۸. کتابشناسی

Bjørnbo, Axel Anthon

1909 Al - Chwarizmi's trigonometriske Tavler, in: *Festskrift til H. G. Zeuthen*, Copenhagen (Høst), pp. 1-17.

Burckhardt, Johann Jakob

1961 Die mittleren Bewegungen der Planeten im Tafelwerk des Khwārizmī, *Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 106, pp. 213-231.

Comes, Mercè

1992 - 1994 The "Meridian of Water" in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa, *Journal for the History of Arabic Science* 10, pp. 41-52.

Dalen, Benno van

1993 *Ancient and Mediaeval Astronomical Tables: mathematical structure and parameter values*, doctoral thesis, Utrecht University.

1994 On Ptolemy's Table for the Equation of Time, *Centaurus* 37, pp. 97-153.

Debarnot, Marie-Thérèse

1987 The Zīj of Ḥabash al- Ḥāsib: A Survey of MS Istanbul Yeni Cami 784/2, in: *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E.S. Kennedy* (David A. King & George A. Saliba, eds.), New York (New York Academy of Sciences), pp. 35-69.

Delambre, Jean Baptiste Joseph

1819 *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, Paris (Courcier).

Reprint: New York and London (Johnson Reprint Corporation) 1965.

DSB *Dictionary of Scientific Biography*, 14 vols and 2 suppl. vols, New York (Charles Scribner's Sons) 1970-1980.

EI^2 *The Encyclopaedia of Islam, new edition*, Leiden (Brill) 1960-.

Goldstein, Bernard R.

1967 *Ibn al-Muthannā's Commentary on the Astronomical Tables of al-Khwārizmī, New Haven* (Yale University Press).

al-Hāshimī, ᶜAlī ibn Sulaymān

The Book of the Reasons behind Astronomical Tables (Kitâb ᶜilal al-zījât) (facsimile, translation by David Pingree and Edward S.Kennedy), New York (Delmar) 1981.

Hogendijk, Jan p.

1988 Three Islamic Lunar Crescent Visibility Tables, *Journal for the History of Astronomy* 19,pp. 29-44.

1989 The Mathematical Structure of Two Islamic Astrological Tables for "Casting the Rays", *Centaurus* 32, pp. 171-202.

1991 Al-Khwārizmī's Table, of the "Sime of the Hours" and the Under lying Sime Tables, *Historia Scientiarum* 42, pp. 1-12.

Kennedy, Edward S.

1956a A Survery of Islamic Astronomical Tables, *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series vol. 46-2,

pp. 123-177. Second edition: Philadelphia (American Philosophical Society) 1989 (page numbering form 1 to 55).

1956b Parallax Theory in Islamic Astronomy, *Isis* 47, pp. 33-53.

Reprinted in *SIES*, pp. 164- 184.

1964 Al-Khwārizmī on the Jewish Calendar, *Scrita Mathematica* 27, pp. 55-59. Reprinted in *SIES*, pp. 661-665.

1988 Two Medieval Approaches to the Equation of Time, *Centaurus* 33, pp.1 - 8

Kennedy, Edward S. & Janjanian, Mardiros

1965 The Crescent Visibility Table in al-Khwārizmī's Zīj, *Centaurus* 11, pp. 73-78. Reprinted in *SIES*, pp. 151-156.

Kennedy, Edward S. & Krikorian - Preisler, Haiganoush
1972 The Astrological Doctrine of Projecting the Rays, *al-Abhath* 25, pp. 3-15. Reprinted in *SIES*, pp. 372-384.
Kennedy, Edward S. & Janjanian, Mardiros
1965 The Astrological Doctrine of Projecting the Rays, *al-Abhath* 25, pp. 3-15. Reprinted in *SIES*, PP. 372-384.
Kennedy, Edward S. & Muruwwa, Ahmad
1958 Bīrūnī on the Solar Equation, *Journal of Near Eastern Studies* 17, pp. 112-121. Reprinted in *SIES*, PP. 603-612.
Kennedy, Edward S. & Ukashah, Walid
1969 Al-Khwārizmī's Planetary Latitude Tables, *Centaurus* 14, pp. 86-96. Reprinted in *SIES*, pp. 125-135.
Kennedy, Edward S. & Waerden, Bartel L. van der
1963 The World Year of the Persians, *Journal of the American Oriental Society* 83, pp. 315-327. Reprinted in *SIES*, pp. 338-350.
King, David A.
1983 *al-Khwārizmī and New Trends in Mathematical Astronomy. in the Ninth Century*, New York (New York University, Hagop Kevorkian Center for Near Eastern Studies).
1986 *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library*, Winona Lake IN (American Research Center in Egypt).
1987 Some Early Islamic Tables for Determining Lunar Crescent Visibility, in: *From Deferant of Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E.S. Kennedy* (David A. King & George A. Saliba, eds.), New York (New York Academy of Sciences), pp. 185-225. Reprinted in David A. King, *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot GB (Variorum) 1993, chapter II.
Lesley, Mark

1957 Bīrūnī on Rising Times and Daylight Lengths, *Centaurus* 5, pp. 121-141. Reprinted in *SIES*, pp. 253-273.
Mercier, Raymond P.
1987 Astronomical Tables in the Twelfth Century, in: *Adelard of Bath. An English Scientist and Arabist of the Early Twelfth Century* (Charles Burnett, ed.), London (Warburg Institute), pp. 87-118
Millás Vallicrosa, José Maria
1943 - 1950 *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid / Barcelona (Instituto "Miguel Asin", Escuelas de Estudios Árabes de Madrid y Granada).
1947 "*El libro de los fundamentos de las tablas astronómica*" de R. *Abraham ibn Ezra*, Madrid / Barcelona.
1963 La autenticidad del comentario a las tablas astronómicas de al-Jwārizmī por Aḥmad ibn al-Mutānna', *Isis* 54, pp. 114 - 119. Millás Vendrell, Eduardo
1963 *El comentario de Ibn al-Mutannā' a las tablas astronómicas de al-Jwārizmī*, Madrid / Barcelona Nallino, Carlo Alfonso.
1899 - 1907 *al-Battānī sive Albatenii opus astronomicum*, 3 vols., Milan. 1944 Al-Khuwārizmī e il suo rifacimento della Geografia di Tolomeo, *Raccolta di scritti editi e inediti*, vol. 5 (Roma) 1943, pp. 458 - 532.
Neugebauer, Otto E.
1956 Transmission of Planetary Theories in Acient and Medieval Astronomy, *Scripta Mathematica* 22, pp. 165 - 192.
1962 *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī. Translation with Commentaries of the Latin Versian edited by H. Suter supplemented by Corpus Christi College MS 283*, Copenhagen (Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab).
1975 *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 vols., Berlin (Springer).
Neugebauer, Otto E. & Schmidt, Olaf

1952 Hindu Astronomy at Newminster in 1428, *Annals of Science* 8, pp. 221 - 228.

Pedersen, Fritz Saaby

1987 Canones Azarchelis: Some Versions, and a Text, *Cahiers de l'institut du moyen - âge grec et latin* 54, pp. 129-218.

1992 Alkhwarizmi's astronomical Rules: Yet Another Latin Version?, *Cahiers de l'institut du moyen-âge grec et latin* 62, pp.31-75. 31, pp. 1-8.

Pedersen, Olaf

1974 A Survey of the Almagest, Odense (Odense University Press).

Pingree, David

1965 The Persian "Observation" of the Solar Apogee in ca. A. D.

450, *Journal of Near Eastern Studies* 24, pp. 334 - 336.

1968a *The Thousands of Abu Mashar*, London (Warburg Institute).

1968b The Fragments of the WorKs of Yaqub ibn Tariq, Journal of Near Eastern Studies 27, pp. 97 - 125.

1970 The Fragments of the Works of Yaqub ibn Tariq, *Journal of Near Eastern Studies* 29, pp. 103 - 123.

Salam, Hala & Kennedy, Edward S.

1967 Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy, Journal of the *American Oriental Society* 87, pp. 492 - 497. Reprinted in SLES, pp. 108 _ 113.

Samsó, Julio

1992 *Las Ciencias de los Antiguos en al- Andalus*, Madrid (Editorial MAPFRE).

Sengupta, Prabodh Chandra

1934 *The Khandakhadyaka. An Astronomical Treatise of Brahmagupta*, Calcutta (University of Calcutta).

Sezgin, Fuat

1971 - 1984 *Geschichte des arabischen Schrifttums*, 9 vols, Leiden (Brill).

SIES E.S. Kennedy, Colleagues and Former Students, Studies in the Islamic Exact Sciences, Beirut (American University of Beirut) 1983.

Suter, Heinrich

1914 *Die astronomischen Tafeln des Muhammed ibn Musa al - khwarizmi in der Bearbeitung des Maslama ibn Ahmed al - Madjriti und der lateinischen Übersetzung des Adelard von Bath*, Copenhagrn (Kongelige Danske Videnskabernes Selskab).

Toomer, Gerald J.

1964 Review of: O. Neugebauer, "The Astronomical Tables of al - Khwarizmi", Copenhagen 1962, *Centaurus* 10, pp. 202 - 212.

1968 A Survey of the Toledan Tables, *Osiris* 15, pp. 5 - 174.

1973 "al - Khwarizmi", in: *DSB*, vol. 7, pp. 358 - 365.

87 - 118.

Vernet, Juan

1974 "al - Majriti", in: *DSB*, vol. 9,pp.39 - 40.

1976 "al - Zarqali", in: *DSB*, vol. 14, pp. 592 - 595.

1978 "al - Khwarazmi", in: *EI*^{2}, vol. 4, pp. 1101 - 1103.

1985 "al - Madiriti", in: *EI*^{2}, vol. 5, p. 1105.

Vernet, Juan&Catalá, M.A.

1965 Las obras matemáticas de Maslama de Madrid, al - Andalus 30, pp. 15 - 45. Reprinted in Juan Vernet, *Estudios sobre historia de la ciencia medieval*, Barcelona - Bellaterra 1979, pp. 241 - 271.

