقاله اوّل)، ادراک اجسام (مقاله دوّم)، شکل‌گیری اغلاط بصری (مقاله سوّم)، انعکاس نور (مقاله‌های چهارم تا ششم) و انعطاف نور (مقاله هفتم) بود به‌طوری‌که نحوه ترکیب جنبه‌های هندسی و فیزیکی و به‌کارگیری روشهای تجربی در هر یک، به نوبه خود نقطه عطفی در تاریخچه غنی این زمینه به‌شمار می‌آید. از ویژگیهای مهمّ علم مناظر آن‌است‌که در حینی که کتاب مهمّی چون مناظر ابن هیثم تا قبل از شرح ارزنده کمال‌الدین فارسی (م. ۷۲۰ هجری) با عنوان تنقیح‌المناظر بر آن در سرزمینهای اسلامی تقریباً ناشناخته بوده، چند بار به زبانهای لاتین و ایتالیایی ترجمه شده و سپس با انتشار در میان اوّلین کتابهای چاپی زمان رنسانس اروپا اثرات سازنده‌ای بر افکار دانشمندان مهمّ اروپایی گذاشته است[۲۱]. از ویژگیهای دیگر این علم که همچون علم مکانیک نخست به پیروی از الگوی یونانی خود از شاخه‌های فیزیکی هندسه به‌شمار می‌رفته، وجود مشتقّی از آن با نام «حیل مناظریه» است که به ساختن آلات مربوط به این زمینه از جمله آلات مسّاحی جهت اندازه‌گیری مقادیر دور و نزدیک و یا آینه‌ها، منجمله آینه‌های سوزان اختصاص داشته است.

علومی که در جهان اسلام با نام «حیل» جزئی از علوم تعلیمی یا تعالیم به‌شمار می‌آمده، خود تاریخچه پیچیده و بسیار جالبی دارند. علوم حیل که زمینه‌هایی را از جبر و مقابله (حیل عددی) تا معماری (حیل

هندسی) دربر می‌گرفته، به‌این دلیل با این نام معروف بوده‌اند که در راه رسیدن به نتایج علمی نوعی حیله و تدبیر در آنها به‌کار می‌رفته است. به تعبیر فارابی در احصاءالعلوم "علم حیل همان علمی است که راههای شناخت تدابیر و شیوه‌های دقیق عملی کردن مفاهیمی که وجود آنها در ریاضیات ثابت شده را به‌وسیله صنعت مشخص می‌سازد و نشان می‌دهد که چگونه می‌توان مفاهیم عقلی ریاضی را در اجسام طبیعی محسوس آشکار نمود". از میان آثار مهمّ در علم حیل کتابی به‌همین عنوان تألیف احمد بن موسی یکی از برادران معروف سده سوّم هجری به‌نام بنوموسی است که در شاخه‌های مختلف ریاضی بخصوص آنچه به زبان امروزی علم مکانیک عملی است فعّالیتهای برجسته‌ای داشته‌اند. در مقابل مکانیک عملی، «علم اثقال» به‌عنوان مکانیک نظری که به مبحث تعیین اوزان و حرکت آنها و همچنین ترازوها اختصاص دارد، خود از شاخه‌های اصلی علوم ریاضی در جهان اسلام به‌شمار می‌رفته است.

چنانچه ملاحظه شد علوم ریاضی جهان اسلام چه از نظر میزان فعّالیت و چه دست‌آورد، طیف وسیعی را دربر گرفته که اجزاء آن در بعضی موارد، دیگر بخشی از علوم ریاضی به‌شمار نمی‌آیند. فعّالیت ریاضی در دوره و محدوده مورد بحث، با آغازی به قدمت دوره فعّال جندی‌شاپور و با میراثی متشکل از ۱۰،۰۰۰ اثر عمدتاً از دوره جدید و از شرق تا غرب دریای مدیترانه[۲۲] طیف زمانی و مکانی وسیعی را دربر می‌گیرد که به همان نسبت موجب امکان طرح مباحث مهمّ و مفیدی در مورد جنبه‌های مختلف آن می‌گردد. از میان این مباحث، جنبه‌های فرهنگی و بومی علوم ریاضی در جهان اسلام موضوعی است بسیار مهمّ که در سایه نقش مهمّ آنها در انتقال علوم باستانی به دوره جدید، بندرت مورد بررسی جدّی قرار گرفته است. ظهور تدریجی منجمانی بنام «موقّت» در مساجد جهت نظارت بر مسائلی چون اوقات نماز و یا ریاضیدانانی با تخصّص بر «حساب فرائد» مرتبط با مقوله ارث، نشان دهنده بومی شدن علومی است که تا مدّتها با نام «علوم غریبه» حتّی در برنامه درسی مراکز آموزشی وقت نیز جایی نداشته است[۲۳]، و این موضوع خود به‌تنهایی به طرح مباحث مفیدی در مورد رابطه و برخورد جامعه علمی با علوم وارداتی وقت کمک می‌کند. توجه به جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی علومی چون حساب و نجوم و همچنین کاربرد زمینه‌های دیگری از هندسه تا مثلثات در اموری دینی ازقبیل رؤیت ماه و تعیین قبله که اخیراً موضوع مقاله مفصّلی تحت عنوان علم در خدمت دین بوده است[۲۴] نقطه آغازی است جهت بسط موضوع جایگاه برجسته علوم ریاضی در فرهنگ اسلامی که امید است در آینده مورد توجّه بیشتری قرار گیرد.

