مجلّهٔ تاریخ علم، شماره دوم، پاییز ۸۳، ص۶۱ ـ۹۱

محاسبهٔ رایانه‌ای بهترین کبیسه‌بندی در گاهشماری هجری شمسی [۱]

موسی اکرمی [۲]

چکیده

طول سال حقیقیِ خورشیدی با عوامل گوناگونی تغییر می‌کند به گونه‌ای که محاسبهٔ دقیق آن برای هر سال بسیار دشوار است. از این رو به نظر نگارنده، تقویم‌نگاری خورشیدی باید بر اساس طول سال متوسط خورشیدی بنا گردد. این طول سال متوسط خود یک عدد صحیح نیست (۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز). از این رو در تقویم‌نگاری خورشیدی باید کبیسه‌گیری خاصی منظور گردد تا انطباق هرچه بیشتری میان طول سال تقویمی و طول سال طبیعی پدید آید. مطابق قانون مصوب ۱۳۰۴ ش مجلس شورای ملی، گاهشماری کنونی ایرانی یک گاهشماری خورشیدی است. اما قانون دربارهٔ طول سال خورشیدی و چگونگی کبیسه‌گیری سکوت کرده است و این امر موجب اختلاف بسیار میان تقویم‌نگاران کشور شده است.

نگارنده با اعتقاد به *لزوم پذیرش طول سال متوسط خورشیدی* کوشیده است با محاسبهٔ رایانه‌ای بهترین کبیسه‌بندی را در دوره یا دوره‌های مناسب به دست آورد. برپایه این محاسبات دورهٔ ۲۸۲۰ سالی، با کبیسه‌بندی ویژه، *بهترین دورهٔ ممکن* برای هر گاهشماری خورشیدی مطلوب، از جمله گاهشماری کنونی ایرانی، است به گونه‌ای که با این دوره و کبیسه‌بندی ویژهٔ آن *دقیق‌ترین تقویم ممکن* به دست می‌آید، و، تصویب قانونی آن می‌تواند به اختلاف موجود میان

---

۱. بر پایهٔ سخنرانی ارائه شده در سمینار گاهشماری ایرانی که توسط بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی در بهمن‌ماه ۱۳۷۶ برگزار شد.

۲. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد علوم و تحقیقات.

تقویم‌نگاران پایان دهد.

کلیدواژه‌ها: گاهشماری، طول سال متوسط خورشیدی، کبیسه‌گیری، گاهشماری جلالی، گاهشماری کنونی ایرانی، گاهشماری جهانی، دورهٔ ۲۸۲۰ سالی.

مقدمه

در گاهشماریها معمولاً روزهای یک سال و تحویل سال ثبت می‌شوند. گاهشماریها یا قمری، یا شمسی، و یا قمری - شمسی‌اند. گاهشماری قمری بر سال قمری، و دو گاهشماری دیگر بر سال خورشیدی استوارند. آغاز سال به سنتهای دینی ـ ملّی ملّتهای مختلف وابسته است.

نظر به اینکه طول سال شمسی مضرب درستی از روز نیستند، در هیچ یک از سه نوع گاهشماری فوق لحظهٔ تحویل دو سال پیاپی، در هریک از سه نوع گاهشماری، یکسان نیست و این مهم‌ترین دغدغهٔ همهٔ دلبستگان به گاهشماری بوده است.

سال شمسی [/ سال فصلی/ سال اعتدالی/ سال برجی] مدّت زمان یک بار دوران زمین به دور خورشید است. با توجه به حرکت ظاهری خورشید سال مدّت زمان بین دو عبور پیاپی خورشید از یک نقطهٔ خاص، بر نوار دایرة البروج، مثلاً نقطهٔ اول حَمَل [نقطهٔ اعتدال بهاری]، است.

دقیق‌ترین طول سال خورشیدی را نیوکم[1] محاسبه کرده است که (برای دی‌ماه ۱۲۷۹ش/ ژانویهٔ ۱۹۰۰ م ۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز است (اکرمی، ص ۲۷).

به سبب بیضی بودن مدار زمین، پیشروی نقطه‌های اعتدال بر روی دایرة البروج، حرکت حضیض خورشیدی، تأثیر گرانشی ماه، و حتّی تاثیر گرانش سیاره ها، و... طول سال خورشیدی حقیقی ممکن است حتّی تا حدود ۳۳ دقیقه تغییر کند (ملک پور،

1. Newcom

ص ۲۹).

افزون بر این، طول سال در هر سال به اندازه $۶/۱۴\times۱۰^{-۸}$ روز، یا ۰/۰۰۵۳۰۴۹۶ ثانیه کاهش می‌یابد.

اگر طول سال شمسی دقیقاً ۳۶۵ روز بود، در تحویل سال و نگهداری حساب زمان مشکلی روی نمی‌داد. همچنین هر گاه طول سال خورشیدی دقیقاً ۳۶۵/۲۵ روز می‌بود کاملاً امکان داشت که سه سال را ۳۶۵ روزه بدانیم و سال چهارم را ۳۶۶ روزه بشمریم.

واقعیت این است که باستانیان در چاره‌جویی برای کسر سال خورشیدی به شیوه‌های گوناگونی متمسک می شدند. یکی از ساده‌ترین شیوه‌هایی که نخست با آزمون و خطا مناسب تشخیص داده بودند، همان کبیسهٔ چهار سالی (با طول سال ۳۶۵/۲۵ روز) بود. امّا معلوم شد که کبیسهٔ چهار سالی کاملاً دقیق نیست و طول سال کوتاهتر از ۳۶۵/۲۵ روز است. این مشکل از دو راه حل می‌شد:

۱. پذیرفتن طول سال قراردادی و کبیسه‌های قراردادی، و بی‌توجّهی به انطباق سال تقویمی و سال طبیعی در کوتاه‌مدّت.

۲. تلاش برای نزدیک کردن سال تقویمی به سال طبیعی و انطباق دادن آن دو در بازهٔ زمانیِ نه چندان زیاد.

کبیسه‌بندی در ایران

در ایران از زمان باستان تلاشهای گوناگونی صورت گرفته است تا با ابداع کبیسه‌بندی مناسب هم طول دقیق‌تر سال منظور شود و سال تقویمی به سال طبیعی هر چه نزدیکتر گردد و هم بتوان سالهای بس دورِ گذشته و آینده را به لحاظ آرایش کبیسه ها پیش‌بینی کرد. چنین است که در طول تاریخ تمدّن ایرانی کبیسه‌بندیهای گوناگونی مستقل از هم به قرار زیر مطرح بوده‌اند:

ـ کبیسه‌های چهار سالی و پنج سالی در زیردوره‌های ۲۹ سالی و ۳۳ سالی و ۳۷ سالی، دورهٔ ۱۱۶ سالی، دورهٔ ۱۲۰ سالی، دورهٔ ۱۴۰۴ سالی، دورهٔ ۱۴۰۸ سالی، دورهٔ

۱۴۲۸ سالی، دورهٔ ۱۴۴۰ سالی، دورهٔ ۱۴۶۱ سالی، دورهٔ ۱۵۰۸ سالی، دورهٔ ۲۸۲۰ سالی.

همچنین منجمان و پژوهشگران تقویم، بر پایهٔ رصد یا محاسبه، عددهای گوناگونی برای طول سال عرضه کرده اند.

بر پایهٔ کبیسه‌بندیهای مشهور، مقادیر کمابیش دقیقی برای کسر سال به دست می‌آیند که در جدول ۱ عرضه خواهند شد.

از گاهشماری جلالی تا گاهشماری هجری شمسی

بی‌گمان گاهشماری ایرانیان، در دوره‌های گوناگون تاریخ ایران بیش‌تر از هر گاهشماری باستانی دیگری بر حرکت زمین به دور خورشید استوار و با اعتقادات، شعایر و مناسک دینی عجین بوده است. استخراج گاهشماری اهمیت ویژه ای داشته است و اخترشناسی در خدمت گاهشماری بوده است. کیهان‌شناسی خاصّ ادیان کهن ایرانی با حرکتهای سیّارات و بویژه با حرکت ظاهری خورشید، پیوندی تنگاتنگ داشته است.

از این رو ایرانیان به اخترشناسی و استخراج تقویم بر اساس رصدها و انجام محاسبات مرتبط با پدیده‌های آسمانی و اعتقادات دینی پرداختند و از دستاوردهای علمی بابلیان و بعداً مصریان نیز بهره گرفتند و گاهشماریهای گوناگونی را، با مراتبی از دقّت بسیار زیاد، ابداع کردند.

در پی حدود چهار سده و نیم سرگردانی پس از هجرت، سرانجام به دعوت جلال‌الدّین ملکشاه سلجوقی و با تلاش علمی شماری از تقویم‌دانان برجستهٔ دوران، تقویم جلالی، به مثابهٔ عصارهٔ همهٔ تجربه‌های صدها سالهٔ ایرانیان در گاهشماری شمسی، پدید آمد و تاریخ جلالی [ملکی/ سلطانی/ ملکشاهی/ محدَث] اعلام شد.در گاهشماری جلالی هدف آن بود که:

۱. سال تقویمی با سال خورشیدی حقیقی تطبیق دائمی داشته باشد و طول سال تقویمی با طول سال خورشیدی حقیقی برابر گردد.

۲. آغاز سال و نوروز در نقطهٔ اعتدال بهاری تثبیت گردد.

۳. با کبیسه‌بندیِ دقیق، تشخیص عادی یا کبیسه بودن سالهای مختلف گذشته و آینده امکان‌پذیر شود.

نگارنده در این نوشته توجّهی به مسائل تاریخی و کنکاش در چگونگی پدیدآیی تقویم جلالی ندارد. آنچه در اینجا مورد توجّه نگارنده است شیوهٔ کبیسه‌بندی دقیق جلالی با توجّه به محاسبات ریاضی است.

تاریخ جلالی به دلایل گوناگون به فراموشی سپرده شد و اسناد تقویم جلالی از دسترس دور گردید. این تقویم گرفتار تحریفهای گوناگونِ خواسته و ناخواسته شد به گونه‌ای که اندکی پس از آن و بویژه با انحطاطی که پس از دوران فعّالیّت رصدخانهٔ سمرقند در اخترشناسی و تقویم‌نگاری به طور اخص و در علوم دقیق به طور اعم پدید آمد، انواع نادرستیها و تناقضها دربارهٔ گاهشماری جلالی در نوشته‌ها راه یافت و تقویم جلالی، بی‌آنکه کاربردی داشته باشد، موضوع اظهارنظرهای غیردقیق شد.

سال شمسی طی سده‌ها مطرح بود و تاریخ هجری قمری در کشور رسمیّت داشت تا آنکه در دوم حوت ۱۲۸۹ در دومین دورهٔ مجلس شورای ملّی، تاریخ هجری شمسی برجی تصویب شد.

مجلس پنجم در ۱۱ فروردین ۱۳۰۴ ش به تقویم هجری شمسی با ماههای فارسی رسمیّت کامل بخشید.

گاهشماری کنونی ایرانی، گاهشماری شمسی و تا حدّ زیادی همانند گاهشماری جلالی،و دنبالهٔ تلاش صدها سالهٔ ایرانیان برای دستیابی به گاهشماری دقیق شمسی است.

آغاز آن همچنان نوروز و لحظهٔ عبور خورشید از نقطهٔ اعتدال بهاری است و در آن به لحظهٔ تحویل سال توجّه می‌شود. مبدأ آن سال هجرت پیامبر اسلام از مکّه به مدینه است.

نقطهٔ ضعف این گاهشماری، در شکل رسمی آن، این است که قانون تکلیف کبیسه‌های آن را روشن نکرده است. قانون باید سال مورد استفاده در گاهشماری (که به نظر نگارنده سال خورشیدی متوسط است)، و بر آن اساس نوع کبیسه‌گیری را تثبیت کند.