Waerden, Bartel L. van der

1960 - 1962 Ausgleichspunkt, "Methode der Perser" und indische Planetenrechnung, *Archive for History of Exact Sciences* 1, pp. 107 - 121.

Zinner, Ernst.

1935 Die Tafeln von Toledo, Osiris 1, 747 - 774.

توضیحات مترجم

(۱). محمد بن موسی خوارزمی (سال وفات: ۸۴۰ میلادی) از بزرگترین ریاضیدانان و منجمینی است که در دوران خلافت مأمون (۸۳۳ ـ ۸۱۲ میلادی) در بیت الحکمهٔ بغداد و رصدخانهٔ شماسیه مشغول به کار و تحقیق بود. وی از یکسو نجوم ایران پیش از اسلام را با ریاضیات هندی درآمیخت و زیج مشهور خود را بر اساس دستگاه حساب اعشاری تدوین نمود و از سوی دیگر نخستین کتاب جبر را تحت عنوان المختصر فی حساب الجبر و المقابله به رشتهٔ تحریر درآورد. دستآوردها و آثار این دانشمند بزرگ در پیشرفت ریاضیات و نجوم چه در مشرق زمین و چه در مغرب زمین نقش بی نظیری داشته‌اند. نام او ابتدا در زبان های اروپایی و بعدها در تمام زبان‌های جهان به صورت Algorithm یا Algorithmus در آمده و همچنین جاویدان باقی خواهد ماند. واژهٔ جبر نیز که به صورت Algebra در تمام زبان‌ها راه یافته است، از کتاب مشهور او مشتق شده است. شهرت و اقتدار علمی خوارزمی در اروپای قرون وسطی و پس از آن به جایی رسیده بود که کلیه کتاب‌های ریاضی آن دوران با عبارت Dixit Algorithmi (چنین گفت خوارزمی) آغاز می‌شدند. جرجی زیدان مورخ مسیحی دنیای عرب در تاریخ مشهور خود به نام تاریخ تمدن اسلام (جلد سوم، صفحه ۲۸۷) دربارهٔ خوارزمی چنین می‌نویسد: «در آن هنگام محمد بن موسی خوارزمی ستاره شناس نابغه پدید آمد و در بیت الحکمهٔ مأمون مقیم شده زیجی تنظیم کرد که مشتمل بر آراءستاره شناسان هند، روم و ایران بود. اساس این زیج از سندهند تشکیل می‌یافت ولی در میل و تعادیل با آن اختلاف داشت به این قسم که تعادیل این زیج مطابق نظر ایرانیان و میل شمس موافق عقیدهٔ بطلمیوس بود. خوارزمی زیج خود را به بخش های مناسب تقسیم کرد و آنرا چنان نیکو نوشت که مورد پسند همه شد و نام آن در سراسر جهان اسلام پراکنده گشت و چون تاریخ زیج خوارزمی به حساب فارسی بود، مسلمه بن احمد المجریطی اندلسی متوفی

به سال ۳۹۸ هجری حساب زیج خوارزمی را به عربی تبدیل کرد و اواسط کواکب را با تاریخ آغاز هجرت تطبیق نمود». مایکل‌هاسکین Michael Hoskin نویسندهٔ کتاب تاریخ نجوم که در سال ۲۰۰۳ از سوی دانشگاه آکسفورد منتشر گردید، اشاره می کند که خوارزمی زیج خود را در نیمه اول قرن نهم در بیت الحکمهٔ بغداد به رشته تحریر در آورد و ترجمهٔ آن در قرن دوازدهم به زبان لاتین، دنیای غرب را منجمله با نجوم هندی آشنا ساخت.

(۲). زیج در اصطلاح علمای هیئت و نجوم به جدولی می‌گویند که کمیت حرکات سیارات در آنها ضبط شده اند. دربارهٔ این واژه و ریشه آن، ادوارد استوارت کندی E. S. Kenedy در کتاب خود به نام پژوهشی در زیج های دوره اسلامی *Survey of Islamic Astronomy* ترجمهٔ محمد باقری، از انتشارت شرکت علمی و فرهنگی، چاپ اول، ۱۳۷۲، فصل ۲، صفحات ۴ و ۵ چنین نوشته است: «واژهٔ زیج (جمع عربی آن ازیاج، زیجات و زیاجه) همچون شماری دیگر از اصطلاحات فنی از زبان فارسی وارد زبان عربی شده است. توضیحات موجود در منابع متعدد حاکی از آن است که ریشهٔ این کلمه در فارسی زه به معنای تار یا رشته، بخصوص زه کمان است و از همین جا به معنی وتر در هندسه نیز به کار رفته است. در عربی امروز به ریسمان بنایی زیج گفته می‌شود.

بعدها این معنی تعمیم یافته و برای مجموعه رشته‌های موازی که تارهای یک پارچه را تشکیل می‌دهند به کار رفته است. سپس به لحاظ شباهت بین خط های عمودی نزدیک به هم در یک جدول عددی و مجموعه تارهایی که در بافندگی کشیده می شود، این مفهوم گسترش یافته و شامل آن جدول ها نیز شده است. سرانجام، در یک تعمیم نهایی، این واژه برای کل مجموعه‌های جداول نجومی به کار رفته که همان معنی مورد استفادهٔ ما است. در فرهنگ‌های فارسی و عربی دو واژهٔ فارسی به عنوان ریشه زیج ذکر شده اند. برخی زیگ آورده اند که تبدیل آن به زیج امری طبیعی است. در موارد دیگر، چنانکه بیرونی نیز در قانون مسعودی (مقاله ۳، باب ۱) گفته است، ریشه واژهٔ زیج زه دانسته شده که در فارسی امروز به معنی رشته کمان به کار می رود. شاید درست تر آن باشد که بگوییم واژهٔ زیگ در پارسی میانه به زه در زبان فارسی امروز تبدیل شده است.

در کتاب تاریخ نجوم اسلامی نوشته کارلو آلفونسو نالینو Carlo Alfonso Nallino که توسط احمد آرام ترجمه و از سوی کانون نشر و پژوهش های اسلامی در سال ۱۳۴۹ در تهران منتشر شده است، در صفحه ۵۳ دربارهٔ واژهٔ زیج چنین آمده است: «دسته سوم کتاب هایی است که تنها برای رفع نیاز حسابگران و رصدکنندگان تألیف شده و به نام ازیاج یا

زیجات نامیده می شد و اصل لفظ زیج از زبان پهلوی است. در این زبان زیگ به معنی تارهای پارچه است که پود در میان آنها بافته می‌شود و ایرانیان این رسم را به ملاحظه شباهت خط های قایم جداول عادی با تارهای نساجی، بر این جداول نهادند». علاقمندان می‌توانند برای اطلاعات بیشتر، به لغتنامه دهخدا رجوع نمایند. مورخین تعداد زیج هایی را که منجمین مسلمان در طی هشت قرن تدوین کرده اند بالغ بر ۱۰۰ می دانند که اکثر آنها بر اساس هیئت بطلمیوسی استوار بوده اند. از آن دسته از زیج‌ها که بر اساس نجوم هندی و ایرانی بوده اند فقط زیج خوارزمی باقی مانده است.

(۳). از مهمترین روش‌های نجومی که مسلمین به آنها توجه داشتند، نجوم هندی یا سیدهانتا *Siddhanta* بود که تألیف آن ظاهراً در قرون چهارم و پنجم میلادی صورت گرفته بود و از آن دوران پایه و اساس نجوم هندی را تشکیل می داد.

قسمت‌هایی از آن اکنون تحت نام پنچاسیدهانتیکا *Pancasiddhantika* باقی مانده‌اند.

در زمان خلافت منصور، یک منجم هندی این اثر را به بغداد آورده و به خلیفه تقدیم نمود. منصور فرمان داد تا آنرا به زبان عربی ترجمه کنند تا مبنای نظر در حرکات کواکب قرار گیرد. این کار توسط محمد بن ابراهیم فرازی، اخترشناس بزرگ ایرانی به انجام رسید و از آن پس نزد منجمین اسلامی به «السندهندالکبیر» مشهور گشت و تا زمان خلافت مأمون مبنای کار اخترشناسان قرارگرفت. موسی خوارزمی این اثر را تلخیص کرده و با وارد کردن بخشی از اصول نجوم یونانی و ایرانی زیجی بر اساس آن ترتیب داد که به زیج سندهند *Sindhind* مشهور گشت. این لفظ تحریفی است از سیدهانتا و در کتاب های نجومی و زیج‌های اسلامی به کار برده شده است.

(۴). علاقمندان می توانند چکیدهٔ زیج خوارزمی را در کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی نوشته پروفسور ادوارد استوارت کندی، ترجمه محمد باقری، از انتشارات شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۴، فصل ۶، صفحات ۱۰۲ تا ۱۱۶ مطالعه نمایند.

(۵). المجسطی Almagest یکی از مهمترین آثار بطلمیوس Ptolemy است. نام اصلی این کتاب به زبان یونانی مجموعهٔ بزرگ ریاضی *Megale mathematike syntaxis* است که شیفتگانش آنرا ماگیسته Magiste یعنی عظیم می‌نامیدند. دانشمندان مسلمان از طریق تحت یعنی شکستن دو کلمه مگاله و سونتاک و ترکیب پاره‌های آنها با یکدیگر و اضافه کردن حرف تعریف ال به این صفت، نام المجسطی را برای این کتاب ابداع کردند و اروپائیان که از طریق ترجمه این اثر از زبان عربی به لاتین در سال ۱۱۷۵ با آن آشنا شده بودند، این کتاب را از

آن پس *Almagest* خواندند.

المجسطی شامل سیزده مقاله می‌باشد که در آنها جمیع علوم مورد بحث قرار گرفته‌اند. بنا به گفته ابن الندیم، نخستین کسی که ترجمهٔ این اثر بی نظیر را به زبان عربی ممکن ساخت، یحیی بن خالد بن برمک بود که جمعی از دانشمندان و مترجمین از جمله ابوحسان و سلم را به این کار گماشت. بعدها حجاج بن مطر و یحیی بن بطریق نیز به ترجمه آن همت گماردند.