پی‌نوشتها:

۱. منابع تاریخ علوم اسلامی (جلد سوّم) مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۹۷۰
An Annotated Bibiliography of Islamic Science, Seyyed Hossein Nasr, with the collaboratoin of William C. Chittick, Vol 3 (Mathematical sciences), Tehran 1991.

۲. زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی از سده سوّم تا سده یازدهم هجری، تألیف ابوالقاسم قربانی، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۵

۳. لیست کوتاهی از مقالات مربوط به مبحث «انحطاط علوم» از این قرار است:

Sarton, George. "Arabic Science and Learning in the Fifteenth Century, their Decadence and Fall", Homenaje a Millas-Vallicrosa, II, 1956: 303-324; Saunders, J. J. "The Problem of Islamic Decadence"; Hartner, Willy. "When and How Did the Impetus of Science in Islam Come to an End?", Sayili, Aydin. "The Cause of the decline of Scientific Work in Islam"; Sardar, Ziauddin. "The Decline of Islamic Science", Explorations in Islamic Science, 1989: 13-18.

۴. برای منابع مربوطه رجوع کنید به: رساله‌ای در اثبات هیأت جدید، تألیف ابوطالب بن حسن حسینی صفوی، تصحیح حسین معصومی همدانی، معارف، دوره اول، شماره دوّم، ص ۱۱۷-۱۸۵. عبدالغفّار نجم الدّوله پیشگام آموزش نجوم جدید در ایران، توفیق حیدرزاده، مجله نجوم. سال دوّم، شماره اوّل، ۱۳۷۲، ص ۲۱-۲۴.

Ihsanoglu, Ekmeleddin (ed.): Transfer of Modern Science and Technology to the Muslim World, Istanbul, 1992: pp. 1-120 (Turkey); pp. 393-404; Rashed, Roshdi, "Mathématique traditionelles dans les Pays islamique au xixe siecle: l'example de l"Iran", in Ihsanoglu, E. (ed.), ibid. 393-405; Ansari, S. M. R. "Reception of European Exact Sciences in India" XIX International Congress of History of Science, Zaragoza, 1993.

5. King, David A. "The Sacred Direction in Islam: A Study of the Interaction of Religion and Science in the Middle Ages", Interdis, Sci. Rev, 1985, 10: 315-328; Berggren, J. L. "Islamic Aquisition of the Foreign Sciences: A Cultural Perspective", The American Journal of Islamic Social Sciences. 92, 9, 3: 309-324.

۶. در مورد علوم ریاضی در جهان اسلام رجوع کنید به:

Berggren. J. L. Episodes in the Mathematics of Medieval Islam, N. Y., 1986.

ترجمه فارسی این کتاب تحت عنوان گوشه‌هایی از ریاضیات دورهٔ اسلامی اخیراً به‌چاپ رسیده است.

۷. برای متن عربی احصاء العلوم فارابی رجوع کنید به

Catalogo de las ciencias, ed. Y. traduction Castellana por Angel Gonzalez Palencia, 2en ed., Madrid, 1953.

ترجمه فارسی به کوشش حسین خدیوجم انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۴۸ و ۱۳۴۶.