بدین‌سان ما امروزه وارث گاهشماری خورشیدی دیرین سال ایرانی هستیم که دارای مزایای خاصّ خود است و دقّت آن از یک سو موجب اعجاب پژوهشگران خودی و بیگانه و از سوی دیگر عرصهٔ آشفته‌اندیشی بوده است و عدّه‌ای نیز، بی‌آنکه از درون آن اسرار آن را بجویند، از ظنّ خود یار آن شده‌اند.

بحث در کبیسه‌های جلالی معرکهٔ آرا بود است. تفاوت نظرات درباره طول سال نزد پژوهشگران مختلف ظاهراً اندک است، امّا باید توجّه داشت که حتّی اندکی اختلاف در دراز مدت می‌تواند خطای زیادی در تقویم پدید آورد و نظم کبیسه‌بندی را بهم زند.

برای نمونه هرگاه اختلاف طول سال تقویمی با طول سال حقیقی یک دقیقه ($= \frac{۱}{۲۴\times۶۰}$ روز) باشد در مدّت ۱۴۴۰ سال($= \frac{۱}{۲۴\times۶۰} \div ۱$) یک روز خطا در تقویم بروز می کند.

ویژگیهای گاهشماری مطلوب

گاهشماری مطلوب ویژگیهایی دارد که به اختصار ذکر می‌شوند:

۱. گاهشماری مطلوب شمسی است و آغاز آن با آغاز بهار (= لحظهٔ عبور خورشید از نقطهٔ اعتدال بهاری) همواره یکی است.بدین ترتیب جشن آغاز سال در واقع جشن آغاز بهار و تجدید حیات طبیعت است.

۲. با فرض فوق، سال تقویمی با سال طبیعی خورشیدی همواره یکی است. از این رو در تقویم هیچ قراردادی وجود ندارد و زمان تقویمی با زمان حقیقی، که بر دو حرکت وضعی و انتقالی زمین استوار است، یکسان است.

۳. در کبیسه‌بندی آن که به منظور تعیین نوع سالهای آینده و گذشته، از نظر عادی یا کبیسه بودن، صورت می‌گیرد، نظم موجود در طبیعت، علیرغم بی‌نظمی ظاهری و کسر ظاهراً نامناسب طول سال، تلویحاً به صورت یک پیش‌فرض پذیرفته می‌شود.

۴. طول هر ماه برابر با مدّتی است که خورشید در حرکت ظاهری بر دایرة البروج برای پیمودن برج متناظر با آن ماه نیاز دارد.

۵. طول روز و ساعت رسمی بین‌المللی بر پایهٔ یکی از حرکتهای نسبی زمین و خورشید (یعنی حرکت وضعی زمین) است. مناسب آن است که طول سال و گاهشماری رسمی بین‌المللی نیز بر پایهٔ دیگر حرکت نسبی زمین و خورشید (یعنی حرکت انتقالی زمین) استوار شوند؛ و این همان کاری است که در گاهشماری شمسی ایرانی صورت می‌گیرد.

۶. کبیسه‌بندی گاهشماری مطلوب باید تثبیت شده، روشمند، تا حد ممکن ساده و هر چه دقیق‌تر باشد.

به گمان نگارنده همهٔ ویژگیهای بالا در گاهشماری ایرانی موجودند و این نشانهٔ برتری آن بر همهٔ گاهشماریهای دیگراست. ویژگیهایی چون خورشیدی بودن، انطباق آغاز سال با لحظهٔ عبور خورشید از نقطهٔ اعتدال بهاری، انطباق سال تقویمی با سال طبیعی و برابری طول ماهها با مدّت زمان عبور خورشید از برجهای متناظر نیاز به اثبات ندارند.[۱]

---

۱. به گفتهٔ خواجه نصیرالدین طوسی طول «ماه های جلالی با طول مدت زمان توقف خورشید در هریک از بروج دوازده گانه تنظیم شده است» (عبداللهی، ص ۳۰۵). بنابر زیج الغ بیک مدت توقف خورشید در هریک از برجهای دوازده گانه به صورت زیر است:

۱ـ حمل ۳۰ روز و ۱۵ ساعت [≈ ۳۱ روز]، ۲ـ ثور ۳۱ روز و ۲/۵ ساعت [≈ ۳۱ روز]، جوزا ۳۱ روز و ۹ ساعت [≈ ۳۱ روز] ۴ـ سرطان ۳۱ روز و ۱۰ ساعت [≈ ۳۱ روز]، ۵ـ اسد ۳۱ روز و ۵ ساعت [≈ ۳۱ روز]، ۶ـ سنبله ۳۰ روز و ۱۹ ساعت [≈ ۳۱ روز]، ۷ـ میزان ۳۰ روز و ۶ ساعت [≈ ۳۰ روز]، ۸ـ عقرب ۲۹ روز و ۱۹ ساعت [≈ ۳۰ روز]، ۹ـ قوس ۲۹ روز و ۱۲ ساعت [≈ ۳۰ روز]، ۱۰ـ جدی ۲۹ روز و ۱۰ ساعت [≈ ۲۹ روز]، ۱۱ـ دلو ۲۹ روز و ۱۶ ساعت [≈ ۳۰ روز] ۱۲ـ حوت ۳۰ روز و ۲ ساعت [≈ ۳۰ روز] (نبئی، ص ۶۸).

مجموع مدتهای فوق ۳۶۰ روز و ۱۲۵/۵ ساعت یا ۳۶۵/۲۲۹۱۶۶۶۷ روز است.

بنابر *دانشنامهٔ بریتانیکا*، ذیل درایهٔ «exuinox»، اعتدال بهاری حدود ۲۱ مارس (با فاصلهٔ ۸۰ روز از آغاز سال) و اعتدال پاییزی حدود ۲۳ سپتامبر (با فاصلهٔ ۲۶۶ روز از آغاز سال) است. پس فاصلهٔ ۶ ماههٔ اول سال خورشیدی ۱۸۶ روز (= ۸۰ ـ۲۶۶)، یعنی فاصلهٔ اول فروردین تا پایان شهریور ماه در تقویم شمسی ایرانی است. البته اعتدال بهاری همواره با ۲۱ مارس منطبق نیست، اما همواره در اول فروردین گاهشماری ایرانی تثبیت شده است.

لزوم توجه به طول متوسط سال و ساعت تحویل متوسط

آنچه معرکهٔ آرا بوده است، کبیسه‌های جلالی و طول سال مستخرج از آنهاست. از این رو پس از نقل آرای مهم در این باره، به تبیین و ارزیابی آنها می‌پردازیم. پیش از هر چیز لازم به یادآوری دوباره است که اولاً طول سال تغییر می‌کند به گونه‌ای که دامنهٔ نوسان آن از کمترین مقدار تا بیشترین مقدار ممکن است به ۳۳ دقیقه برسد.

ثانیاً بنا بر محاسبهٔ نیوکم طول سال بر مبنای مقدار محاسبه شدهٔ آن در ژانویهٔ ۱۹۰۰ در هر سال ۰/۰۰۵۳۰۴۹۶ ثانیه کم می‌شود.

از این رو ناگزیریم سال متوسط و ساعت تحویل متوسط را در نظر گیریم.

بی‌گمان منظور کردن طول دقیق سال مستلزم اندازه‌گیری هر ساله است.

به فرض آنکه ما بتوانیم طول هر سال و ساعت تحویل آن را به دقّت تعیین کنیم، لازم است طول سال واقعی، ساعت تحویل و کبیسه‌های موجود در مدّتهای متفاوت را بدست آوریم و سپس چگونگی تکرار و نظم و قاعدهٔ حاکم بر آن را پیدا کنیم تا بتوانیم آن را به عنوان یک قاعدهٔ همیشگی دربارهٔ سالهای دیگر به کار بندیم.

واقعیّت آن است که همین روش نیز سرانجام ما را به لزوم پذیرفتن مقادیر متوسط ناگزیر می‌کند. در فرایندهایی از این گونه از پذیرفتن مقدار متوسط گریزی نیست و گرنه قاعده‌یابی و پیش‌بینی بر پایهٔ آن متوقف می‌شود و لاجرم به تعطیل هرگونه اندیشه‌ورزی کشانده می‌شویم و یا حداکثر به عمل‌گرایی، بی‌معیاری و دنباله‌روی از حوادث گرفتار می‌آییم و در این مورد سودمندی عملی گاهشماری از دست می‌رود. طبعاً هر چه تعداد داده‌ها بیشتر باشد میانگین بهتری به دست می‌آید.

شماری از پژوهشگران قدیمی و جدید در پی تطبیق کامل هر سال تقویمی با هر سال طبیعی بوده‌اند. این افراد، هرگز نمی‌توانند از پیش، نظمی را برای سالهای آینده قائل باشند. همواره چشم به گذشته دارند و در جستجوی آنند که آیا ساعت تحویل یا نخستین روز خاصّی را منابع و مآخذی ضبط کرده‌اند یا نه. در غیر این صورت نه دربارهٔ سالهای گذشته نظری می‌دهند نه دربارهٔ سالهای آینده.

چنین وضعی در گاهشماری قمری به گونه‌ای صادق است. از یک سو در گاهشماری قمری قراردادی، ماهها به صورت یک در میان ۲۹ روزه و ۳۰ روزه‌اند و کبیسه‌های سه سالی در دوره‌های سی‌سالی طول نسبتاً مناسبی برای یک سال قمری بدست می‌دهند و از سوی دیگر به علّت لزوم استهلال و رؤیت هلال در امور مرتبط با شعایر دینی در هر ماه استهلال صورت می‌گیرد.

همان‌گونه که در گاهشماری قمری چندان ضرورتی ندارد که رؤیت یا عدم رؤیت یکی از ماههای سالهای آینده ذکر شود، (و چه بسا نتوان از نظر شرعی به پیش‌بینی رؤیت یا عدم رؤیت استناد و عمل کرد) در گاهشماری شمسی نیز طول متوسط سال و لحظهٔ تحویل متوسط لازمند.

البته این سخنان به معنی نفی مطلق امکان پیش‌بینی دقیق تحویل سال و یا رؤیت هلال در سالهای آینده نیست. در گاهشماری شمسی با تغییر شیوهٔ کبیسه‌بندی مراتب بالائی از دقّت بدست آمده است؛ چه بسا با پیشرفت دانش و فنّ مرتبط با تقویم‌نگاری روزی بتوانیم به کبیسه‌های دقیق هر دورهٔ دلخواه دست یابیم و نظم نهایی حاکم بر پراکندگی کبیسه ها را کشف کنیم، هر چند نگارنده مدّعی است که اکنون هم کبیسه‌بندی مورد نظر وِی از دقت بسیار زیادی برخوردار است.

کبیسه‌های جلالی پیشنهاد شده

پیش از پرداختن به کبیسه‌بندی مورد نظر، لازم است مروری به دوره‌های پیشنهاد شده برای کبیسه‌های تقویم جلالی داشته باشیم.

از همان نخستین سالهای پس از اعلام تاریخ جلالی گروهی، به دلایلی یا به عللی، معتقد بوده‌اند که پدیدآورندگان تقویم جلالی قاعدهٔ دقیقی برای کبیسه‌ها وضع نکرده‌اند و اصولاً برای کبیسه‌ها قاعدهٔ دقیقی وجود ندارد. از میان این افراد در نجوم دورهٔ اسلامی می‌توان خواجه نصیرالدّین طوسی (۵۹۷ـ ۶۷۲ ق)، عبدالعلی بیرجندی (ـ ۹۳۴ ق)، و تقویم پژوهان معاصری چون حسن تقی‌زاده، تقی ریاحی، ایرج ملک‌پور و محمدرضا صیّاد را نام برد.