(۶). بطلمیوس Ptolemey مشهور به قلوذی که نام او به زبان یونانی Ptolomios Clodios می‌باشد، در حوالی سال ۱۴۰ یا ۱۶۰ میلادی در اسکندریه به تدریس مشغول بود. وی یکی از بزرگترین و پر اثرترین دانشمندان و ریاضیدانان و منجمین قدیم می‌باشد که علاوه بر تحقیقات و کشفیات بسیار، تألیفات مهمی نیز در نجوم، ریاضیات، جغرافیا و موسیقی داشته و تأثیری ژرف در تمدن اسلامی و علمای آن گذاشته است. بطلمیوس زیج یا جداول نجومی هیپارخوس Hiparchos را تکمیل نموده و تعداد ستارگانی را که او رصد کرده بود، از ۸۵۰ به ۱۰۲۲ رسانید.

(۷). مسلمه بن احمد المجریطی (سال وفات ۸ ـ۱۰۰۷) زیج خوارزمی را بازنویسی و تلخیص کرد (مشهور به نسخهٔ المجریطی) و از این طریق روش نجوم هندی را در اندلس اسپانیا ترویج داد. در لغتنامهٔ دهخدا دربارهٔ او چنین آمده است: «مسلمه بن احمد بن قاسم بن عبد مجریطی مکنی به ابوالقاسم (۳۳۸ ـ ۳۹۸؟ ق.) ریاضیدان و ستاره شناس و فیلسوف و پیشوای ریاضیدانان اندلس بود.»

(۸). جدول های طلیطلی Toledan Tables جداولی هستند که به فرمان آلفونس دهم Alfonso (۱۲۸۴ ـ ۱۲۲۱) مشهور به حکیم، پادشاه کاستیل، در حدود سال ۱۲۷۲ تهیه و تنظیم شدند تا بتوان به کمک آنها مواضع و حرکات خورشید و ماه و دیگر سیارات را محاسبه نمود. تدوین کنندهٔ این جدول ها منجم معروف آن زمان، زرقالی اندلسی بود (رجوع شود به یادداشت دربارهٔ وی).

(۹). پارامتر parameter (پراسنجه) در ریاضیات عبارت از متغیری است که یکی از مفروضات مسئلهٔ مورد نظر است ولی در طول بررسی مسئله تغییر نکرده و ثابت می ماند. من باب مثال، در معادله درجه دوم $x^2 - mx + n = 0$ m و n پارامتر و x متغیر معادله می باشند. با تغییر m نوع معادله که درجه دوم است، تغییر نمی‌کند. در اینجا منظور از پارامتر مقادیر خاصی هستند که پراکندگی اتفاقی یک متغیر و یا یک مجموعه را توصیف می کنند.

(۱۰). تعدیل که در زبان انگلیسی به آن equation می گویند، در لغت به معنای معتدل کردن،

به حد وسط درآوردن و یا دو چیز را با هم مساوی کردن می‌باشد. تعریف آن در اصطلاح نجومی به نقل از فرهنگ اصطلاحات نجومی، تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، به شرح زیر است: «چون مقداری بر حرکت وسط کوکب اضافه یا از آن کم کنند معدل حرکت کوکب در فلک البروج به رأی العین سنجیده می شود. این عمل را منجمان در اصطلاح خود تعدیل گویند و جمع آن تعدیلات است. منجمان راگاهی اهل تعدیل گفته‌اند. تعدیل به معنی تقویم و گرفتن کبیسه نیز هست».

(۱۱). تعدیل زمان equation of time در اصطلاح نجوم عبارت از اختلاف بین زاویهٔ بعد خورشید حقیقی و خورشید متوسط و به دیگر سخن، اختلاف بین زمان ظاهری و زمان متوسط می باشد. مقدار ماکزیمم مثبت تعدیل زمان به معنای 'زمان متوسط منهای زمان ظاهری ، تقریباً برابر با ۱۴.۵ دقیقه در ماه فوریه اروپایی می‌باشد. مقدار ماکزیمم منفی (مینیمم) آن در ماه نوامبر به ۱۶.۵ دقیقه می‌رسد. به بیان دیگر منظور از تعدیل زمان، مقداری است که باید به زمان ظاهری اضافه گردد تا زمان متوسط خورشیدی مکان به دست آید. این مقدار هرگز بیش از ۱۶+ دقیقه نخواهد نخواهد. در واژه نامه نجوم و اختر فیزیک، ترجمهٔ دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، از انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران ۱۳۷۸، در تعریف تعدیل زمان چنین آمده است: «افزایش کمیتی بر زمان خورشیدی متوسط برای اخذ زمان خورشیدی ظاهری، سابقاً هنگامی که به طور معمول زمان خورشیدی ظاهری به کار می رفت، توافق متضادی وجود داشت؛ زمان خورشیدی ظاهری به علت میل خورشید در دایره البروج و بیرون از مرکز مدار بیضی شکل زمین، تغییرات سالیانه دارد. در کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی نوشته پروفسور ادوارد استوارت کندی، ترجمهٔ محمد باقری، از شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۴، گزارش زیر دربارهٔ تعدیل زمان آمده است: «مقادیر بعد خورشید حقیقی مثلاً از اعتدال نمی‌توانند معیار دقیقی برای زمان سپری شده ـ مثلاً از اعتدال بهاری ـ باشد، زیرا دو نوع بی نظمی در این میان ظاهر می شود. از یک سو، خورشید حقیقی روی استوای آسمانی که بعد را بر آن می‌سنجند حرکت نمی‌کند، بلکه مسیر حرکتش روی دایرة البروج است و نقطه‌ای که با سرعت روی دایرة البروج حرکت کند سرعت حرکت تصویرش بر استوای آسمانی ثابت نیست. از طرف دیگر، خورشید حقیقی روی همان دایرة البروج هم با سرعت ثابت حرکت نمی‌کند، بلکه سرعتش چنان است که در حضیض به حداکثر و در اوج به حداقل مقدار خود می رسد. بنابراین، تفاوت بین زمان میانگین و زمان خورشیدی ظاهری

که تعدیل زمان $E(\lambda\sigma)$ خوانده می شود برآیند دو مؤلفهٔ سینوسی است؛ یکی ناشی از اریب بودن دایرة البروج و با زمان تناوب نیم سال و دیگری به خاطر خروج از مرکز و با زمان تناوب یک سال. قاعدتاً در هر زیج جدولی برای E آورده می‌شود.

(۱۲). در زمان مأمون خلیفه عباسی و به دستور او دو رصدخانه، یکی به نام شماسیه در نزدیکی بغداد و دیگری در کوه قاسیون در دمشق ساخته شدند. ریاست رصدخانه شماسیه بر عهدهٔ ابو علی یحیی بن ابی منصور (وفات در حدود ۸۳۱ میلادی) منجم بزرگ آن دوران که از نسل ایرانی بود، واگذار گردید. او در سال‌های ۳۰ ـ ۸۲۹ در بغداد به رصد پرداخت و زیجی تهیه نمود که به زیج ممتحن (مأمونی) مشهور گشت.

(۱۳). method of least squares

(۱۴). TA :Table-Analysis

(۱۵). ابو جعفر محمد بن جریر طبری (۹۲۳ ـ ۸۳۹ میلادی) یکی از بزرگترین مورخین جهان اسلام است که عمر خود را در سفر ایلاد اسلامی گذارند و سرانجام تاریخ جامع خود را، مشهور به تاریخ طبری، که در حقیقت تاریخ جهان تا سال ۹۱۵ میلادی می باشد، به رشته تحریر درآورد. این اثر در جهان عرب به نام Annals شهرت داشته و برای دانشمندان، مورخین و جغرافیدانان آن سرزمین منبع و مرجع بی نظیری به شمار می رود.

(۱۶). هارون الرشید (۸۰۹ ـ ۷۶۶) پنجمین خلیفهٔ عباسی به پیشنهاد و توصیه وزیران خود از خاندان برمک، مدرسه ای در بغداد ساخت که به بیت الحکمه، خزانه الحکمه و یا دارالحکمه مشهور گردید. این مرکز علمی در عهد مأمون که توجه بسیاری به علوم و فلسفه مبذول می داشت، به اوج اعتبار رسید. صاعد اندلسی در کتاب خود طبقات الامم دربارهٔ علاقمندی مأمون به حکمت و دانش، چنین می‌نویسد: «چون خلافت به مأمون هفتمین خلیفه عباسی رسید شروع به طلب علم از مراکز آن کرد و از ملوک روم بخواست تا آنچه از کتب فلسفی ایشان را است به وی فرستند و آنان نیز هر چه از کتب افلاطون و ارسطوطالیس و ابقراط و جالینوس و بطلمیوس و فلاسفه دیگر یافتند نزد او فرستادند. مأمون مترجمان ماهری برگزید و آنان را به ترجمه کتب مذکور بگماشت و آنان نیز تا آنجا که ممکن بود از آن کتب ترجمه کردند. آنگاه مردمان را به خواندن و استفاده از آنها تحریض و به تعلیم آن علوم ترغیب کرد. مأمون با حکما خلوت می کرد و به مناظرهٔ آنان انس داشت و از مذاکرات ایشان لذت می برد.» (به نقل از تاریخ علوم عقلی در تمدن اسلامی نوشتهٔ ذبیح الله صفا، از نشارات دانشگاه تهران ۱۳۴۶، صفحه ۴۴). بدین ترتیب در بیت الحکمه کتابخانه عظیمی بر پا شد و

مترجمین زبردستی مأموریت یافتند تا کتاب ها را از زبان های بیگانه به عربی ترجمه نمایند. برای مطالعه کنندگان و پژوهشگران همه گونه امکانات و وسایل کار در این مرکز علم و دانش مهیا شده بود تا بتوانند در پخش و پیشرفت علوم و معارف کوشش نمایند. به همین جهت، بیت الحکمه بزودی محل آمد و شد معروفترین دانشمندان و حکمای عصر گردید. از اینرو می‌توان و باید بیت الحکمه را مهمترین کانون برای نقل و ترجمه و تدوین علوم در جهان اسلام آن روز به شمار آورد. این مؤسسه علمی تا زمان حمله مغول به بغداد، بر پا بود.