8. Sabra, A. I. "'Ilm al-hisāb", Encyclopedia of Islam (E12): 1138-1141. "'Ilm al-hay'a".

9. Bagheri, Mohammad. "Introduction to Siaq Accounting", First Colloquium on Bazaar in the Culture and Civilization of the World of Islam, Tabriz, Iran, 1993. (unpublished)

10. Hamtner, Willy & Schram M. "al-Djabr wa al-muqābalah", Encyclopedia of Islam (E12)

11. Sesiano, Jacques. Books IV to VII of Diophantus' Arithmetica in the Arabic Translation attributed to Qustā ibn Lūqā, xii + 502 pp., bibl. index, Springer-Verlag: Sources in the History of Mathematics and Physical Sciences, New York, 1982.

12. Souissi, M. "'Ilm al-Handasa", Encyclopedia of Islam (E12): 411-414.

13. Toomer, G.J. "Lost Greek Mathematical Works in Arabic Translation" Mathematics Intelligencer, 1984, 6, 2: 32-38.

14. Daffa, Ali. A. & Strolys, John. J. "Nasir al-Din al-Tusi's Attempt to Prove the Parrallel Postulate of Euclid", Proceedings of the International Congress of the History and Philosophy of Science, ed. by H. M. Said, Islamabad, 1979: 2-41.

15. Pingree, David. "'Ilm al-Hay'a", Encyclopedia of Islam (E12): 1135-1139.
16. Sabra, A. I. "The Scientific Enterprise: Islamic Contributions to the Development of Science", in Bernard Lewis ed. The World of Islam, London, Thames and Hudson, 1976: 181-199.
17. Keneddy, E.S. "Late Medieval Planetary Theory", ISIS, 1966, 57: 365-378.
تذکرهٔ نصیرالدین طوسی
Ragep, F. Jamil. Nasir al-Din al-Tusi's Memoir on Astronomy: al-Tadhkirafi 'ilm al-hay'a, 2 volumes, Springer-Verlag's Sources in the History of Mathematics and Physical Sciences, no. 12, New York, 1993.
18. Sabra, A. I. "The Astronomical Origin of Ibn al-Haytham's Concept of Experiment", Actes XIIe Cogn. Int. Hist. Sci., 1968, Pub. 1971, 3a: 137-136.
19. Farmer, H. G. "Mūsiqi", Encyclopedia of Islam (EL): 749-755.
۲۰. کتب متوسطات فقط به صورت تحریرات طوسی در حیدرآباد به‌چاپ رسیده است. از میان ترجمه‌های عربی اوّلیه این کتب، متن کتاب المناظر اقلیدس به تصحیح و ترجمه نگارنده این مقاله به‌همراه شرح تاریخی و ترجمه انگلیسی آن درحال انتشار است.
۲۱. رجوع کنید به مقدمه کتاب المناظر ابن هیثم، به کوشش عبدالحمید صبره، بخش اوّل شامل ترجمه انگلیسی (متن عربی مقاله‌های ۱-۳ در رؤیت مستقیم، چاپ شورای ملّی فرهنگ و هنر کویت، ۱۹۸۳)، بخش دوّم شامل مقدمه، تفسیر تاریخی، واژه‌نامه، جداول تطبیقی و فهرستهای راهنما در دو جلد، به‌ترتیب در ۳۶۷ و ۳۵۶ ص، انستیتو واربرگ، لندن ۱۹۸۹.
در مورد متون ریاضی قدیمی، رجوع کنید به:
22. King, David A. "Some Remarks on Islamic Scientific Manuscripts and Instruments and Past, Present, and Future Research", The Significance of Islamic Manuscripts: Proceedings of Inaugural Conference of Al-Furqan Islamic Heritage Foundation, ed. John Cooper, Al-Furqān Islamic Heritage Foundation, London, 1992: 115-143.
Sezgin, Fuat, Geschichte der arabishen Schrifttums, vol. 5, Mathematik, vol. 6, Astronomie, vol. 7, Astrologie, Meteorologie, und Verwandts, Leiden, 1970-79.
23. Sabra, A.I. "The Appropriation and Subsequent Naturalization of Greek Science in Medieval Islam: A prelimary Statement", History of science, 1987, 25, 3, 69: 1-21.
24. King, David A. "Science in the Service of Religion: the Case of Islam", Unesco,: Impact of Science on Society (159) 1990: 245-62.
ترجمه فارسی این مقاله تحت عنوان علم در خدمت دین، به کوشش توفیق حیدرزاده در پیام یونسکو در دست چاپ است.