امّا به نظر نگارنده حتّی این افراد نیز به گونه‌ای، اینجا و آنجا، وجود گونه‌ای نظم را پذیرفته‌اند و در جستجوی دورهٔ مناسب و «قاعدهٔ دقیق» کبیسه‌یابی محاسبه‌ای بوده‌اند (برای نمونه نکـ. ریاحی، ص ۳۳).

امّا، از سوی دیگر، افرادی نیز کوشش کرده اند که دوره‌هایی برای کبیسه‌های جلالی عرضه کنند.

پیش از آن که به دوره‌های پیشنهاد شده بپردازیم، لازم است یادآوری کنیم که ویژگی کبیسه‌های جلالی وجود کبیسه‌های پنج‌سالی [/= خماسی] است که منشاء دقّت تقویم جلالی است. در میان همهٔ تقویمهای جهان ظاهراً تقویم جلالی است که دارای کبیسهٔ پنج سالی است.

در منابع گاهشماری جلالی به زیردوره‌های ۲۵ سالی، ۲۹ سالی، ۳۳ و ۳۷ سالی اشاره شده است. هرگاه مبدأ محاسبه را روزی در نظر بگیریم که تحویل سال در ظهر آن روز رخ داده باشد، ابتدا یک کبیسهٔ پنج سالی و سپس ۵ یا ۶ یا ۷ یا ۸ کبیسهٔ چهار سالی (رباعی) وجود خواهد داشت:

$۲۵ = ۱\times۵ + ۵\times۴$ $۲۹ = ۱\times۵ + ۶\times۴$

$۳۳ = ۱\times۵ + ۷\times۴$ [illegible]

در منابع بیش‌ترین بسامد را زیردورهٔ ۳۳ سالی و سپس زیردورهٔ ۲۹ سالی دارد. زیردورهٔ ۳۷ سالی هم در منابع ذکر شده است (از جمله در*نهایة الادراك فی درایة الافلاك* قطب‌الدین شیرازی، *زیج ایلخانی* خواجه نصیرالدّین طوسی برای نمونه نک *دایرة المعارف فارسی*، ذیل «تقویم جلالی»). زیردورهٔ ۲۵ سالی را تقی‌زاده به منظورسامان بخشیدن به دورهٔ ۲۲۰ سالی خازنی پیشنهاد کرد (۳ زیردورهٔ ۲۵ سالی و پنج زیردورهٔ ۲۹ سالی یا صرفاً زیردوره‌های ۲۵ سالی). ریاحی (ص ۴۵) نیز به این موضوع اشاره می کند که پس از فاصلهٔ ۲۵۰۰ سالی مورد نظرش «دوره‌های ۲۵ سالی و غیره ظاهر خواهند شد.»

گفتنی است که قطب‌الدّین شیرازی، تقی‌زاده و علی‌محمّد کاوه کبیسه‌های پنج سالی را پس از کبیسه‌های چهار سالی و در پایان زیردوره‌ها می‌دانند که قطعاً نادرست

است.

هرگاه کسر سال را ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز فرض کنیم، در صورتی نخستین کبیسهٔ زیردوره چهار ساله خواهد شد که تحویل سال مبدأ بین دو حدّ ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹×۴−۱ و ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹×۳ یعنی بین (۴۴ دقیقه و ۵۹/۰۹۸ ثانیه) و (۵ ساعت و ۲۶ دقیقه و ۱۷/۹ ثانیه) بعدازظهر رخ دهد.[۱]

اگر تحویل سال مبدأ مورد نظر قطب‌الدّین شیرازی و تقی‌زاده در فاصلهٔ زمانی بالا قرار گرفته باشد آنان در محاسبهٔ خویش معذورند (هر چند همواره درست آن است که مبدأ را سالی در نظر گیریم که تحویل آن در ظهر صورت می‌گیرد) امّا علی‌محمّد کاوه که بدرستی مبدأ زمانی خود را روزی قرار می‌دهد که تحویل سال در ظهر آن صورت می‌گیرد در چهار سالی دانستن اولین کبیسه گرفتار خطا شده است.[۲]

دوره‌ها و زیردوره‌های پیشنهاد شده برای کبیسه‌های جلالی که از منابع گوناگون جمع‌آوری شده اند در جدول ۱ آمده اند.

تقی‌زاده «تصور می‌کند که حقیقت مطلب آن است که در تاریخ ملکشاهی اصولاً قاعدهٔ مطردی برای نوبت کبیسهٔ خماسی نبوده است» امّا بر این باور است که اگر طول سال مطابق نتیجهٔ رصدهای کنونی و تغییرناپذیر باشد بهترین دوره برای کبیسه‌های جلالی دورهٔ ۱۲۸ ساله با ۳۱ کبیسه است (همان، لغتنامهٔ دهخدا، ذیل «تاریخ جلالی»).

افزون بر این خازنی در بحث دورهٔ ۲۲۰ سالی بر این باور است که این دوره با تبدیل به دورهٔ ۲۵ سالی (۵×۴+۵=۲۵) «بسیار دقیق شد. و فقط در قریب هر ۱۰۴۰۰ سال یک روز خطا پیدا کرد» (لغتنامهٔ دهخدا، همانجا).

میزان دقّت مقادیر پیشنهاد شده برای کسر سال خورشیدی را نسبت به مقدار محاسبهٔ نیوکم، یعنی ۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز برای سال ۱۹۰۰/۱۲۷۹، در جدول ۲

---

۱. این نکته از تعریف سال کبیسه و این که چهار برابر کسر سال (یعنی ۴×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹) کم تر از یک روز است آشکار است.

۲. زیرا، همان گونه که در زیرنویس قبل ذکر شد، در چهار سال اول مجموع کسر سال ها هنوز کم تر از یک روز است.

عرضه می‌کنیم (در عدد نیوکم همهٔ عوامل مؤثر در نوسان طول سال منظور شده‌اند. امّا نیوکم معتقد است که در هر سال ۰/۰۰۵۳۰۴۹۶ ثانیه از طول سال کاسته می‌شود).

توجه داریم که هرگاه دوره را به کلّ تعداد کبیسه‌های آن تقسیم کنیم، کسر سال بدست می‌آید (و، البته، اگر دوره به کسر سال تقسیم شود تعداد کل کبیسه‌های موجود در دوره بدست خواهد آمد).

پیشنهادکننده/ اقتباس‌کننده	دوره	تعداد کل کبیسه	کسر سال	تعداد کبیسه‌های چهارسالی	تعداد کبیسه‌های پنج سالی	نحوهٔ تکرار زیردوره‌ها
خواجه‌نصیرالدین طوسی *زیج ایلخانی*	؟	در ۲۹۳سال ۷۱	۲۴۲۳۲۰۸ ۰/	۶۲	۹	۵×۳۳+۲۹+۳×۳۳+[۱/۴]
دورهٔ خازنی	۲۲۰ ساله	۵۳	۲۴۰۹۰۹۰ ۰/۹	۴۵	۸	؟
سدیو/ عبداللهی(در ایرانیکا) و علی‌محمد کاوه	۱۶۱	۳۹	/۲۴۲۳۶۰۲ ۰	۴۴	۵	۲۹+۴×۳۳,...
تقی‌زاده/ عبداللهی (در *تاریخ تاریخ در ایران*)	۱۲۸	۳۱	۲۴۲۱۸۷۵ ۰/	۲۷	۴	۲۹+۴×۳۳, ...
سالنامهٔ طولهای جغرافیایی (پاریس۱۸۵۱)/ صیاد	۳۳	۸	۲۴۲۴۲۴۲ ۰/۴	۷	۱	۳۳, ...
ماتسکا	۲۶۸	۶۵	۲۴۲۵۳۷۳ ۰/۱	۵۷	۸	۷×۳۳+۳۷, ...
حسن‌بن‌حسین‌بن‌شهنشاه سمنانی(در دنبالهٔ پیشنهاد *زیج ایلخانی*)	۱۲۸	۳۱	۲۴۲۱۸۷۵ ۰/	۷(۴)	۴(۴)	۲۹+۳×۳۳+[۱/۴]+کبیسه‌های *زیج ایلخانی*
میرم چلپی	۱۴۴۰	۴۴۹	/۲۴۲۳۶۱۱ ۰	۴۰۵	۴۴	۴۱×۳۳+۳×۲۹، ...
ذبیح بهروز/ احمد بیرشک	۲۸۲۰	۶۸۳	۲۴۲۱۹۸۵ ۰/۸	۵۹۵	۸۸	۲۱(۲۹+۳×۳۳)+۲۹+۲×۳۳+۳۷ یا ۲۲(۲۹+۳×۳۳)+۴ ، ...

جدول ۱ــ دوره‌ها و زیردوره‌های پیشنهاد شده برای کبیسه‌های جلالی

دورهٔ ۲۸۲۰ سالی

با توجه به جدول های ۱ و ۲ آشکار است که دورهٔ ۲۸۲۰ سالی دقیق‌ترین دوره برای کبیسه‌های جلالی، بافرض پذیرفتن عدد نیوکم برای طول سال و ناچیز دانستن کاهش سالانهٔ طول سال، است.

ذبیح بهروز معتقد است که دورهٔ ۲۸۲۰ سالی ابداع زرتشت در آغاز سال ۲۳۴۶ هجری خورشیدی است و دقیق‌ترین دورهٔ گاهشماری ایرانی است و در تقویم جلالی پذیرفته شده است.

دوره	تعداد کل کبیسه	کسر سال	اختلاف با عدد نیوکم در یک سال (به روز)	مدّت لازم برای اختلاف یک روز (به سال)	ملاحظات
۲۹۳	۷۱	۰/۲۴۲۳۲۰۸	۰/۰۰۰۱۲۲۰۱	۸۱۹۶/۰۴۹	
۲۲۰	۵۳	۰/۲۴۰۹۰۹۰۹	۰/۰۰۱۲۸۹۷	۷۷۵/۳۷۴	
۱۶۱	۳۹	۰/۲۴۲۲۳۶۰۲	۰/۰۰۰۰۳۷۲۳	۲۶۸۶۰/۰۵۹	
۱۲۸	۳۱	۰/۲۴۲۱۸۷۵	۰/۰۰۰۰۱۱۲۹	۸۸۵۷۳/۹۵۹	
۳۳	۸	۰/۲۴۲۴۲۴۲۴	۰/۰۰۰۲۲۵۴۵	۴۴۳۵/۵۷	
۲۶۸	۶۵	۰/۲۴۲۵۳۷۳۱	۰/۰۰۰۳۳۸۵۲	۲۹۵۴/۳۵	
۱۴۴۰	۳۴۹	۰/۲۴۲۳۶۱۱۱	۰/۰۰۰۱۶۲۳۲۱۱	۶۱۶۰/۶۲۸	
۲۵	۶	۰/۲۴	۰/۰۰۲۱۹۸۷۹	۴۵۴/۷۹۵	*
۲۸۲۰	۶۸۳	۰/۲۴۲۱۹۸۵۸	۰/۰۰۰۰۰۰۲۱	۴۷۶۱۹۰۴/۷۶۲	

* معلوم نیست تقی‌زاده چگونه به عدد ۱۰۴۰۰ رسیده است.

جدول۲ـ میزان دقت مقادیر پیشنهاد شده برای طول سال

احمد بیرشک در *گاهنامهٔ تطبیقی سه هزار ساله* دورهٔ ۲۸۲۰ سالی را با استناد به آنچه ذبیح بهروز نوشته پذیرفته است.