(17). *The Encyclopaedia of Islam*, new edition, Leiden (Brill), 1960.

(18). chronicle.

(۱۹). ساعت آفتابی sun dial یکی از مشهورترین آلاتی است که از قدیم الایام برای اندازه گیری زمان به کار گرفته می شدند. این ساعت متشکل بود از یک صفحه مستوی و مسطح که دو خط رابط شمال و جنوب و مشرق و مغرب روی آن ترسیم شده بودند. علاوه بر این، یک میله نیز که به آن شاخص می گفتند، به طور عمودی بر این صفحه نصب می شد. ساعت مزبور را طوری قرار می دادند که خط شمال و جنوب آن با خط نصف النهار مکان منطبق می شد. در نتیجه ظهر حقیقی هنگامی واقع می شد که سایهٔ شاخص به آن خط می‌رسید. قدیمی‌ترین اشاره‌ای که به ساعت آفتابی شده است، در توزات، سفر دوم، پادشاهان، بند ۲۰، آیات ۹ تا ۱۱ می باشد.

نوع دیگری از ساعت آفتابی، دستگاهی بود به نام شاخص ظلی که یونانیان آنرا gnomon می نامیدند. این ساعت تشکیل می شد از یک صفحه مسطح که روی آن میله ای به نام شاخص یا مقیاس نصب شده بود و علاوه بر خط رابط شمال و جنوب که آنرا خط ظهر می‌نامیدند، دوایر متعددی نیز به مرکز شاخص روی آن نقش شده بودند. اوقات روز را بوسیله سایه شاخص یا مقیاس و به کمک جداول مخصوصی تعیین می کردند. گفته می شود که اولین ساعت ظلی در حدود ۱۱۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در چین اختراع شده است.

(۲۰). آثاری که به خوارزمی منسوب هستند عبارتند از: زیج السند هندالصغیر، کتاب الزیج الاول، الزیج الثانی، کتاب صورة الارض، استخراج تاریخ الیهود، کتاب التاریخ، رسالة اسطرلاب، کتاب الرخامه، کتاب الجمع و التفریق فی حساب الهند و الکتاب المختصر فی حساب الجبر و المقابله.

(۲۱). واژهٔ الگوریتم algorithm که اکنون در تمام زبان ها کم یا بیش به همین شکل به کار می رود، به مجموعه ای از قواعد اطلاق می شود که یکی پس از دیگری باید با دقت کامل رعایت شوند تا بتوان به حل یک مسئله مفروض و یا واقعی نایل شد. هر یک از قواعد باید آنچنان

دقیق و بدون خدشه بیان و تعریف شود که بتوان آنرا برای اجرا و پردازش به یک ماشین و یا یک کامپیوتر سپرد. ریشه این طرز فکر و نحوهٔ عمل در دستورالعمل هایی است که خوارزمی برای حل مسایل حسابی و جبری صادر کرده بود.

(۲۲). براهماگوپتا Brahmagupta (۶۶۵-۵۹۸ میلادی) ریاضیدان و منجم هندی، به شغل معلمی ریاضی در ناحیه بیلامالا Billamala مشغول به کار بود. او در کتاب خود که در حدود سال ۶۲۸ میلادی نوشته شده است، مبانی ریاضی نجوم هندی را همراه با بسیاری از قواعد و قوانین حساب به رشته تحریر در آورده و برخی از آنها را به شعر سروده است.

(۲۳). ابو اسحاق ابراهیم بن الفزاری (سال وفات بین ۷۹۶ و ۸۰۶ میلادی)، ریاضیدان و منجم ایرانی، در دستگاه خلافت منصور (۷۷۵ - ۷۵۴ میلادی) دومین خلیفه عباسی، مشغول به کار بود. هنگامی که یک منجم هندی کتاب سیدهانتای براهماگوپتا را به خدمت منصور آورد، به دستور وی، فزاری مأموریت یافت تا آنرا به زبان عربی ترجمه کند. این ترجمه نزد منجمین اسلامی به السندهندالکبیر معروف شد.

(۲۴). یکی از معتبرترین آثار نجومی دوران ساسانی زیجی بوده است به نام زیج شاهی یا زیج شهریار *zik shatroayar* که ظاهراً در زمان شاپور اول و در حدود سال ۲۶۴ میلادی تدوین شده است. آنگونه که از منابع تاریخی بر می آید، زیج مزبور در دوران پادشاهی انوشیروان و احتمالاً در سال ۵۵۵ میلادی اصلاح و تکمیل گردید. برخی از مورخین تهیه و تدوین این زیج را مربوط به زمان یزگرد سوم می‌دانند. بهر روی این زیج در سدهٔ دوم هجری توسط علی بن زیاد التمیمی به عربی ترجمه شد و از آن پس مبنای کار منجمین مسلمان قرار گرفت.

(۲۵). قاضی صاعد بن احمد الطلیطلی معروف به صاعد اندلسی (متوفی به سال ۱۰۷۰ میلادی) از منجمین بزرگ مسلمان است که در طلیطله زندگی می کرد. کتاب او موسوم به طبقات الامم از منابع و مراجع مهم علم نجوم به شمار می‌رود. او در این کتاب (به نقل از تاریخ علوم عقلی در تمدن اسلامی نوشته ذبیح الله صفا از انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۴۶، صفحه ۲۵) دربارهٔ ایرانیان می‌گوید: «از خصایص مردم ایران توجه آنان است به طب و احکام نجوم و علم تأثیر کواکب در دنیای فرودین و آنان را در باب حرکات کواکب ارصاد قدیم بوده و مذاهب مختلف در فلکیات داشته‌اند».

(۲۶). موقعیت هر نقطه در روی کرهٔ زمین را می توان به کمک مختصات جغرافیایی آن تعیین نمود. این مختصات عبارتند از طول و عرض جغرافیایی آن نقطه، منظور از طول جغرافیایی

longitude یک نقطه، زاویه‌ایست که نصف النهار مکان local meridian آن نقطه با نصف النهار مبدأ prime meridian تشکیل می دهد. طبق یک قرارداد بین المللی که در کنگرهٔ جهانی زمان International Congress on Time در سال ۱۸۸۴ در شهر واشنگتن به تصویب رسید، نصف النهاری که از شهر گرینیچ Greenwich در انگلستان می گذرد، به عنوان نصف النهار مبدأ انتخاب شد (گرینیچ را فارسی زبانان گرینویچ تلفظ می‌کنند). مقدار این زاویه بین صفر و ۱۸۰ درجه در مشرق و یا در مغرب نصف النهار مبدأ تغییر می کند. عرض جغرافیایی latitude یک نقطه در روی زمین، زاویه ای است که قائم مکان در آن نقطه با صفحه استوای زمین تشکیل می دهد (منظور از قائم مکان در یک نقطه، راستای نیروی جاذبه در آن نقطه است که با شعاع کرهٔ زمین انطباق دارد). این زاویه از ۹۰+ تا ۹۰- درجه تغییر می کند. در نتیجه، عرض جغرافیایی نقاط واقع در نیمکرهٔ شمالی مثبت، و عرض جغرافیایی نقاط واقع در نیمکرهٔ جنوبی منفی می باشد. در فرهنگ اصطلاحات نجومی، تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، طول و عرض جغرافیایی به صورت زیر تعریف شده اند: «طول جغرافیایی هر نقطه در زمین عبارت از اندازهٔ قوس نصف النهاری است که از آن نقطه تا خط استوا می‌گذرد بر حسب درجه و هر درجه در این مورد ۴ دقیقه محسوب می‌شود. چون نیم دایره خط استوا را خورشید در ۱۲ ساعت طی می‌کند و این ۱۲ ساعت چون بر ۱۸۰ درجه آن نیم دایره تقسیم کنیم هر درجه ۴ دقیقه می‌شود. امروز طول جغرافیایی را نسبت به نصف النهار گرینویچ می‌سنجند، خواه آن نقطه در مغرب و یا در مشرق این مبدأ باشد. عرض جغرافیایی قوسی است میان معدل النهار و سمت الرأس آن بلد و هر شهری که عرضش هر ۳۳ درجه و ۱۲ دقیقه کمتر باشد، جنوبی و هر چه بیشتر باشد شمالی است. شهرها و کشورهایی که در شمال خط استوا قرار دارند عرض جغرافیایی آنها شمالی و آنهایی که در جنوب خط استوا قرار دارند عرض جغرافیایی آنها جنوبی است.

(۲۷). آدلارد از اهالی باث Adelard of Bath (۱۱۶۰-۱۰۹۰) عالم و فیلسوف انگلیسی است که از طریق ترجمهٔ بسیاری از کتب و رسالات عربی به زبان لاتین، دنیای غرب را با علوم یونانی و اسلامی آشنا ساخت.

(۲۸). ابراهام ابن مائیر Meir مشهور به ابن عزرا (۱۱۶۷ - ۱۰۹۱ م‌میلادی)، ریاضیدان یهودی اندلسی، در طلیطله زاده شد و عمر خود را در قرطبه گذرانید. او نخستین کسی است که آثار دانشمندان مسلمان را به عبری ترجمه نمود و بدین ترتیب سبب ترویج دستآوردهای علمای جهان اسلام در میان یهودیان گردید. بسیاری از ترجمه‌های او بعدها به زبان لاتین و زبان

های دیگر اروپایی برگردانده شدند. این عزرا خود از علم نجوم بهرهٔ فراوان داشت و با آگاهی از اطلاعات ریاضیدانان مسلمان، روش استفاده از دستگاه اعشاری را به قوم خود آموخت.

(۲۹). ابواسحاق ابراهیم بن یحیی النقاش الزرقالی معروف به زرقالی اندلسی (۱۰۸۷ - ۱۰۲۹ میلادی)، از بزرگترین علمای نجوم به شمار می‌رود. وی دلیل صریح حرکت نقطه اوج خورشید را نسبت به ثوابت بیان کرد و سهم عمده‌ای در تألیف زیج طلیطلی که به دستیاری جمعی از منجمین هم عصر خود گردآوری شد، داشت. این زیج مدت‌ها مورد استفادهٔ اخترشناسان غرب قرار گرفت. زرقالی دو ساعت آبی دقیق ساخت که هر دو در طلیطله در زمان آلفونس پادشاه اسپانیا، از مقبولیت فراوان بر خوردار بودند. او در زیج خود موسوم به الصفیحه الزرقالیه چگونگی محاسبه اوساط و تعدیلات را بنا بر روش‌های گوناگون از جمله سندهند بیان کرده است. از او در منابع غربی مربوط به علم نجوم به صورت Azarchiel نام برده می‌شود.

(۳۰). احمد بن کثیر (فیصر) الفرغانی، اهل فرغانه (سال وفات ۸۶۱ میلادی) که در غرب به نام Alfraganus شهرت دارد، یکی از مشاهیر دانشمندان ریاضی و هیئت در عهد مأمون بود و به امر این خلیفه، همراه با دیگر منجمین مشغول رصد اجرام سماوی و ثبت نتایج آن و نیز مطالعه در کلف های خورشید شد. فرغانی مؤلف آثار ارزنده ای چون کتاب فی جوامع علوم النجوم اصول تا حرکات‌السماویه در نجوم است که در سال ۱۱۳۵ توسط هوهانس هیسپالن سیس Johannes Hispalensis به زبان لاتین ترجمه شد و قرن ها در اروپا کتاب مرجع و مورد استفادهٔ منجمین غربی بود.

(۳۱). ابوریحان محمد بن احمد بیرونی (۱۰۵۳-۹۷۳) یکی از نوابغ روزگار و از جمله بزرگترین دانشمندان جهان و دنیای اسلام است. او در خارج (بیرون) از شهر خوارزم نزدیک ساحل جنوبی دریاچه آرال، پا به عرصه وجود گذاشت. بیرونی در تمامی علوم زمان خود استاد بی نظیر بود و دستآوردهایش در همه این دانش‌ها و به ویژه در نجوم شهرهٔ عام و خاص بوده و در اروپا مورد توجه شایان دانشمندان قرار گرفته اند. او بسیاری از معلومات خود را در شاهکار خود قانون مسعودی که آنرا به سلطان مسعود غزنوی تقدیم کرده بود، به رشته تحریر درآورده است.

(۳۲). ابو عبدالله محمد بن سنان بن جابر حرانی البتانی (۹۲۹ - ۸۵۸) که نام او در اروپا به Albategnius مشهور است، از بزرگترین منجمین عالم اسلام به شمار می رود. او رصدکنندهٔ بسیار ماهر و دقیقی بود و جدول های نجومی وی حاکی از دقتی بی‌نظیر در تعیین پارامترها

است. یکی از مسایل مورد توجه خاص او، رقص محوری زمین بود. از آثار مشهور البتانی در علم نجوم، کتاب الزیج است که به دستور آلفونس دهم پادشاه کاستیل به زبان اسپانیایی ترجمه شد و مورد استفادهٔ اروپائیان قرار گرفت. دو ترجمه از زیج او به زبان لاتین که در سال ۱۵۳۷ میلادی در نورنبرگ (آلمان) منتشر شدند، تأثیر بسیاری در پیشرفت علم نجوم در غرب گذاردند. در کتاب تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی نوشته زین العابدین قربانی (تاریخ نگارش ۱۳۵۴)، از انتشارات دفتر نشر فرهنگ اسلامی، دربارهٔ او چنین آمده است: «ابوعبدالله محمد بن جابر بن سنان معروف به بتانی متوفی به سال ۳۱۷ در علم نجوم میان مسلمین همان مقامی را دارد که بطلمیوس در میان یونانیان. وی چهل و یکسال تمام در کار تنظیم رصدهایی که به دقت و شمول شهره بود، وقت صرف کرد و به نتایجی رسید که به طرز شگفت آوری با تحقیقات فلک شناسان عصر ما تطبیق می کند. رصدهای بتانی در زمرهٔ صحیح‌ترین رصدهای نجومی اسلامی به شمار می‌رود. وی افزایش فاصلهٔ اوج خورشید را از زمان بطلمیوس تا زمان خود کشف کرد و از این راه به اکتشاف این امر نائل آمد که خط اوج و حضیض دارای حرکتی است. در اندازه گیری های خود، اندازهٔ سالانه تقویم اعتدالین را ۵۴/۵ و تمایل دایره البروج را ۲۳/۳۵ به دست آورد. وی همچنین روش تازه‌ای برای تعیین زمان رؤیت هلال اکتشاف کرد و تحقیق مفصلی در کسوف و خسوف به عمل آورد. او در تحقیقات خویش، سیصد و شصت و پنج روز و پنج ساعت و چهل و شش دقیقه و بیست و چهار ثانیه بودن سال خورشیدی را مبرهن نمود.

(۳۳). دستگاه شصتگانی و یا سازگان ستینی sexagesimal system به دستگاه شمارشی می‌گویند که در آن، واحد هر مرتبه از ۶۰ واحد قبل حاصل می شود. این دستگاه که بر مبنای عدد ۶۰ بنا شده است، به احتمال زیاد از ابداعات بابلی ها می‌باشد، که اکنون نیز در اندازه گیری زمان (هر ساعت ۶۰ دقیقه و هر دقیقه ۶۰ ثانیه) و اندازه گیری زوایا (مجموع زوایای یک مثلث ۱۸۰=۶۰×۳) به کار برده می‌شود. در زیج های اسلامی بسیاری از مقادیر نجومی در دستگاه شصتگانی محاسبه می شدند که یک دستگاه شمارش موضعی بر پایه عدد ۶۰ می باشد. در نتیجه باید توجه داشت که مثلاً منظور از ارقامی چون ۵۷، ۰، ۳، ۱۵ و ۳۲ عدد زیر در دستگاه شصتگانی می‌باشد:

$$۳۲ \times ۶۰^{۰} + ۱۵ \times ۶۰^{۱} + ۳ \times ۶۰^{-۱} + ۰ \times ۶۰^{-۲} + ۵۷ \times ۶۰^{-۳}$$

مشاهده می شود که ارقام ۵۷، ۰، ۳، ۱۵ و ۳۲ ضرایب توان های مختلف پایه ۶۰ می باشند. یک مثال دیگر مقدار جیب یک درجه قوس است که در دستگاه شصتگانی مساوی با مقدار

$۱ + ۲/(۶۰)^{۱} + ۴۹/(۶۰)^{۲} + ۴۳/(۶۰)^{۳} + ۴/(۶۰)^{۴}$ می باشد و آنرا به صورت ۱;۲,۴۹,۴۳,۴ می نویسند.

(۳۴). حرکت متوسط mean motion در واژه نامه نجوم و اختر فیزیک، ترجمه دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، از انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران ۱۳۷۸، بدین شکل تعریف شده است: «حرکت متوسط به معنای تندی یک سیاره یا قمر آن است در صورتیکه در یک مدار دایره‌ای به شعاع فاصله اش با خورشید یا یک سیاره مرکزی با دورهٔ تناوبی مساوی دورهٔ تناوب حقیقی‌اش حرکت کند.»

(۳۵). منظور از اوج apogee دورترین فاصله ای است که ماه و یا هر ماهواره و به طور کلی هر سیاره بهنگام حرکت در مدار خود با زمین پیدا می کند. در مقابل حضیض perigee عبارت از نزدیک ترین فاصله‌ای است که یک سیاره بهنگام حرکت در مدار خود با زمین خواهد داشت. در فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، در این باره چنین آمده است: «اوج در مقابل حضیض است و به معنی بلندی و ترفع و نقطه ای از مسیر قمر است در اطراف کرهٔ زمین که در آن نقطهٔ ماه بیشترین فاصله را از زمین دارد. حضیض کمترین فاصله ماه است از زمین و کمترین فاصله هر ستاره است نسبت به ستارهٔ اصلی خود. در نجوم قدیم مرکز اصلی زمین بوده. بنابراین، اوج و حضیض فواصل سیارات هفت‌گانه را نسبت به زمین بیان می کرده است. در هیئت جدید ستارهٔ اصلی خورشید است در منظومه خود. در هیئت قدیم چون زمین مرکز بوده اوج و حضیض در نقطه متقابل یکدیگر در فلک به دور زمین بوده است.

(۳۶). اوجین یا اجاین Ujjain یکی از هفت شهر مقدس هندیان است که در شهرستان مالاوا Malawa واقع در دامنه جبال وبندهیا Vindhya قرار دارد. در فرهنگ جغرافی سانسکریت این شهر مرکز کائنات به شمار می رفت، زیرا هندیان بر این باور بودند که اوساط کواکب بر حسب نصف النهاری محاسبه می شود که از این مکان می‌گذرد. اعراب اجین را آزین نامیده و بر این عقیده بودند که طول‌های ج اعراب اجین را جغرافیایی، بنا بر روش هندیان از خط نصف النهار این محل می‌گذرد و از اینرو بر این گمان بودند که این شهر همان قبة الارض است (منجمین اسلامی نقطه ای را که خط استوا و خط نصف النهار مارّ بر نیمهٔ آباد زمین از آن می گذرد، قبة الارض یا قبه می‌نامیدند). به مرور زمان لفظ ازین به ارین تحریف گردید و به معنای اعتدال مطلق (نه روز بلندتر از شب و نه شب بلندتر از روز) در زبان عربی معمول شد.