واقعیّت آن است که نگارنده هنوز نتوانسته است مأخذی برای گفته‌های زنده‌یاد بهروز پیدا کند. نگارنده تقریباً از همهٔ انتقادهای علمی و غیرعلمی، صادقانه و ناصادقانه، نیک‌اندیشانه و کین‌توزانه‌ای که از بهروز، بویژه در زمینهٔ روش برخورد او به تاریخ و تاریخ‌نگاری شده، آگاه است. نگارنده نیز از ابهامهای نوشته‌های بهروز و نامستند بودن آنها و کمابیش تحریفهای پاره‌ای از موضوعات، در جهت اثبات پیش‌فرضها یا الگوهای ساخته شده از پیش، شکوه دارد امّا قاطعانه معتقد است که:

دورهٔ ۲۸۲۰ سالی با جزئیات خاص آن بسیار هوشمندانه است؛ و این دوره

مناسب‌ترین دوره‌ای است که پس از انقضای آن ساعت تحویل سال با بیشترین دقّت ممکن تکرار می‌شود و زیردوره‌ها و زیرزیردوره‌های آن دقیق‌ترین زیردوره‌ها و زیرزیردوره‌هایند.

نگارنده با چنین نگرشی، بدون توجه با این که آیا رصد زرتشت یا شرکت خیام در ابداع بهترین جدول برای کبیسه‌های جلالی از واقعیت تاریخی برخوردارند یا نه، دوره ۲۸۲۰ سالی را در چارچوب محاسبات امروزی مورد توجه قرار داده است، ضمن آنکه همواره عطشان دستیابی به اسناد معتبر تاریخی و درک حقیقت موضوع بوده است و خواهد بود.

دورهٔ ۲۸۲۰ سالی دارای مشخصه‌های زیر است:

۱. زیردوره‌ها و زیرزیردوره‌های آن به شرح زیرند:

$$۲۸۲۰= \begin{cases} ۲۱\times۱۲۸+۱۳۲ \\ \text{یا} \\ ۲۲\times۱۲۸+۴ \end{cases} ; \quad \begin{matrix} ۱۲۸=۲۹+۳\times۳۳ \\ ۱۳۲=۲۹+۲\times۳۳+۳۷ \end{matrix}$$

$۲۹=۱\times۵+۶\times۴$

$۳۳=۱\times۵+۷\times۴$

$۳۷=۱\times۵+۸\times۴$

پس تعداد کبیسه‌های زیردوره ۱۲۸ سالی ۳۱ (۴ کبیسهٔ پنج سالی و ۲۷ کبیسهٔ چهار سالی) و تعداد کبیسه‌های زیردورهٔ ۱۳۲ سالی ۳۲ (۴ کبیسهٔ پنج سالی و ۲۸ کبیسهٔ چهار سالی) است. از این رو تعداد کلّ کبیسه‌ها عبارت است از: $۲۱\times۳۱+۳۲=۶۸۳$

تعداد کلّ سالهای عادّی عبارت است از: $۲۸۲۰-۶۸۳=۲۱۳۷$

از این رو تعداد روزهای دورهٔ ۲۸۲۰ سالی برابر است با:

$$۲۱۳۷\times۳۶۵+۶۸۳\times۳۶۶=۱۰۲۹۹۸۳$$

پس طول متوسط سال عبارت است از:

$$\frac{۱۰۲۹۹۸۳}{۲۱۳۷+۶۸۳}=۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۹۵$$

یا بر اساس روش دیگر:

$$۳۶۵ + \frac{۶۸۳}{۲۸۲۰} = ۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۵۸$$

۲. عدد بالا دقیق‌ترین طول سالی است که تاکنون بشر توانسته است بر پایهٔ کبیسه‌بندی بدست آورد و چنان به طول حقیقی سال نزدیک است که تقریباً پس از ۴۷۶۱۹۰۵ سال تنها به اندازهٔ یک روز نیاز به اصلاح دارد:

(سال) ۴۷۶۱۹۰۵ (روز)

۳. نگارنده روزِ هفتهٔ تاریخهای متعدّدی را با استفاده از *گاهنامهٔ تطبیقی سه هزار ساله* در هر سه گاهشماری هجری شمسی، هجری قمری و میلادی پیدا کرده است. پاسخ هر سه گاهشماری همواره یکسان بوده است (البتّه ممکن است در آینده مواردی پیدا شوند که گفتهٔ نگارنده را نقض کنند. و معلوم گردد که در مواردی روز هفتهٔ سه تاریخ مطابق یکدیگر در سه گاهشماری نامبرده یکی نیست. این گونه موارد نقض‌کنندهٔ صحّت همه شمول و مطلَقِ گاهنامهٔ تطبیقیِ مبتنی بر دورهٔ خاص ۲۸۲۰ سالی خواهند بود.)

۴. دورهٔ ۲۸۲۰ سالی مناسب‌ترین دورهٔ تجدید ساعت تحویل است:

۲۸۲۰ × ۳۶۵/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز = ۱۰۲۹۹۸۳/۰۰۰۵۸۷۸ روز

۰/۰۰۰۵۸۷۸×(۶۰×۶۰×۲۴ ثانیه بر روز) = ۵۰/۷۸۵۹۲ ثانیه

از این رو در صورتی که طول سال تغییر نکند ساعت تحویل سال پس از هر ۲۸۲۰ سال، با اختلاف حدود ۵۱ ثانیه تکرار می‌شود. نگارنده اعداد دیگری را نیز برای دستیابی به تکرار ساعت تحویل آزموده است که در زیر به چند مورد اشاره می‌شود:

۲۱۴۷×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۵۲۰/۰۰۰۸۰۲۱

۲۸۲۰×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۶۸۳/۰۰۰۵۸۷۸

۳۴۹۳×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۸۴۶/۰۰۰۳۷۳۴۷

۴۱۶۶×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۱۰۰۹/۰۰۰۱۵۹۱

۶۳۱۳×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۱۵۲۹/۰۰۰۹۶۱

۹۰۰۵×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۲۱۸۱۰/۰۰۰۱۰۳۹

۱۳۸۴۴×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۳۳۵۳/۰۰۰۰۴۸۷

۳۰۷۹۳۳×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹=۷۴۵۸۱/۰۰۰۰۰۱۰۷.

در این آزمون مضربهای عدد ۲۸۲۰ منظور نشده‌اند.

اولاً جدولی که از کوچکترین عدد، یعنی ۲۱۴۷، تا ۵۰۱۰۷۶ بدست آمده است به صورت یک تصاعد عددیِ آمیخته با سه قدر نسبت ۶۷۳ ، ۲۱۴۷ و ۲۸۲۰ است که به ترتیب بسامد کمتری دارند و با نظمی خاص ظاهر می‌شوند.

ثانیاً از میان همهٔ عددهای بدست آمده عدد ۲۸۲۰ مناسبتر است. برای اثبات این مدّعا باید گفت:

۱) مهمترین رقیبهای عدد ۲۸۲۰ دو عدد ۲۱۴۷ و ۳۴۹۳ هستند که با اختلاف ۶۷۳ پیش و پس از عدد ۲۸۲۰، به عنوان یکمین و سومین عدد، قرار گرفته‌اند. به عددهای دیگر نیازی نداریم زیرا دوره‌ها چنان بلند می‌شوند که نگه‌داشتن حساب آنها دشوار است. البتّه بعضی از دوره‌های تکرارِ ساعتِ تحویل حتّی دقیق‌تر از دورهٔ ۲۸۲۰ سالی هستند (مثلاً دورهٔ ۳۰۷۹۳۳ سالی). امّا، همانگونه که گفته شد، این دوره‌ها بسیار طولانی اند و عملاً سودی ندارند. بویژه آنکه تنها چند ثانیه اختلاف در مدّت زمانی طولانی وجود دارد که این اختلاف قابل چشمپوشی است؛

۲) با فرض اینکه آغاز یکی از دوره‌های ۲۸۲۰ سالی سال۲۳۴۶– باشد، ساعت تحویل را برای ۶۷۳ سال پس از مبدأ دوره حساب می‌کنیم:

۶۷۳×۰/۲۴۲۱۹۸۷۹ =روز ۱۶۲/۹۹۹۷۸۵۷

۰/۹۹۹۷۸۵۸ =روز ۴۱/۴۸ ثانیه و ۵۹ دقیقه و ۲۳ ساعت

از آنجا که مبنای محاسبه ظهر بوده است، ساعت تحویل سال ۶۷۳ از مبدأ، یعنی سال ۱۶۷۳– = (۶۷۳+۲۳۴۶–)، ساعت ۱۱ و ۵۹ دقیقه و ۴۱/۴۸ ثانیه بامداد، یا ۱۸/۵۱۸ ثانیه پیش از نیمروز است. ساعت تحویل برای ۲۸۲۰ سال و ۳۴۹۳ سال پس از مبدأ به ترتیب ۵۰/۷۸۶ ثانیه و ۳۲/۲۶۹ ثانیه است. سال ۲۱۴۷ پس از مبدأ سال کبیسهٔ ۱۹۹– = (۲۱۴۷+۲۳۴۶–) است.

۳) کبیسه‌بندی ۶۷۳ ، ۲۱۴۷،۲۸۲۰ و ۳۴۹۳ (با توجّه به اینکه در دوره‌های مورد نظر ما بهترین زیردوره‌ها ۱۲۸ سالی و بهترین زیرزیردوره‌ها ۳۳، ۲۹ و تا حدّی ۳۷ سالی‌اند) به صورت زیرند:

اولاً دوره‌های ۶۷۳ سالی و ۲۱۴۷ سالی و ۳۴۹۳ سالی به علّت فرد بودن از رقابت با دورهٔ ۲۸۲۰ سالی خارج می‌شوند، زیرا اگر در آغاز و پایان هر دوره ساعت تحویل در نیمروز باشد، در نیمهٔ دوره ساعت تحویل در نیمشب است و برای دوره‌های فرد نمی‌توان نیمهٔ دقیق دوره قایل شد تا در محاسبات مورد نظر احتمالی به کار رود.

دوره	زیردوره و زیرزیردوره	تعداد کل کبیسه	کسر سال (به روز)	اختلاف با کسر سال حقیقی
۶۷۳	۵×۱۲۸+۳۳	۵×۳۱+۸=۱۶۳	$\frac{۱۶۳}{۶۷۳}=۰/۲۴۲۱۹۹۱۱$	$۳/۲\times۱۰^{-۷}$
۲۱۴۷	۱۶×۱۲۸+۹۹	۵۲۰	$\frac{۵۲۰}{۲۱۴۷}=۰/۲۴۲۱۹۸۴۲$	$۳/۷۳۶\times۱۰^{-۷}$
۲۸۲۰	۲۱×۱۲۸+۱۳۲=۲۲×۱۲۸+۴	۶۸۳	[illegible]	$۲/۱\times۱۰^{-۷}$
۳۴۹۳	۲۷×۱۲۸+۳۷	۸۴۶	[illegible]	$۱/۱\times۱۰^{-۷}$

جدول ۳ـ کبیسه‌بندی با دوره‌های دیگر

ثانیاً یک کبیسهٔ چهار سالی پس از زیردوره‌های ۱۲۸ سالی در دورهٔ ۲۸۲۰ پذیرفتنی‌تر است تا زیرزیردوره‌های ۳۳ و ۳۷ سالی احتمالی، زیرا هنجار تکرار شده در دوره‌های ۱۲۸ سالی وقوع سه زیرزیردورهٔ ۳۳ سالی پس از یک زیرزیردورهٔ ۲۹ سالی است. وقوع یکبارهٔ یک زیرزیردورهٔ ۳۳ سالی (در مورد ۶۷۳) یا سه زیرزیردورهٔ ۳۳ سالی (در مورد ۲۱۴۷) و یا یک زیرزیردورهٔ ۳۷ سالی (در مورد ۳۴۹۳) چندان بهنجار نیست.

ثالثاً در سنّت کلاسیک تقویم‌پژوهی کشور هیچ اشاره‌ای به دوره‌های ۶۷۳ ساله، ۲۱۴۷ ساله و ۳۴۹۳ ساله نشده است.