(۳۷). منظور از تعدیل خورشید solar equation تصحیح اختلاف تعداد روزهای سال شمسی و سال قمری به مقدار کاستن یک روز (۱-) در هر قرن می‌باشد، مشروط بر اینکه آن قرن به جای سال کبیسه با سال معمولی آغاز شود.

(۳۸). میل declination فاصله زاویه ای یک چرم سماوی از استوای سماوی است. این فاصله در شمال استوای سماوی مثبت، و در جنوب آن منفی در نظر گرفته می‌شود.

(۳۹). جیب را اصلاً هندی و جیبا دانسته‌اند. و جیبا در هندی به معنی وتر است و از اصل سنسکریت جیو jiva است و اعراب هنگامی که آنرا از هندیان اخذ کردند بصورت جیب نوشتند و سپس چنان گمان کردند که همان لفظ عربی معروف است و آنرا جیب تلفظ کردند در صورتیکه میان جیب جامه و این جیب مثلثاتی هیچ رابطه ای وجود ندارد. در یک دایره مثلثاتی که شعاع آن واحد است، سینوس (جیب) یک زاویه یا یک کمان، طول عمودی است که از انتهای کمان بر قطری که از مبدأ کمان می گذرد فرود می آید. در محاسبات نجومی وتر به کار نمی‌رود بلکه نیمه آن به نام جیب مورد استفاده است. جیب های نجومی عبارتند از: جیب مستوی یا جیب راست، جیب تمام، جیب معکوس یا باشگونه. جیب راست sinus عمودی است که از یک طرف قوس وارد بر قطر دایره شود. و نصف وتر عمود بر قطر دایره را نیز جیب گفته اند (به نقل از فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱)

(۴۰). جمال الدین علی بن یوسف القاضی ابن القفطی (۱۲۴۸ ـ ۱۱۷۲ میلادی) از اهالی مصر بود و صاحب اثر مشهور تاریخ الحکما می‌باشد. از تصنیفات متعدد او جز معدودی، اثری باقی نمانده است. ابن القفطی مدت‌ها در حلب به قضاوت مشغول بود و با بزرگان زمان خود مراوده داشت.

(۴۱). ماکزیمم maximum یا بیشینه، بزرگترین مقدار یک متغیر در یک فاصله معین می‌باشد. ماکزیمم آن مقدار از متغیر است که از مقادیر اطراف و نزدیک خود بزرگتر باشد. لذا ماکزیمم را نباید بزرگترین مقدار متغیر در تمام دامنه تغییرات تصور کرد. مقدار ماکزیمم با مقدار حداکثر تفاوت دارد. ماکزیمم یک تابع یا متغیر وقتی است که آن متغیر در تغییرات پیوسته خود از یک سیر صعودی به سیر نزولی تغییر وضع بدهد. (به نقل از فرهنگ علوم تجربی و ریاضی تدوین و تهیه توسط گروهی از کارشناسان وزارت آموزش و پرورش و استادان دانشگاه، چاپ دوم، تهران ۱۳۷۵)

(۴۲). در اصطلاح نجوم به اختلاف بین یک بیضی و یک دایره، خروج از مرکز یا بیرون مرکزی

eccentricity می گویند که میزان آن به فاصله بین دو کانون بیضی بستگی دارد. مقدار بیرون مرکزی را با تقسیم فاصله دو کانون بیضی به دو برابر قطر بزرگتر بیضی، محاسبه می‌کنند.

(۴۳). منطقة البروج zodiac را در علم نجوم به صورت نواری به پهنای ۱۶ درجه (۸ درجه بالای دایرة البروج و ۸ درجه زیر آن) تصور می‌کنند که در کرهٔ سماوی قرار دارد. این نوار فرضی مستدیر که در حقیقت مدار حرکت انتقالی زمین به دور خورشید را مشخص می کند. از آنرو منطقة البروج نامیده می شود زیرا که ظاهراً در برگیرندهٔ صور فلکی مشخصی است که به آنها اصطلاحاً بروج می‌گویند. منطقة البروج به ۱۲ بخش مساوی (هر بخش ۳۰ درجه) تقسیم می‌شود که در هر یک از آنها یکی از صور فلکی و یا یکی از برج‌ها قرار دارد. صور مزبور عبارتند از حمل یا بره، ثور یا گاو، جوزا یا دوپیکر، سرطان یا خرچنگ، اسد یا شیر، سنبله یا دوشیزه، میزان یا ترازو، عقرب یا کژدم، قوس یا کمان، جدی یا بزغاله، دلو یا آبگردان و بالاخره حوت یا ماهی. کرهٔ زمین در طی حرکت انتقالی خود در هر ماه شمسی در مقابل یکی از این برج‌های دوازده‌گانه قرار می گیرد. لیکن از نظر ساکنین زمین، این خورشید است که از جلوی این صور فلکی عبور می‌کند.

(۴۴). منظور از درونیابی خطی linear interpolation تعیین و به عبارت دیگر تخمین مقادیر یک عامل متغیر می باشد که بین دو یا چند مقدار معین آن متغیر قرار می‌گیرند. این عمل معمولاً از طریق تناسب و یا ترسیم نمودار متغیر انجام می‌شود.

(۴۵). solar declination

(۴۶). اریبی یا تمایل obiliquity که منظور از آن در اینجا اریبی یا تمایل دایرة البروج obliquity of the ecliptic می باشد، زاویه ای است که تحت آن، استوای سماوی، دایرة البروج را قطع می کند. مقدار این زاویه بین بیست و یک درجه و پنجاه و پنج دقیقه و بیست و چهار درجه و صد و هشتاد دقیقه زاویه بوده و به علت رقص محوری زمین و حرکت تقدیمی اعتدالین، همواره در حال نقصان آهسته و تدریجی می‌باشد. مقدار این زاویه در سال ۲۰۰۰ میلادی، بیست و سه درجه و بیست و شش دقیقه و سی و چهار ثانیه بوده است.

(۴۷). جداول نجومی بطلمیوس، معروف به جدول های دستی Handy Tables مورد استفادهٔ منجمین بعد از او بودند.

(۴۸). عرض قمر Lunar latitude (رجوع شود به توضیح مربوط به عرض سیارات). (۴۹). ابواحسن علی بن احمد بن یونس صدفی (سال وفات ۱۰۰۹ میلادی) مشهور به ابن یونس، یکی از بزرگترین منجمین مسلمان می باشد. او در مصر متولد شد و در جوانی به رصدهای

نجومی پرداخت. یکی از تألیفات عمدهٔ ابن یونس زیج کبیر حاکمی است که او آنرا به الحاکم بامرالله، خلیفهٔ فاطمی مصر اهدا نمود. یک نسخهٔ منحصر به فرد از این زیج در کتابخانهٔ لیدن موجود است. زیج ابن یونس از شهرت و اعتبار فراوانی برخوردار بوده و بیش از هر زیج دیگری تاکنون مورد بررسی و تحقیق دانشمندان غرب و شرق قرار گرفته است.

(۵۰). در کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی نوشته ا. ا. کندی، ترجمهٔ محمد باقری، انتشارات شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۴، در بارهٔ تعدیل سیارات Planatary equations چنین آمده است: «بر اساس نظریه بطلمیوسی، چون خورشید فلک تدویر (epicycle) ندارد، تنها یک ناهمسانی در حرکتش دیده می‌شود که به خاطر خروج از مرکز مدار آن است و مستقیماً محاسبه و در جدول ذکر می‌شود. اما در حرکت میانگین (متوسط) ماه و پنج سیاره، دو تعدیل مستقل وارد می شود. یکی تعدیل اول به سبب خارج از مرکز بودن مرکز فلک تدویر بر فلک حامل (deferent) و دیگری تعدیل ثانی ناشی از موضع خود سیاره روی فلک تدویر. بطلمیوس به جای آنکه تعدیل مرکب را مستقیماً بر اساس نظریه خود و برای تغییر دو متغیر مستقل حساب کند این محاسبه را به صورتی ساده کرد، بی‌آنکه کاهش محسوسی در دقت آن پدید آید. (۵۱). از ابن هینتا، یک نسخه خطی منحصر به فرد به نام کتاب المغنی فی النجوم باقی مانده است که در آن از جمله اطلاعاتی دربارهٔ علم نجوم در ایران زمان ساسانیان (زیج شاه) می توان یافت.

(۵۲). آنومالی anomaly (انحراف) اصطلاحی است که برای توصیف مکان یک سیاره در مدارش به کار می رود. آنومالی حقیقی زاویهٔ بین حضیض خورشید و سیاره در جهت حرکت سیاره است. آنومالی متوسط زاویهٔ بین حضیض خورشید و یک سیاره موهوم است که همان پریود سیارهٔ حقیقی را دارد به فرض آنکه با سرعت ثابت در حرکت باشد. (به نقل از فرهنگ علوم تجربی و ریاضی، تدوین و تهیه توسط گروهی از کارشناسان وزارت آموزش و پرورش و استادان دانشگاه، چاپ دوم، تهران ۱۳۷۵). این مفهوم در واژه نامهٔ نجوم و اختر فیزیک، ترجمهٔ دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، چاپ اول، تهران ۱۳۷۸، به صورت زیر تعریف شده است: «آنومالی در مکانیک سماوی، زاویه بین بردار شعاع یک جسم در حال دوران از جسم اولیه (کانون بیضی مداری) و خط اوج و حضیض مدار که در جهت مسیر از نقطه ای به اولیه نزدیک می شود.می باشد.

(۵۳). در کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی نوشته ا. ا. کندی، ترجمهٔ محمد باقری، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۴، توضیح زیر در رابطه با ایستگاههای سیارات

Planatary stations آورده شده است: «در حین ایجاد مسیرهای حلقوی، لحظه ای می رسد که پیشروی سیاره متوقف می شود. در این حالت می‌گویند سیاره در مقام اول (ایستگاه اول) یا در رجعت است. سپس، راجع می‌شود و پس از مدتی دوباره در مقام ثانی (ایستگاه دوم) یا استقامت می‌ایستد و پس از آن به حرکت مستقیم خود ادامه می دهد و مقیم خوانده می شود.»

(۵۴). عرض سیارات Planatary latitudes: جالب ترین پدیده در حرکت سیارات، مسیرهای ظاهری حلقوی شکل آنها بین ستارگان ثابت است. سیارات دارای حرکت های رجوعی (واپسگردی) متناوب هستند، ولی حلقه‌ها هیچ گاه تکرار نمی شوند. هر نظریه مربوط به سیاره باید توضیحی برای این پدیده داشته باشد. پس مدل مزبور باید بتواند سیاره را بالا و پایین دایرهٔ البروج بکشاند یعنی عرض سیاره عموماً باید غیر صفر باشد. بعلاوه، برای همخوانی با مشاهده، حداکثر عرض باید وقتی حاصل شود که سیاره در نزدیکترین موضع به زمین یعنی در حضیض فلک تدویر یا نزدیک به آن واقع باشد. بطلمیوس توانست چنین نظریه ای پدید آورد، گرچه قبل از وی نیز تلاش هایی در این زمینه شده بود. (به نقل از کتاب پژوهشی در زیجهای دورهٔ اسلامی نوشته ا. ا. کندی، ترجمه محمد باقری، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۴)

(۵۵). گره یا عقده node یکی از دو نقطه ای است که در آنجا مدار یک سیاره صفحه مرجع، به عنوان مثال صفحه دایرهٔ البروج و یا صفحه استوای آسمانی را قطع می‌کند. بهنگام حرکت جرم آسمانی از جنوب به شمال، آن را راگرهٔ فرودین (نزولی) descending node و بالعکس بهنگام حرکت آن از شمال به جنوب آنرا گرهٔ فرازین (صعودی) ascending node می‌نامند (عقدهٔ جنوبی یا مجازالجنوب یا عقدهٔ ذنب؛ عقدهٔ شمالی یا مجازالشمال یا عقدهٔ رأس).

(۵۶). پیش بینی و پیشگویی زمان رؤیت هلال ماه lunar visibiliy و به طور کلی ظهور و غیاب سیارات، نقش عمده ای را در شکوفا شدن علم نجوم بازی کرده است. با ظهور اسلام، مسائل مربوط به رؤیت ماه مورد توجه ویژه واقع شدند. این امر تا حدودی ناشی از این بود که تقویم هجری بر مبنای سال قمری است و ماه رمضان در هر محلی عملاً بر اساس رؤیت هلال ماه نو آغاز می گردد.

(۵۷). دایره البروج ecliptic مسیر ظاهری و سالیانه خورشید در کرهٔ سماوی است. این مسیر، دایره عظیمه‌ای از کرهٔ سماوی است که با صفحه استوای سماوی زاویه‌ای برابر با ۲۳°۵ یا ۲۳°۲۷ تشکیل داده (اریبی یا تمایل) و آنرا در نقاط اعتدال ربیعی (اعتدال بهاری، اول

فروردین)، اعتدال خریفی (اعتدال پاییزی، اول مهر)، انقلاب صیفی (انقلاب تابستانی، ۳۱ خرداد)و انقلاب شتوی (انقلاب زمستانی، اول دی) قطع می‌کند.

(۵۸). جیب معکوس (= جیب باشگونه) versed sine سهم دوتوی قوس است و اگر خواهی گویی: «آن خطی است که میان آغاز قوس باشد و میان آن سر جیب که برابر اوست و بزرگترین جیب های باشگونه همه قطر است. (التفهیم /۹) (به نقل از فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱)

(۵۹). در فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، تحت عنوان کردجات چنین آمده: «کردجات - جدول نجومی، جدول تقویمی، جمع کردجه و کردج، معرب «کرده» و (کردک) از کرد و کرت؛ در فارسی به لغت «کردو» بر می خوریم، به معنی قسمتی از زمین که جدول بندی شده و برای کاشتن سبزی و تره بار آماده می شود». خوارزمی نیز کردج را فارسی دانسته و گوید: «الکردجه کلمه فارسیه معناها القطعه یسمی بها بعض الجدول کردجات تشبیها بقطاع الارضین» (مفاتیح العلوم / ۱۳۰). بیشتر خاورشناسان و نخستین کس از ایشان «رینو» عقیده دارند که لفظ «کردج» دخیل و از هندی وارد زبان عربی شده است و اصل آن «کرمجیا» karamjia یعنی وتر مستوی بوده است. این نظر شاید با گفته قاضی اندلسی بی ارتباط نباشد که گفته است: «ان قدم علی الخلیفه المنصور فی سنه ست و خمسین و ماه رجل من الهند. عالم بالحساب المعروف بالسندهند فی حرکات النجوم مع تعاویل معلوم علی کردجات.» اما قاضی ساعد مذکور نگفته است که «کردجات» لفظ هندی است و شباهت کم ظاهری لفظی «کردجات» و «کرمجیا» نمی‌تواند تنها دلیل یکی بودن این دو کلمه باشد، بخصوص که در معنی نیز با هم متفاوتند.

(۶۰). بعد یا زاویهٔ بعد right ascension و میل declination مختصاتی هستند که موضع و موقعیت یک جرم سماوی را در کرهٔ سماوی مشخص می کنند. منظور از بعد که به صورت RA کوته نوشته می شود، فاصله بین نقطه اعتدال بهاری و دایرهٔ ساعتی مبدأ است که از جرم مورد نظر عبور می کند. دایرهٔ ساعتی مبدأ، دایره‌ای است که از نقطه عبور می کند و این نقطه عبارت است از موضع خورشید بر استوای سماوی در ابتدای فصل بهار (اعتدال بهاری یا ربیعی)، یعنی هنگامیکه خورشید از نیمکرهٔ جنوبی وارد نیمکرهٔ شمالی می شود. زاویهٔ بعد در امتداد استوای سماوی و به سمت شرق ترسیم می شود و واحد سنجش آن، ساعت و دقیقه و ثانیه می باشند. یک ساعت زاویه بعد برابر است با ۱۵ درجه. زاویه بعد در کرهٔ سماوی، نقش طول جغرافیایی یک مکان را در کرهٔ زمین دارد. میل یک جرم سماوی عبارت

از زاویه ای است که شعاع بصری مار بر آن، با صفحه استوای سماوی تشکیل می دهد. اگر جرم مزبور در نیمکرهٔ شمالی باشد، میل آن مثبت و بین صفر و ۹۰+ درجه و اگر در نیمکرهٔ جنوبی باشد و میل آن منفی و بین صفر و ۹۰- درجه خواهد بود.

(۶۱). بنا به تعریفی که در واژه نامهٔ نجوم و اختر فیزیک، ترجمهٔ دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، چاپ اول، تهران ۱۳۷۸، آمده است، منظور از اصطلاح نجومی صعود مایل oblique ascension قوسی از استوای سماوی یا زاویه‌ای در قطب سماوی است، بین دایرهٔ ساعتی اعتدال بهاری و دایرهٔ ساعتی عبوری از تقاطع استوای سماوی و افق شرقی در لحظهٔ طلوع نقطه ای بر روی کرهٔ مایل که از دایرهٔ اعتدال بهاری به سمت شرق تا ۲۴ ساعت اندازه گیری شده است.

(۶۲). shadow length (cotangent) (کوتانژان، ظل اتمام، ظل الثانی).

(۶۳). true solar and lunar motion.

(۶۴). جعفر بن محمد مشهور به ابو معشر بلخی (۸۸۶ ـ ۷۸۷ میلادی) که در غرب به نام Abulmasar معروف است، از منجمین جهان اسلام است که کار علمی خود را زمان خلافت مأمون شروع کرد. او در موضوعاتی همچون تقویم عربی پیش از اسلام و گاهشماری دوران نخستین خلفا مهارت یافت و حرکات سیارات را محاسبه کرده و تأثیر ماه را در مسئله جزر و مد بررسی نمود. این دستآوردها بعدها در غرب مورد توجه فراوان قرار گرفته و سبب شدند که صیت شهرت او به سراسر اروپای سده های میانی را یابد. ابو معشر دارای تألیفات عدیده در نجوم بود که برخی از آنها هنوز در ترجمه لاتین وجود دارند.

(۶۵). آرگومنت argument در ریاضیات به متغیر یک تابع function گفته می‌شود. به عبارت دیگر، آرگومنت تابع f(x) متغیر x است. در زبان فارسی، به پیشنهاد مرحوم غلامحسین مصاحب، از واژهٔ «شناسه» برای رسانیدن مفهوم آرگومنت استفاده می‌شود. لیکن در ترجمهٔ مقاله حاضر، ترجیح داده شد که برای جلوگیری از سوء تفاهم های احتمالی، واژهٔ آرگومنت به کار برده شود.

(۶۶). مقابله opposition موضع دو جسم سماوی را که طول های سماوی یا زوایای ساعتی نجومی با اختلاف ۱۸۰ درجه دارند، بیان می کند. کلمه مقابله معمولاً فقط در رابطه با موضع یک سیاره علیا یا ماه نسبت به خورشید به کار می‌رود (به نقل از واژه نامه نجوم و اختر فیزیک ترجمه دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، چاپ اوّل، تهران ۱۳۷۸). در فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، واژهٔ مقابله چنین

تعریف شده است: «مقابله (تمام دشمنی) یعنی قرار گرفتن زمین و خورشید و یک سیاره که مسیر آن به دور خورشید و خارج مسیر کرهٔ زمین است، در یک خط. در این موقع اختلاف طول آسمانی آن سیاره با خورشید ۱۸۰ درجه است. و نیز این حالت مابین دو برج در دایرهٔ البروج دیده می‌شود و برج هایی که با هم حالت مقابله یا تمام دشمنی دارند عبارتند از حمل با میزان، ثور با عقرب، جوزا با قوس، سرطان با جدی، اسد با دلو، سنبله با حوت».