از این رو به عقیدهٔ نگارنده دورهٔ ۲۸۲۰ سالی بهترین دورهٔ کبیسه بندی است.

نتایج محاسبه‌های رایانه‌ای دورهٔ ۲۸۲۰ سالی و مقابلهٔ آنها با نتایج بهروز و بیرشک

نگارنده، کبیسه‌های سه دورهٔ ۲۸۲۰ سالی را با رایانه محاسبه کرده است:

الف) سال ۱ تا سال ۲۸۲۰؛

ب) سال ۲۳۴۶ - تا سال ۴۷۴؛

پ) سال ۴۷۵ تا سال ۳۲۹۴؛

برای هر دوره یک بار قدر نسبت را کسر روز $\frac{۶۸۳}{۲۸۲۰}$ = ۰/۲۴۲۱۹۸۵۸ و یک بار قدر نسبت را کسر روز نیوکم، یعنی ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹، انتخاب کرده‌ایم.

روش محاسبهٔ کبیسه این بوده است که:

۱. ساعت تحویل سال اوّل، ظهر، یعنی ۰ ساعت و ۰ دقیقه و ۰ ثانیه، منظور شد؛

۲. به ساعت تحویل هر سال، قدر نسبت مورد نظر افزوده شد تا ساعت تحویل سال بعد بدست آید؛

۳. سال کبیسه سالی است که ساعت تحویل آن، ظهر یا پیش از ظهر و پایان آن (یا ساعت تحویل سال پس از آن) بعدازظهر باشد؛

۴. بدین سان با داشتن ساعت تحویل هر سال و مقایسهٔ آن با ساعت تحویل سال بعد، با توجّه به مبدأ نیمروز، می‌توان کبیسه یا عادّی بودن آن را تعیین کرد.

از این رو هرگاه کسر سال ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹ روز (یعنی ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه و ۴۵/۹۷۴ ثانیه) را از ساعت ۱۲ (وقت نیمروز) کم کنیم مقداری که بدست می‌آید مرز تعیین کنندهٔ کبیسه یا عادّی بودن یک سال است: ساعت ۶ و ۱۱ دقیقه و ۱۴/۰۲۶ ثانیه.

پس هر گاه ساعت تحویل سال مورد نظر پس از ساعت ۶ و ۱۱ دقیقه و ۱۴/۰۲۶ ثانیه بامداد باشد آن سال کبیسه و در غیر این صورت عادّی خواهد بود؛

۵. بدیهی است که در دوره‌هایی که بازهٔ سالهای منفی تا سالهای مثبت را در برمی‌گیرند، سال صفر معنی ندارد. برای همهٔ دوره‌ها با هر یک از دو قدر نسبت بالا کبیسه‌بندی زیر بدست آمده است:

۲۸۲۰=۵×۱۲۸+۱۶۱+

۴×۱۲۸+۱۶۱+

۴×۱۲۸+۱۶۱+

۴×۱۲۸+۱۶۱+

که درآن داریم:

۱۲۸=۲۹+۳×۳۳

۱۶۱=۲۹+۴×۳۳

۲۱=۴+۴+۴+۴+۵= تعداد زیرزیردورهٔ ۲۹ سالی

۶۷= ۴×۴+۴×۳+۴×۳+۴×۳+۵×۳= تعداد زیرزیردورهٔ ۳۳ سالی

۸۸=۶۷+۲۱= تعداد کلّ کبیسه‌های پنج سالی

۵۹۵=۷×۶۷+۶×۲۱= تعداد کل کبیسه‌های چهار سالی

۶۸۳=۵۹۵+۸۸= تعداد کلّ کبیسه‌ها

۲۱۳۷=۶۸۳-۲۸۲۰= تعداد کلّ سالهای عادی

از این رو:

الف) تعداد کبیسه‌های پنج سالی و کبیسه‌های چهار سالی و نیز تعداد کلّ کبیسه‌ها با تعداد متناظر آنها در دورهٔ ۲۸۲۰ سالی کلاسیک (یعنی بهروز/ بیرشک) برابر است، امّا توزیع آنها در محاسبه‌های رایانه‌ای نگارنده با توزیع مورد نظر بهروز/ بیرشک متفاوت است.

ب) تفاوتها تنها در توزیع کبیسه‌های پنج سالی است. در جدول ۴ زیر موارد اختلاف بین کبیسه‌های پنج سالی در دوره ۲۸۲۰ سالی کلاسیک و کبیسه‌های پنج سالی رایانه‌ای عرضه شده اند. در این جدول دوره را از ۴۷۵ تا ۳۲۹۴ در نظر می‌گیریم. البته *گاهنامهٔ تطبیقی سه هزار ساله*، اثر احمد بیرشک، در سال ۲۰۰۰ هجری شمسی پایان می‌یابد، اما می‌توان آن را از راه مقایسه با سالهای قرینهٔ پیش از ۴۷۵، که به دورهٔ پیش از ۴۷۵ تا ۳۲۹۴ تعلّق دارند، ادامه داد.

خطهای افقی و عددهای سیاه محدودهٔ سالهای منظور شده در کتاب *گاهنامهٔ تطبیقی سه هزار ساله* (یعنی سال ۱۲۶۰- تا ۲۰۰۰ هجری شمسی) را نشان می‌دهند.

در ستون سوم ساعت تحویل سالهای کبیسهٔ رایانه‌ای و در ستون چهارم اختلاف هر ساعت تحویل با مرز، یعنی ساعت ۶ و ۱۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه، ثبت شده است.

در این جدول ۰/۲۴۲۱۹۸۷۹ را به عنوان کسر روز سال پذیرفته‌ایم. البتّه کسر روز مورد نظر بهروز/ بیرشک، یعنی ۰/۲۴۲۱۹۸۵۸، نیز دقیقاً همان نتایج را بدست می‌دهد. تنها تفاوت آن است که در ساعت تحویل از یک سال به سال پس از آن به اندازه اختلاف این دو کسر روز، یعنی ۰/۰۱۸۱۴۴ ثانیه، اختلاف ایجاد می‌شود که در کلّ دورهٔ

۲۸۲۰ سالی به حدود ۵۱ ثانیه می‌رسد.

ستونهای یکم، پنجم و هفتم (سالهای بیرون کمان) سالهای متعلّق به دورهٔ ۴۷۵ تا ۳۲۹۴ و ستونهای دوم، ششم و هشتم (سالهای درون کمان) سالهای متعلّق به دورهٔ ۲۳۴۶ - تا ۴۷۴ را نشان می‌دهند. تفاضل جبری هر سال مثبت و سال منفیِ جلو آن ۲۸۲۱ و تفاضل هر سال مثبت و سال مثبتِ جلو آن ۲۸۲۰ است که نتیجهٔ وجود دورهٔ ۲۸۲۰ سالی است.

نتیجه‌های حاصل از جدول ۴ عبارتند از:

۱. در هر دورهٔ ۲۸۲۰ سالی، بین ۶۸۳ کبیسهٔ موجود در هر یک از کبیسه‌بندیهای بهروز/ بیرشک و کبیسه‌بندیهای رایانه‌ای ۳۲ اختلاف وجود دارد. همهٔ این اختلافها به نوع کبیسه، از نظر چهار سالی یا پنج سالی بودن برمی‌گردند. کبیسه‌های بهروز/ بیرشک پنج سالی و کبیسه‌های رایانه‌ای چهار سالی‌اند.

طبیعی است که کبیسه‌های پس از همهٔ کبیسه‌های مورد اختلاف، که در ستونهای هفتم و هشتم ضبط شده‌اند، در کبیسه‌بندی بهروز/ بیرشک چهار سالی و در کبیسه‌بندی رایانه‌ای پنج ساله‌اند.

۲. از سال ۴۷۵ تا ۱۲۷۶/۱۲۷۵ هیچ اختلافی بین دو نوع کبیسه‌بندی وجود ندارد، این نکته از نوع کبیسه‌بندی بهروز/ بیرشک و کبیسه‌بندی رایانه‌ای کاملاً آشکار است:

در کبیسه‌بندی بهروز/ بیرشک داریم:

$$۲۸۲۰=۲۱\times۱۲۸+۱۳۲=۲۲\times۱۲۸+۴$$

در کبیسه‌بندی رایانه‌ای داریم:

$$۲۸۲۰=۵\times۱۲۸+۱۶۱+۴\times۱۲۸+۱۶۱+۴\times۱۲۸+۱۶۱+۴\times۱۲۸+۱۶۱$$

با توجّه به

$$۱۶۱=۱۲۸+۳۳$$

$$۱۲۸=۲۹+۳\times۳۳$$

$$۳۳=۲۹+۴$$

$$۲۹=۵+۶\times۴$$

سیر دو نوع کبیسه‌بندی به ترتیب به صورت زیر است:

۵×۱۲۸+۱۲۸+۲۹+۵+۴+...

۵×۱۲۸+۱۲۸+۲۹+۴+۵+...