(۶۷). مقارنه conjunction وضعیتی است که در آن دو جسم سماوی، طول سماوی یا زاویه نجومی یکسانی دارند. به زمانی که در آن این مقارنه صورت می گیرد، نیز مقارنه گویند (به نقل از واژه‌نامه نجوم و اختر فیزیک ترجمهٔ دکتر محمد تقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، چاپ اوّل، تهران ۱۳۷۸). در فرهنگ اصطلاحات نجومی تألیف دکتر ابوالفضل مصفی، چاپ سوم، تهران ۱۳۸۱، این اصطلاح نجومی به گونه زیر بیان شده است: «دو جرم سیارهٔ فلکی وقتی دارای بعدهای مساوی هستند در حال مقارنه اند. مثلا خورشید و ماه بهنگام ماه نو (هلال) در حال مقارنه اند. اگر سیاره ای بین زمین و خورشید باشد مقارنه سفلی و اگر خورشید بین سیاره و زمین باشد مقارنه علیا گویند. این حالت را اتصال و اقتران نیز گفته اند و کواکب را درین وضع متصل و مقترن گویند.»

(۶۸). خسوف lunar eclipse در اصطلاح گرفتگی ماه است و این حالت هنگامی دست می‌دهد که کرهٔ زمین طوری بین ماه و خورشید قرار گیرد که سایه زمین بر روی ماه می‌افتد. از انواع خسوف می‌توان از خسوف جزئی، خسوف حلقوی و خسوف کلی نام برد (واژهٔ eclipse در زبان انگلیسی به طور کلی به گرفتگی گفته می شود).

(۶۹). منظور از اختلاف منظر parallax به طور کلی تغییر موضع نسبی یک جسم است هنگامیکه ناظر از دو نقطه مختلف به آن بنگرد. در علم نجوم، اختلاف منظر بدین معناست که هرگاه یک جرم آسمانی توسط ناظری از روی زمین رصد شود، موضع ظاهری اش در کرهٔ سماوی با آنچه که از راه محاسبه به دست می‌آید، اندکی تفاوت خواهد داشت. از آنجا که ماه به قدر کافی به کرهٔ زمین نزدیک است، تعیین اختلاف منظر آن در محاسبات مربوط به کسوف (خورشید گرفتگی) حایز اهمیت می باشد. موضع یک ستارهٔ معین را بر حسب موقعیت ناظر روی زمین، نسبت به دو ستارهٔ دیگر نشان می دهد. اختلاف منظر دو گونه است: افقی و ارتفاعی.

(۷۰). احمد بن عبدالله مروزی مشهور به حبش حاسب (تاریخ وفات بین سال‌های ۸۶۴ و ۸۷۵) از اهالی مرو و در دوران خلافت مأمون و معتصم عباسی در بغداد به کار مشغول بود.

به او دو زیج نسبت داده می‌شود، یکی «الزیج الدمشقی» و دیگری «الزیج المأمون». دستآوردهای او در مثلثات از اهمیّت بسیاری برخوردار هستند. منجمین اسلامی برای مشخص ساختن عکس سینوس، نام های خاصی به کار می‌بردند مانند جیب منکوس و سهم. در کتاب زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی به ویراستاری حسین معصومی همدانی، از شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۵۶، صفحات ۳۷۵ تا ۳۹۶، آورده شده است که جیش حاسب به احتمال قوی نخستین ریاضیدانی بوده که مفاهیم مثلثاتی سینوس و کسینوس را به روشنی و بدین گونه تعریف کرده است: «عمودی که از محیط دایره بر قطر فرود آید، سینوس (جیب مبسوط) قوس محصور بین قطر و آن نقطه محیط است. فاصله میان محیط و عمود وارد بر قطر، عکس سینوس (جیب معکوس) قوس مذکور است.»

(۷۱). کسوف یا خورشید گرفتگی solar eclipse زمانی به وجود می آید که ماه طوری بین زمین و خورشید قرار گیرد که سایه زمین بر روی خورشید افتاده و در نتیجه تمام یا قسمتی از خورشید را از انظار پنهان نماید. از اینرو از کسوف کلی و کسوف جزئی صحبت می شود. بطور کلی باید گفت که خسوف و یا کسوف تنها اختصاص به ماه و یا خورشید ندارند. گرفتگی هر یک از سیارات را می‌توان خسوف یا کسوف نامید.

(۷۲). equation of the houses برج یا بیت house (جمع: بروج یا بیوت) در اصطلاح نجومی عبارت از قوسی است برابر با یک دوازدهم دایرهٔ عظیمه منطقة البروج. هر یک از این قوس ها به نام یکی از صور فلکی و یا ماه های شمسی نامیده می‌شود.

(۷۳). projection of the rays در همه ادوار، بسیاری از مردمان را باور بر این بوده و هنوز نیز هست که هر سیاره ای بر سیارات دیگری که در نیمه دایرهٔ البروج پشت این سیاره، قرار دارند، با فرستادن پرتوهایی، تأثیر می گذارد.

(۷۴). فضل دور excess of revolution که اصطلاح لاتین آن revolutio anni می باشد، عبارت است از میزان فزونی سال خورشیدی بر سال ایرانی ۳۶۵ روز، که بر حسب درجه گردش شبانه روزی (۳۶۰° = ۲۴ ساعت) بیان می‌شود. در بسیاری از زیج‌ها جدولی برای فضل دور آورده شده است. در برخی از این جدول ها سال اعتدالی و در برخی دیگر سال نجومی به کار رفته است.

(۷۵). سال نجومی sidereal year زمانی است که خورشید برای بازگشت به یک ستارهٔ ثابت مفروض لازم دارد. این سال برابر است با ۳۶۵.۲۵۶۴ روز خورشیدی متوسط و اندکی طولانی تر از سال انقلابی. سال انقلابی به آن سال خورشیدی می گویند که شروع آن از یکی

از دو نقطه انقلابی است.

(۷۶). عبور culmination موضع یک جسم آسمانی است هنگامیکه در بلندترین ارتفاع ظاهری باشد.

(۷۷). local mean solar time.

(۷۸). virtual equatorial mean sun.

(۷۹). دوره epoch یک لحظهٔ به خصوص برای داده های معینی که صحیح‌اند، می‌باشد. مثلاً مواضع ستاره در یک فهرست نجومی و در دورهٔ ۱۳۲۹ شمسی/۱۹۵۰ میلادی. (به نقل از «واژه نامه نجوم و اختر فیزیک» ترجمهٔ دکتر محمدتقی عدالتی و دکتر جمشید قنبری، چاپ اول، تهران ۱۳۷۸)

(۸۰). کیا ابوالحسن کوشیار بن لبان گیلی (به عربی: جیلی)، در اوایل قرن یازدهم میلادی می زیست و در علوم ریاضی و نجوم استاد بود. کتاب اصول حساب الهند او از اینرو از اهمیت بسیار بر خوردار است زیرا که قدیمی‌ترین اثری است که در آن ارقام هندی به کار رفته و دستگاه شمارش اعشاری با ارزش موضعی این ارقام، تشریح شده اند. آثار او در زمینه علم نجوم عبارتند از المدخل فی صناعت احکام النجوم و زیج جامع که نسخه‌هایی از کتاب اخیر در برلین و لیدن موجود هستند.

(۸۱). غیاث الدین جمشید بن مسعود بن محمود کاشانی (سال وفات: ۱۴۲۹) که اروپاییان او را الکاشی می نامند، از برجسته‌ترین ریاضیدانان و منجمین جهان اسلام به شمار می رود. او محاسبی ماهر بود و آلات و ادوات دقیقی برای رصد اختراع نمود و به دعوت الغ بیگ حکمروای دانشمند سمرقند، به آنجا رفت تا در رصدخانه مشهور سمرقند به فعالیت بپردازد. او زیج خود را که به زیج خاقانی معروف است، به الغ بیک اهداکرد. از بین کتاب های علمی و فنی او که هر یک در نوع خود بی نظیر هستند، می توان از رساله محیطیه نام برد که شاهکار او در علم حساب می باشد. یکی از کارهای شگفت انگیز کاشانی محاسبه عدد π است که از نقطه نظر دقیق بودن، تا صد و پنجاه سال بعد از او در دنیای ریاضیات بی‌نظیر بود. او توانسته بود که این عدد را تا ۱۶ رقم بعد از ممیز به صورت 2π - ۶،۲۸۳۱۸۵۳۰۷۱۷۹۵۸۶۵ تعیین نماید.

(۸۲). method of Gauss-Newton.

(۸۳). فاصلهٔ اطمینان confidence interval مقوله‌ایست که در بررسی‌های آماری به کار می‌رود و منظور از آن، یک فاصله عددی است که برآورد آماری، با احتمال معین در فاصله

قرار می گیرد. مثلاً اگر بگوییم که سن متوسط جوانان کشور، با احتمال ۹۵٪ بین دو مقدار ۲۰ و ۲۵ سال می باشد، این دو عدد فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصدی برآورد فوق می باشد.

(۸۴). دامنه amplitude بیشترین اندازهٔ تغییرات یک کمیت متناوب در جهت مثبت یا منفی می باشد. این واژه بیشتر در مورد تغییرات سینوسی به کار می رود.

(۸۵). displaced solar equation.

(۸۶). یحیی بن ابی منصور منجم بزرگ در نیمه اول قرن نهم میلادی زندگی می کرد (سال وفات در حدود ۸۳۱ میلادی) و در دربار مأمون از مرتبتی بلند برخوردار بود. او منجم زبردستی از اهل طبرستان بود که به بغداد هجرت نمود و به دستور مأمون در ساختن رصدخانه شماسیه بغداد و قاسیون دمشق فعالیت نمود. زیج مشهور ممتحن (رجوع شود به یادداشت مربوطه) از تألیفات اوست. این زیج مجموعه جداول نجومی است که ماحصل رصدهای منجمین دربار مأمون، تحت ریاست ابی منصور می باشد. در کتابخانهٔ اسکوریال یک نسخه منحصر به فرد از این زیج تحت عنوان زیج المأمونی للممتحن موجود است.