کبیسهٔ مشترکِ پس از کبیسهٔ مورد اختلاف		کبیسهٔ بهروز/ بیرشک (پنج سالی)		اختلاف با مرز (یعنی ساعت ۶ و۱۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه)	کبیسهٔ رایانه‌ای (چهارسالی)		
دورهٔ ۲۳۴۶ـ تا ۴۷۴	دورهٔ ۴۷۴تا ۳۲۹۴	دورهٔ ۲۳۴۶ – تا ۴۷۴	دورهٔ ۴۷۵ تا ۳۲۹۴		ساعت تحویل رایانه‌ای	دورهٔ ۲۳۴۶ـ تا ۴۷۴	دورهٔ ۴۷۵ تا ۳۲۹۴
(-۱۵۴۱)	**۱۲۸۰**	(-۱۵۴۵)	**۱۲۷۶**	۰ ۰۲ ۳۲	۶ ۱۳ ۴۶	(-۱۵۴۶)	**۱۲۷۵**
(-۱۴۱۳)	**۱۴۰۸**	(-۴۱۱۷)	**۱۴۰۴**	۰ ۰۳ ۵۱	۶ ۱۵ ۰۵	(-۱۴۱۸)	**۱۴۰۳**
(-۱۲۸۵)	**۱۵۳۶**	(-۱۲۸۹)	**۱۵۳۲**	۰ ۰۵ ۵۶	۶ ۱۷ ۱۰	(-۱۲۹۰)	**۱۵۳۱**
(-۱۱۵۷)	**۱۶۶۴**	**(-۱۱۶۱)**	**۱۶۶۰**	۰ ۰۱ ۴۶	۶ ۱۳ ۰۰	**(-۱۱۶۲)**	**۱۶۵۹**
(-۱۰۲۹)	**۱۷۹۲**	**(-۱۰۳۳)**	**۱۷۸۸**	۰ ۰۱ ۴۶	۶ ۱۳ ۰۰	**(-۱۰۳۴)**	**۱۷۸۷**
(-۹۰۱)	**۱۹۲۰**	**(-۹۰۵)**	**۱۹۱۶**	۰ ۱۲ ۱۱	۶ ۲۳ ۲۵	**(-۹۰۶)**	**۱۹۱۵**
(-۸۶۸)	**۱۹۵۳**	**(-۸۷۲)**	**۱۹۴۹**	۰ ۰۱ ۲۷	۶ ۱۲ ۴۱	**(-۸۷۳)**	**۱۹۴۸**
(-۷۷۳)	۲۰۴۸	**(-۷۷۷)**	۲۰۴۴	۰ ۱۴ ۱۶	۶ ۲۵ ۳۰	**(-۷۷۸)**	۲۰۴۳
(-۶۴۵)	۲۱۷۶	**(-۶۴۹)**	۲۱۷۲	۰ ۱۶ ۲۰	۶ ۲۷ ۳۴	**(-۶۵۰)**	۲۱۷۱
(-۶۱۲)	۲۲۰۹	**(-۶۱۶)**	۲۲۰۵	۰ ۰۵ ۳۸	۶ ۱۶ ۵۲	**(-۶۱۷)**	۲۲۰۴
(-۵۱۷)	۲۳۰۴	**(-۵۲۱)**	۲۳۰۰	۰ ۱۸ ۲۵	۶ ۲۹ ۳۹	**(-۵۲۲)**	۲۲۹۹
(-۴۸۴)	۱۳۳۷	**(-۴۸۸)**	۲۳۳۳	۰ ۰۷ ۴۲	۶ ۱۸ ۵۶	**(-۴۸۹)**	۲۳۳۲
(-۳۸۹)	۲۴۳۲	**(-۳۹۳)**	۲۴۲۸	۰ ۲۰ ۳۰	۶ ۳۱ ۴۴	**(-۳۹۴)**	۲۴۲۷
(-۳۵۶)	۲۴۶۵	**(-۳۶۰)**	۲۴۶۱	۰ ۰۹ ۴۷	۶ ۲۱ ۰۱	**(-۳۶۱)**	۲۴۶۰
(-۲۶۱)	۲۵۶۰	**(-۲۶۵)**	۲۵۵۶	۰ ۲۲ ۳۵	۶ ۳۳ ۴۹	**(-۲۶۶)**	۲۵۵۵
(-۲۲۸)	۲۵۹۳	**(-۲۳۲)**	۲۵۸۹	۰ ۱۱ ۵۲	۶ ۲۳ ۰۶	**(-۲۳۳)**	۲۵۸۸
(-۱۹۵)	۲۶۲۶	**(-۱۹۹)**	۲۶۲۲	۰ ۰۱ ۰۹	۶ ۱۲ ۲۳	**(-۲۰۰)**	۲۶۲۱
(-۱۳۳)	۲۶۸۸	**(-۱۳۷)**	۲۶۸۴	۰ ۱۴ ۴۰	۶ ۳۵ ۵۴	**(-۱۳۸)**	۲۶۸۳
(-۱۰۰)	۲۷۲۱	**(-۱۰۴)**	۲۷۱۷	۰ ۱۳ ۵۷	۶ ۲۵ ۱۱	**(-۱۰۵)**	۲۷۱۶
(-۶۷)	۲۷۵۴	**(-۷۱)**	۲۷۵۰	۰ ۰۳ ۱۴	۶ ۱۴ ۲۸	**(-۷۲)**	۲۷۴۹
(-۵)	۲۸۱۶	**(-۹)**	۲۸۱۲	۰ ۲۶ ۴۴	۶ ۳۷ ۵۸	**(-۱۰)**	۲۸۱۱
(۲۹)	۲۸۴۹	**(۲۵)**	۲۸۴۵	۰ ۱۶ ۰۲	۶ ۲۷ ۱۶	**(۲۴)**	۲۸۴۴
(۶۲)	۲۸۸۲	**(۵۸)**	۲۸۷۸	۰ ۵ ۱۹	۶ ۱۶ ۳۳	**(۵۷)**	۲۸۷۷
(۱۲۴)	۲۹۴۴	**(۱۲۰)**	۲۹۴۰	۰ ۳۱ ۵۰	۶ ۴۳ ۰۴	**(۱۱۹)**	۲۹۳۹
(۱۵۷)	۲۹۷۷	**(۱۵۳)**	۲۹۷۳	۰ ۱۸ ۰۷	۶ ۲۹ ۲۱	**(۱۵۲)**	۲۹۷۲
(۱۹۰)	۳۰۱۰	**(۱۸۶)**	۳۰۰۶	۰ ۰۷ ۲۴	۶ ۱۸ ۳۸	**(۱۸۵)**	۳۰۰۵
(۲۵۲)	۳۰۷۲	**(۲۴۸)**	۳۰۶۸	۰ ۳۰ ۵۴	۶ ۴۲ ۰۸	**(۲۴۷)**	۳۰۶۷
(۲۸۵)	۳۱۰۵	**(۲۸۱)**	۳۱۰۱	۰ ۲۰ ۱۲	۶ ۳۱ ۲۶	**(۲۸۰)**	۳۱۰۰
(۳۱۸)	۳۱۳۸	**(۳۱۴)**	۳۱۳۴	۰ ۰۹ ۲۹	۶ ۲۰ ۴۳	**(۳۱۳)**	۳۱۳۳

۳۱۹۵	**(۳۷۵)**	۶ ۴۴ ۱۳	۰ ۳۲ ۵۹	۳۱۹۶	**(۳۷۶)**	۳۲۰۰	**(۳۸۰)**
۳۲۲۸	**(۴۰۸)**	۶ ۳۳ ۳۰	۰ ۲۲ ۱۶	۳۲۲۹	**(۴۰۹)**	۳۲۳۳	**(۴۱۳)**
۳۲۶۱	**(۴۴۱)**	۶ ۲۲ ۴۸	۰ ۱۱ ۳۴	۳۲۶۲	**(۴۴۲)**	۳۲۶۶	**(۴۴۶)**

جدول۴ـ مقایسه نتایج رایانه‌ای با نتایج کلاسیک (بهروز/ بیرشک)

از این رو مدّت زمان همسانی میان دو نوع کبیسه‌بندی از نظر نوع کبیسه ها عبارت است از:

سال ۷۹۷ = ۲۹+۱۲۸+۱۲۸×۵

بنابراین دو نوع کبیسه‌بندی از سال مبدأ، یعنی سال ۴۷۵، تا آخرین کبیسهٔ موجود در ۷۹۷ سال پس از آن، یعنی سال ۱۲۷۱، با هم توافق دارند و درکبیسهٔ بعد، یعنی سال ۱۲۷۶ در کبیسه‌بندی بهروز/ بیرشک و سال ۱۲۷۵ در کبیسه‌بندی رایانه‌ای، با هم اختلاف پیدا می‌کنند.

۳. در ستون سوم ساعت تحویل رایانه‌ای و در ستون چهارم اختلاف آن با مرز تعیین کنندهٔ کبیسه یا عادی بودن یک سال خاص، یعنی ساعت ۶ و ۱۱ دقیقه و ۱۴ ثانیهٔ بامداد، ضبط شده‌است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود اختلاف با مرز از مقدار کمینهٔ ۱ دقیقه و ۹ ثانیه (برای سالهای ۲۰۰ـ و ۲۶۲۱) تا مقدار بیشینهٔ ۳۲ دقیقه و ۵۹ ثانیه (برای سالهای ۳۱۹۵ و ۳۷۵) در نوسان است.

اولاً این مقدار نوسان با تقریب خوبی در حدّ نوسان طول سال حقیقی است. ثانیاً در سالهایی که ساعت تحویل آنها به ظهر بسیار نزدیک است (بویژه سالهایی چون ۱۵۴۵/۱۲۷۶- ، ۸۷۲/۱۹۴۹ -، ۳۹۳/۲۴۲۸-،[۱] ...) ممکن است روز اوّل فروردین برای دو نصف‌النّهار مبنای نزدیک به هم تفاوت کند. مثلاً طول جغرافیایی میدان امام خمینی (توپخانهٔ سابق) تهران معادل ۳ ساعت و ۲۵ دقیقه و ۴۰/۳ ثانیه و طول جغرافیایی اصفهان معادل ۳ ساعت و ۲۶ دقیقه و ۴۶ ثانیه است. امروزه ما طول جغرافیایی تهران

۱. اختلاف ساعت تحویل رایانه ای این سالها با مرز، به ترتیب، ۲ دقیقه و ۳۲ ثانیه، ۱ دقیقه و ۲۷ ثانیه و۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه.است (نک جدول ۴).

را معادل ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه در نظر می‌گیریم. از این رو اصفهان (که احتمالاً مرکز تنظیم گاهشماری جلالی بوده است) به اندازهٔ ۳ دقیقه و ۱۴ ثانیه در غرب تهران قرار گرفته است و بین ساعت تحویل سال در اصفهان و تهران این مدّت اختلاف وجود دارد؛ یعنی کافی است ۳ دقیقه و ۱۴ ثانیه به ساعت تحویل سال در اصفهان بیفزاییم تا ساعت تحویل در تهران به دست آید.

ثالثاً با مراجعه به *تقویم تطبیقی یک صد و پنج سالهٔ* احمد نجم‌آبادی ملاحظه می‌کنیم که با فرض درستی ساعتهای تحویل در این کتاب، در نخستین اختلاف یعنی اختلاف بین ۱۲۷۵ و ۱۲۷۶، نظر بهروز/ بیرشک تأیید می‌شود.

مطابق این کتاب تحویل سال ۱۲۷۵ در ساعت ۵ و ۳۸ دقیقهٔ بامداد صورت گرفته است؛ از این رو سال ۱۲۷۶ کبیسه است.

مقایسهٔ نتایج رایانه‌ای با نتایج تقویم‌پژوهان دیگر

در جدول ۵ ساعت تحویل چند سال، بر پایهٔ محاسبهٔ رایانه‌ای و آنچه در کتابهای ریاحی و نجم‌آبادی آمده است عرضه می‌شود.

ریاحی در جدول خود ساعت تحویل سال را تا سال ۱۳۰۹ به افق اصفهان آورده است. با فرض اینکه ساعت تحویل محاسبه شده با رایانه برای افق تهران است، و به منظور حفظ یکنواختی در نقل ساعت تحویل سالهای پس از ۱۳۰۹، به همهٔ عددهای ریاحی، مربوط به پیش از ۱۳۰۹، ۳ دقیقه و ۱۴ ثانیه افزوده‌ایم.

همچنین باید توجّه داشت که ریاحی ساعت تحویل حقیقی متعلّق به ۴۵۸ و ۱۱۱۴ را مبنا قرار داده و برای پیدا کردن ضرایب فرمول خود را به کار برده است. از این رو برای آن سالها ساعت تحویل متوسط با ساعت تحویل حقیقی برابر شده است. ساعتهای تحویل این دو سال را با نشان * مشخص کرده‌ایم.

البته «ساعت تحویل حقیقی» متعلّق به سال ۴۵۸ را خود ریاحی در واقع از طریق محاسبه و با در نظر گرفتن تقریبهای خاص بدست آورده است تا «با رصدهای قدما وفق» دهد (ریاحی، ص ۴۱، ۴۲). تقی‌زاده ساعت تحویل سال ۴۵۸، یعنی سال آغاز تاریخ جلالی، را ساعت ۶ و ۹ دقیقهٔ صبح ۹ رمضان ۴۷۱ ق آورده است (تقی‌زاده، ص

۲۰۴-۲۰۵)؛ امّا بهروز، متأسفانه بی‌ذکر مأخذ و با عبارت «منقول از کتب نجومی زمان ملکشاه»، تحویل سال ۴۵۸ را در ساعت ۹ و ۱۴ دقیقه می‌داند که البتّه به عدد ما نزدیک است.

سال	محاسبهٔ رایانه‌ای	ریاحی		نجم‌آبادی
		محاسبه (متوسط)	حقیقی	
۴۵۸	۴۹ ۱۱ ۰۹	۴۶ ۶ ۰۶ *	۴۶ ۶ ۰۶ *	ـ
۱۱۱۴	۳۸ ۲۱ ۰۶	۴۶ ۳۷ ۰۵ *	۴۶ ۳۷ ۰۵ *	ـ
۱۱۸۱	۵۹ ۴۸ ۱۱	۴۲ ۱۷ ۱۱	ـ	ـ
۱۲۳۰	۳۱ ۳۸ ۰۸	ـ	ـ	۴۸ ۰۷
۱۲۳۴	۳۵ ۵۳ ۰۷	ـ	ـ	۰۴ ۰۷
۱۲۳۸	۳۹ ۸ ۰۷	ـ	ـ	۲۱ ۰۶
۱۲۴۲	۴۳ ۲۳ ۰۶	ـ	ـ	۳۰ ۰۵
۱۲۴۷	۳۳ ۲۷ ۱۱	ـ	ـ	۴۳ ۱۰
۱۲۵۱	۳۶ ۴۲ ۱۰	ـ	ـ	۵۹ ۰۹
۱۲۵۵	۴۰ ۵۷ ۰۹	ـ	ـ	۱۶ ۰۹
۱۲۵۹	۴۴ ۱۲ ۰۹	ـ	ـ	۳۱ ۰۸
۱۲۶۳	۴۸ ۲۷ ۰۸	ـ	ـ	۴۹ ۰۷
۱۲۶۷	۵۲ ۴۲ ۰۷	ـ	ـ	۰۴ ۰۷
۱۲۷۱	۵۶ ۵۷ ۰۶	ـ	ـ	۲۳ ۰۶
۱۲۷۵	۰۰ ۱۳ ۰۶	ـ	ـ	۳۸ ۰۵
**۱۲۷۶	۴۶ ۰۱ ۱۲	۰۱ ۵۰ ۱۱	ـ	۳۸ ۰۵
۱۲۸۰	۵۰ ۱۶ ۱۱	۰۲ ۱۰ ۱۱	۲۹ ۵۶ ۱۰	۴۳ ۱۰
۱۲۸۴	۵۴ ۳۱ ۱۰	۴۹ ۲۵ ۱۰	۳۵ ۳۰ ۱۰	۵۷ ۰۹
۱۲۸۸	۵۸ ۴۶ ۰۹	۳۶ ۴۱ ۰۹	۰۵ ۴۶ ۰۹	۱۴ ۰۹
۱۲۹۲	۰۲ ۰۲ ۰۹	۲۲ ۵۷ ۰۸	۱۸ ۵۱ ۰۸	۳۰ ۰۸
۱۲۹۶	۰۶ ۱۷ ۰۸	۴۸ ۱۲ ۰۸	۳۲ ۱۰ ۰۸	۴۶ ۰۷
۱۳۰۰	۱۰ ۳۲ ۰۷	۵۵ ۲۸ ۰۷	۲۳ ۲۴ ۱۰	۰۲ ۰۷
۱۳۰۴	۱۴ ۴۷ ۰۶	۴۱ ۴۵ ۰۶	۴۰ ۴۵ ۰۶	۱۸ ۰۶
۱۳۰۹	۰۳ ۵۲ ۱۱	۱۰ ۴۶ ۱۱	۵۹ ۵۹ ۱۱	۲۵ ۱۱
۱۳۱۳	۰۷ ۰۶ ۱۱	۵۶ ۰۱ ۱۱	۰۲ ۵۸ ۱۰	۵۳ ۱۰
۱۳۱۷	۱۱ ۲۱ ۱۰	۴۲ ۱۷ ۱۰	۱۵ ۱۳ ۱۰	۰۶ ۱۰
۱۳۲۱	۱۵ ۳۶ ۰۹	۲۸ ۳۳ ۰۹	۴۴ ۴۰ ۰۹	۲۰ ۰۹
۱۳۲۵	۱۹ ۵۱ ۰۸	۱۴ ۴۹ ۰۸	۵۶ ۰۲ ۰۹	۳۹ ۰۸
۱۳۲۹	۲۱ ۶ ۰۸	۰۰ ۰۵ ۰۸	۲۷ ۰۵ ۰۸	۵۵ ۰۷
۱۳۳۳	۲۷ ۲۱ ۰۷	۴۶ ۲۰ ۰۷	۴۰ ۳۲ ۰۷	۲۱ ۰۷

جدول۵ ــ مقایسهٔ ساعت تحویل سال برپایهٔ محاسبهٔ رایانه ای و نتایج ریاحی و نجم آبادی

ریاحی محاسبهٔ ساعت تحویل سال ۱۱۱۴ ش را به کاسینی نسبت می‌دهد. عدد منسوب به کاسینی با عدد نگارنده اختلاف زیادی دارد. در موارد دیگر اختلاف عددها با عددهای متوسط و «حقیقی» ریاحی در محدودهٔ نوسان طول سال خورشیدی است. اختلاف اعداد ما با اعداد نجم‌آبادی دامنهٔ تغییرات گسترده‌ای دارد: از ۵۳ دقیقه و ۴۳ ثانیه (در سال ۱۲۴۲) تا ۲۷ ثانیه (در سال ۱۳۳۳).

امّا این اختلافها موجب تغییری در کبیسه یا عادی شدن سال نشده‌اند. تنها استثنا همان مورد ۱۲۷۶/۱۲۷۵ است که با ۱ دقیقه و ۴۶ ثانیهٔ اضافی سال ۱۲۷۵ جای خود را به ۱۲۷۶ (مشخص شده با نشان **) می‌دهد و پیش‌تر درباره آن سخن گفتیم. دربارهٔ اختلاف در ساعت تحویل نیز نگارنده امیدوار است در آینده نتایج قاطع خود را در اختیار علاقه‌مندان قرار دهد.

در ضمن نزدیک بودن ساعتهای تحویل رایانه‌ای به ساعتهای تحویل متوسط و «حقیقی» ریاحی نشان می‌دهد که تأثیر کاهش طول سال (به اندازهٔ ۰/۰۰۵۳۰۴۹۶ ثانیه در سال) آن‌گونه که ریاحی تصوّر می‌کند نیست.

اینک در جدول ـ۶ موارد اختلاف کبیسه‌بندی ملک‌پور ـ صیّاد، ریاحی، بهروز (بنا بر محاسبهٔ ملک‌پور ـ صیّاد)، رایانه و همچنین ساعت تحویل رایانه‌ای و اختلاف با مرز را عرضه می‌کنیم. ملک‌پور و صیّاد (ص ۲۵ـ۳۶) به مقایسهٔ نتایج خویش با نتایج ریاحی و نتایج بیرشک برای فاصلهٔ زمانی ۹۷۵ تا ۱۴۷۶ پرداخته‌اند. ما نتایج بیرشک و نتایج رایانه را نیز، همراه با ساعت تحویل رایانه‌ای و اختلاف با مرز، در نظر گرفته و همهٔ موارد اختلاف بین ۵ نوع کبیسه‌بندی را بدست می‌دهیم.

سالهای ستاره‌دار کبیسهٔ پنج سالی‌اند. ملک‌پور و صیّاد بر پایهٔ گفته‌های بهروز دربارهٔ دورهٔ ۲۸۲۰ سالی و همچنین بر پایهٔ جدولی که ریاحی (ص ۴۳، ۴۷) با بهره‌گیری از فرمول تقریبی بدست داده است، کبیسه‌های مورد اختلاف آنان را ثبت کرده‌اند.

اولاً اگر مبنای محاسبهٔ بهروز و بیرشک یکی است، که واقعاً یکی است، معلوم نیست که ملک‌پور و صیّاد سالهای کبیسهٔ مورد نظر را چگونه محاسبه کرده‌اند که در فاصلهٔ ۵۰۰ سالهٔ مورد نظر کبیسه‌های بهروز در ۵ مورد با کبیسه‌های بیرشک تفاوت دارند، با آن که در آغاز بحث روش بهروز را به درستی عرضه می کنند (این موارد را با ترسیم

خط در زیر آنها مشخص کرده‌ایم). می‌توان احتمال داد که آنان محاسبات و نتایج بهروز و بیرشک را به ترتیب در مورد زابل و تهران پذیرفته‌اند، امّا در مقاله مطلبی دربارهٔ مبنای محاسبه وجود ندارد.

ملک‌پور–صیّاد	ریاحی	بهروز(بنابرمحاسبهٔ ملک‌پور– صیّاد)	بیرشک	رایانه	ساعت‌تحویل رایانه‌ای	اختلاف با مرز
۹۸۳*	۹۸۳*	۹۸۲	۹۸۲	۹۸۲	۷ ۰۴ ۳۰	۵۳ ۱۶ ۰
۹۸۷	۹۸۷	۹۸۷*	۹۸۶	۹۸۶	۶ ۱۹ ۳۳	۰۸ ۱۹ ۰
۱۰۱۶*	۱۰۱۶*	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۶ ۵۳ ۴۷	۴۲ ۳۳ ۰
۱۰۴۹*	۱۰۴۹*	۱۰۴۸	۱۰۴۸	۱۰۴۸	۶ ۴۳ ۰۴	۳۱ ۵۰ ۰
۱۰۷۸*	۱۰۷۷	۱۰۷۷	۱۰۷۷	۱۰۷۷	۷ ۱۷ ۱۷	۰۶ ۰۳ ۱
۱۰۸۲	۱۰۸۲*	۱۰۸۲*	۱۰۸۱	۱۰۸۱	۶ ۳۲ ۲۱	۲۱ ۰۷ ۰
۱۱۱۱*	۱۱۱۰	۱۱۱۰	۱۱۱۰	۱۱۱۰	۷ ۶ ۳۴	۵۵ ۲۰ ۰
۱۱۱۵	۱۱۱۵*	۱۱۱۵*	۱۱۱۴	۱۱۱۴	۶ ۲۱ ۳۸	۱۰ ۲۴ ۰
۱۱۴۴*	۱۱۴۳	۱۱۴۳	۱۱۴۳	۱۱۴۳	۶ ۵۵ ۵۲	۴۴ ۳۸ ۰
۱۱۷۷*	۱۱۷۶	۱۱۷۶	۱۱۷۶	۱۱۷۶	۶ ۴۵ ۰۹	۳۳ ۵۵ ۰
۱۲۱۰*	۱۲۱۰*	۱۲۰۹	۱۲۰۹	۱۲۰۹	۶ ۳۴ ۲۶	۲۳ ۱۲ ۰
۱۲۴۳*	۱۲۴۳*	۱۲۴۳*	۱۲۴۲	۱۲۴۲	۶ ۲۳ ۴۳	۱۲ ۲۹ ۰
۱۲۷۶*	۱۲۷۶*	۱۲۷۶*	۱۲۷۶*	۱۲۷۵	۶ ۱۳ ۰۰	۰۱ ۴۶ ۰
۱۳۷۰	۱۳۷۰	۱۳۷۱*	۱۳۷۰	۱۳۷۰	۶ ۲۵ ۴۸	۱۴ ۳۴ ۰
۱۴۰۳	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۴۰۴*	۱۴۰۳	۶ ۱۵ ۰۵	۰ ۳ ۵۱
۱۴۳۶	۱۴۳۶	۱۴۳۷*	۱۴۳۷*	۱۴۳۷*	۱۱ ۵۳ ۸	۴۱ ۵۴

۵						
۳۱ ۱۲ ۵	۱۱ ۴۲ ۲۶	۱۴۷۰*	۱۴۷۰*	۱۴۷۰*	۱۴۶۹	۱۴۷۰*

جدول۶ ـ مقایسهٔ کبیسه‌بندی در پنج مأخذ برای مدت ۵۰۰ سال (۹۷۵ تا ۱۴۷۶)

ثانیاً ملک‌پور و صیّاد در مقالهٔ متشرک خود فرمولها و روش محاسبهٔ خود را عرضه نکرده‌اند و تنها اشاره‌هایی مبهم به فرمولهای نجومی دارند. در هر صورت، کبیسه‌های مورد نظر آنان در فاصلهٔ ۵۰۰ سالی مورد نظر اختلافهایی با کبیسه‌های دیگران دارند. تعداد اختلافهای بین ۵ نوع کبیسه‌بندی را در فاصلهٔ زمانی ۹۷۵ تا ۱۴۷۶ در جدول ۷ آورده ایم.

مادامی که از فرمولها و روش کبیسه‌بندی ملک‌پور ـ صیّاد اطلاع نداشته باشیم، اظهارنظر دربارهٔ علت و معنای اختلاف با کبیسه‌بندی آنها دشوار است، هر چند در این مورد نیز بیشترین تعداد اختلافها در محدودهٔ نوسان طول سال حقیقی (یعنی ۳۳ دقیقه) می‌گنجند.

اختلاف رایانه و بیرشک، در دو مورد با اختلاف زمانی (۱ دقیقه و ۴۶ ثانیه) و (۳ دقیقه و ۵۱ ثانیه)، با توجّه به بحثهای پیشین، قابل اغماض است.

	رایانه	**بیرشک**	**بهروز**(بنابرمحاسبهٔ ملک‌پور- صیّاد)	**ریاحی**
ملک‌پور ـ صیّاد	۱۴ اختلاف در سالها	۱۴ اختلاف در سالها	۱۱ اختلاف در سالها و ۳ اختلاف در نوع کبیسه‌ها	۵ اختلاف در سالها و ۲ اختلاف در نوع کبیسه‌ها
ریاحی	۱۱ اختلاف در سالها	۱۱ اختلاف در سالها	۸ اختلاف در سالها و یک اختلاف در نوع کبیسه‌ها	
بهروز (بنابرمحاسبهٔ ملک‌پور- صیّاد)	۷ اختلاف در سالها	۵ اختلاف در سالها		
بیرشک	۲ اختلاف در سالها			

جدول۷ـ تعداد کبیسه‌های مورد اختلاف پنج مأخذ

جمع‌بندی پژوهش و واپسین سخن

بدین‌سان گاهشماری جلالی و کبیسه‌بندیهای پیشنهاد شده برای آن، به منظور دستیابی به دقیق‌ترین گاهشماری جهان، مورد بررسی قرار گرفت. اینک نتایج نهایی بررسی را خلاصه می‌کنیم:

۱. گاهشماری کنونی ایرانی با بهره‌گیری از مبانی گاهشماری جلالی پدید آمده است؛

۲. گاهشماری جلالی با بهره‌گیری از مبانی گاهشماری کهن، داده‌های دقیق رصد و محاسبه‌های دقیق پدید آمد؛

۳. ایرانیان از زمان باستان به درستی ضرورت دستیابی به طول سال متوسط را، با همهٔ دشواریهای آن، تشخیص داده بودند؛

۴. گاهشماری ایرانی موفّق‌ترین گاهشماری جهان در منطبق کردن سال تقویمی با سال طبیعی و دستیابی به دقیق‌ترین طول سال متوسط خورشیدی است؛

۵. طول هر ماه گاهشماری ایرانی انطباق قابل توجهی با مدّت زمان حرکت خورشید در هر برج متناظر با آن ماه دارد؛

۶. آغاز سال گاهشماری ایرانی مناسب‌ترین آغاز، و منطبق با مناسب‌ترین پدیدهٔ طبیعی، یعنی عبور خورشید از نقطهٔ اعتدال بهاری و آغاز بهار، است؛

۷. از میان همهٔ کبیسه‌بندیهای پیشنهاد شده برای گاهشماری ایرانی دورهٔ بزرگ ۲۸۲۰ سالی، با زیردوره‌ها و زیرزیردوره‌های خاصّ آن، هوشمندانه‌ترین کبیسه‌بندی ممکن است و بهترین انطباق را با محاسبات رایانه‌ای، با طول سال حقیقی و با ساعت تحویل حقیقی سال دارد به گونه‌ای که:

تعیین آغاز دوره (مثلاً ۲۳۴۵- ، ۴۷۵، ۳۲۹۵، ...) هم تعیین نوع کبیسه را آسان می‌کند هم می‌تواند مبنای *گاهشماری دوری جهانی* قرار گیرد.

با تقریب بسیار بسیار خوب و در محدودهٔ نوسان طول سال حقیقی خورشیدی، می‌توان از چند مورد اختلاف بین کبیسه‌های رایانه‌ای و کبیسه‌های کلاسیک پذیرفته شده از سوی زنده‌یادان ذبیح بهروز و احمد بیرشک چشمپوشی کرد و همان دورهٔ ۲۸۲۰ سالی را با توزیع کبیسه‌ای به دست آمده در محاسبات یا پذیرفته شده توسط آن

دو زنده‌یاد رسمیت بخشید، بویژه اگر، احتمالاً، برای روش آنان مستندات تاریخی به دست آید.

نگارنده نیز خود کتاب *گاهشماری ایرانی* را منتشر کرده است و در آن مبانی اخترشناسی و محاسباتی تقویم نگاری و گاهشماری ایرانی را به دست داده است. (نک منابع). تصمیم‌گیری نهایی البته به عهدهٔ مراجع قانونی ذیربط است. امّا باید تأکید کرد که بهروز و بیرشک مناسب‌ترین روش را برگزیده‌اند و با این روش می توان گاهشماری و گاهنامهٔ تطبیقی ایرانی را از عمل‌زدگی، ناتوانی در پیش‌بینی و تکیه بر «استقرا»ی «معرفت اوائیل سالها» (به گفتهٔ خواجه نصیرالدین طوسی در *زیج ایلخانی*) نجات داد و آن را قاعده‌مند کرد (عبداللهی، ص ۳ـ ۹)

البته تقویم های مبتنی بر این روش، همچون هر تقویم دیگری ادّعای آن را ندارند و نمی‌توانند داشته باشند که ساعت تحویل دقیق و حقیقی را برای هر سال بدست می‌دهند، امّا بخوبی می‌توانند *دقیق‌ترین ساعت تحویل متوسط و طول سال متوسط* را عرضه کنند.

به صرف اینکه طول سال نوسان دارد و تعیین ساعت تحویل دقیق و حقیقی از روی کتابی که مبتنی بر روشِ قابلِ تعمیم برای هزاران سال است، امکان‌پذیر نیست نباید ضرورت وجودی چنین تقویم هایی را نفی کرد.

روشن است که بحث دربارهٔ تاریخ گاهشماری ایرانی و ردیابی آن در میراث نیاکانمان پایان نیافته است و اثباتِ احتمالیِ اینکه این میراث گرانبها به گذشته‌های دور تعلق دارد واقعهٔ مهمی در شناخت تاریخ علم و تمدّن ایران و جهان خواهد بود.

به نظر نگارنده نخست باید قوهٔ مقننه با تعیین تکلیف برای کبیسه‌های گاهشماری ایرانی، مصوبهٔ ۱۱ فروردین ۱۳۰۴ دربارهٔ گاهشماری ایرانی را تکمیل کند و پس از آن زمینه برای *طرح گاهشماری جهانی*، بر پایهٔ طول متوسط سال خورشیدی، با کبیسه‌های ویژهٔ آن، فراهم شود تا کشورهای جهان بتوانند با نفی کبیسه‌های قراردادی و سال قراردادی از خطای موجود در آن و آثار زیانبار این خطا نیز رهایی یابند.

مطرح کردن گاهشماری جهانی باید با فروتنی کامل، با در نظر گرفتن غرور ملّی کشورهای گوناگون و با منطق علمی نیرومند صورت گیرد. هر کشور می‌تواند یک رویداد

مهم (ملّی، دینی و...) را به عنوان مبدأ گاهشماری خویش انتخاب کند. امّا پذیرفتن طول سال و کبیسه‌بندی گاهشماری ایرانی و اوّل بهار به عنوان آغاز سال، همهٔ کشورها را گاهشماریِ همساز با سال حقیقی خواهد بخشید و ارتباطهای بین‌المللی را بس آسان‌تر و فعّال‌تر و از هزینه‌های کلانِ تصحیحِ تقویم جلوگیری خواهد کرد.

با پذیرفتن دورهٔ ۲۸۲۰ سالی و شیوهٔ سادهٔ کبیسه‌گیری در آن می‌توان اطلاعات زیر را به دست آورد:

۱. روز هفتهٔ نخستین روز هر دوره ۲۸۲۰ سالی،
۲. روز هفتهٔ نخستین روز هر سال مفروض،
۳. کبیسه یا عادی بودن هر سال مفروض،
۴. نوع کبیسه (پنج سالی یا چهار سالی)،
۵. ساعت تحویل متوسط هر سال مفروض؛

بدیهی است که این اطلاعات برای هر سالی که بدست آیند، طول آن نزدیک‌ترین طول ممکن به طول سال حقیقی و ساعت تحویل آن نزدیک‌ترین ساعت ممکن به ساعت تحویل حقیقی است.

روشن است که با داشتن گاهشماری مبتنی بر دورهٔ ۲۸۲۰ سالی می‌توان برای هر بازهٔ زمانی (از گذشته تا آینده) و در تطبیق‌دهی با هر گاهشماری دیگر، گاهنامهٔ تطبیقی نوشت و معادل هر روز در هرگاهشماری را با بهترین تقریب ممکن در گاهشماری ایرانی یافت.

تقریباً همهٔ حقیقت در اختیار ماست. مبادا در آرزوی آن که به همهٔ حقیقت در کامل‌ترین وجه آن دست یابیم، ناچار شویم به مقدار بس اندکی از حقیقت بسنده کنیم!

اما باید امید یافتن همهٔ حقیقت و تلاش در راه دستیابی به آن را هر دم فزونی بخشیم.

منابع

اکرمی، موسی، *گاهشماری ایرانی*. تهران، ۱۳۸۰ ش.

بهروز، ذبیح، *تقویم و تاریخ در ایران*، ایران کوده، شمارهٔ ۱۵، تهران، ۱۳۳۱ ش.

بهروز، ذبیح، *تقویم نوروزی شهریاری*، ایران کوده، شمارهٔ ۱۸، تهران، ۱۳۴۸ ش.
بیرشک، احمد، *گاهنامهٔ تطبیقی سه هزار ساله*، تهران، ۱۳۷۳ ش.
تقی‌زاده، حسن، *بیست مقاله*، ترجمهٔ احمد آرام، تهران، ۱۳۴۶ ش.
دایرة المعارف فارسی، ج ۱ به سرپرستی غلامحسین مصاحب، تهران، ۱۳۴۵ ش.
ریاحی، تقی، *شرح تقویمهای مختلف و مسأله‌های کبیسهٔ جلالی*، تهران، ۱۳۳۵ ش.
صیاد، محمدرضا، «پژوهشهای گذشته و حال در معادله‌های تقویم هجری خورشیدی»، مقالهٔ عرضه شده در سمینار گاهشماری ایرانی بهمن ۱۳۷۶ ش، (منتشر نشده).
عبداللهی، رضا، *تاریخ تاریخ در ایران*، تهران، ۱۳۷۵ ش.
کاوه، علی‌محمّد، *گاهشماری و تاریخ‌گذاری از آغاز تا سرانجام*، تهران، ۱۳۷۳ ش.
لغت‌نامهٔ دهخدا، تهران، ۱۳۷۳ ش.
ملک پور، ایرج، *تقویم پنج هزار سالهٔ هجری شمسی*، تهران، ۱۳۷۸ ش.
ملک‌پور، ایرج و محمدرضا صیّاد، «کبیسه‌های ۵۰۰ سالهٔ تقویم شمسی»، *نشریهٔ تحقیقاتی فیزیک زمین و فضا*، ج ۱۱، شمارهٔ ۱ و ۲، دی ماه ۱۳۶۱ ش.
نبئی، ابوالفضل، *تقویم و تقویم نگاری در تاریخ*، مشهد، ۱۳۶۵ ش.
نجم‌آبادی، احمد، *تقویم یک صد و پنج سالهٔ تطبیقی*، تهران، ۱۳۳۴ ش.

Encyclopedia Britanica, 15th edition, 1993, vol. 4, s.v. "equinox", By R. Abdollahy.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی