



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی
سال هشتم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
شماره پیاپی: ۱۶

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب
مدیر مسئول: اکبر ایرانی
سر دبیر: محمد باقری
مدیر داخلی: زینب کریمیان
ویراستار: پویان رضوانی
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شاملوفرد

همکاران علمی

حسن امینی * حمید بهلول * پویان رضوانی * حنیف قلندری * یونس کرامتی * امیرمحمد گمینی
شمامه محملی فر * یونس مهدوی * سجاد نیک فهم خوب روان

مشاوران علمی

پرویز اذکائی * یوسف ثبوتی * توفیق حیدرزاده
محمدابراهیم ذاکر * حسن طارمی * حمیدرضا گیاهی یزدی
مهلی محقق * حسین معصومی همدانی * محمدجواد ناطق * سیدحسین نصر
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) * جان لنارت برگرن (کانادا) * گلن وان بروملن (کانادا) * احمد جبار (فرانسه)
سرگی دمیدوف (روسیه) * رشدی راشد (فرانسه) * جمیل رجب (کانادا) * سری رامولا سارما (آلمان) * ژاک سزبانو (سوئیس)
جورج صلیبیا (امریکا) * حکیم سید ظل الرحمان (هند) * رادا چاران گوپتا (هند) * ریچارد لورج (انگلستان)
مصطفی موالدی (سوریه) * یان پیتر هوشندایک (هلند) * میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: شکل موجود در برگ ۱۲۰ پ نسخه خطی شماره ۱۶۹ فارسی کتابخانه ملی پاریس

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوریحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶

کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دورنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com

بها: ۴۰۰۰۰۰ تومان



فهرست

۱ | سرسخن

مقاله

- ابن هیثم ریاضی‌دان، ابن هیثم فلسفه‌دان:
نگاهی به ادله رشدی راشد بر تمایز میان دو ابن هیثم
۵ حامد آرزایی
- پیدایش و سیر تحول دوره ۱۲۸ ساله در تقویم هجری شمسی
۲۳ محمدرضا صیاد
- علوم پزشکی، داروسازی و دامپزشکی در شرق ایران دوره اسلامی
و آسیای میانه
۴۱ ال. ریشتر-برنبرگ، ترجمه پریش ایزدی و علیرضا گلشنی
- ۵۸ علم هیئت در تمدن اسلامی
ی. ت. لانگمن، ترجمه محمد سلیمانی تبار
- ۸۱ تقویم ملکی در دستورالمنجمین
بنو وان دالن، ترجمه لاله شاکریان و احسان رضانی
- ۹۵ تعیین سینوس یک درجه در یک رساله سانسکریت
با الهام از مثلثات دوره اسلامی
کلمنسی مونتل و ک. راماسوبرامانیان، ترجمه مریم زمانی
- ۱۱۶ ساعت‌های آفتابی عثمانی
جائی فراری، ترجمه مهدی نوروزی‌بخش

معرفی کتاب

- ۱۲۷ ورننامه و ارتباط آن با الفلاحة الرومیه ...
علی صفری آق‌قلعه

نسخه‌های خطی

- ۱۴۸ بررسی محتویات نسخه شماره ۱۶۹ فارسی کتابخانه ملی پاریس
محمد مهدی کاوه‌یزدی

رساله

- ۱۸۶ رساله خلاصه‌الاعداد درباره مربعهای وفقی
سید جلال‌الدین طهرانی، به کوشش علی مرادی



تقویم ملکی در دستورالمنجمین^۱

بنو وان دالن^۲

ترجمه لاله شاکریان^۳ - احسان رضانی^۴

۱ - مقدمه

ایرانیان از قرن پنجم پیش از میلاد، از تقویمی خورشیدی با طول سال ثابت ۳۶۵ روز (۱۲ ماه سی‌روزه و پنج روز اضافه که معمولاً آندرگاه خوانده می‌شد) استفاده می‌کردند که از تقویم باستانی مصری اقتباس شده بود. گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که برای ثابت ماندن آغاز سال نو در بین فصل‌ها، در ادوار مختلف، نظام‌های کیبسه‌گیری متفاوتی به کار می‌رفت. کوشیار گیلانی در زیج جامع کیبسه‌سی‌روزه در هر ۱۲۰ سال را، که پیش از اسلام اعمال می‌شد، توصیف می‌کند.^۵ در این تقویم، به منظور نمایش تعداد دفعات کیبسه‌ای که رخ می‌داد، مکان آندرگاه بعد از هر کیبسه یک ماه جابه‌جا می‌شد.

از زمان ورود اسلام سال ثابت ۳۶۵ روزه، با مبدأ تاریخ یزدگردی (۱۶ ژوئن ۶۳۲م) و بدون هیچ‌گونه کیبسه‌گیری، به کار گرفته شد. آندرگاه هم، که در این زمان بعد از ماه هشتم (آبان) قرار گرفته بود، در این مکان باقی ماند و حدود چهار سده بعد که به آخر سال برگردانده شد. نامناسب بودن سال ثابت، خصوصاً برای امور دیوانی، به‌زودی آشکار شد. دو نمونه از مشهورترین کوشش‌ها برای تنظیم سال ایرانی با حرکت سالانه خورشید، در زمان معتضد (حک ۲۷۹-۲۸۹ ق) خلیفه عباسی و سلطان ملک‌شاه اول سلجوقی (حک ۴۶۵-۴۸۵ ق) صورت گرفت.

بیرونی (خوارزم ۳۶۲- غزنه ۴۴۰ ق) در زیجش به نام قانون مسعودی تقویم معتضدی^۶ را

1. Benno van Dalen, "The Maliki Calendar in the *Dustūr al-munajjimīn*", *Science in the City of Fortune: The Dustūr al-munajjimīn and its World*, eds. Eva Orthmann & Petra Schmidl, Berlin, 2017, pp. 117-135.

نسخه یکتای دستورالمنجمین (موجود در کتابخانه ملی پاریس) در سال ۱۳۹۸ در مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب چاپ عکسی شده است.

۲. فرهنگستان علوم باواریا، مونیخ، bdalen@ptolemaeus.badw.de

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد تاریخ علم دانشگاه تهران، mona.shakerian@gmail.com

۴. پژوهشگر آزاد، rsm.ehsan@gmail.com

۵. بنگرید به: محمد باقری، «مبحث تقویم در زیج جامع کوشیار گیلانی»، تاریخ علم، شماره ۶، ۱۳۸۷، ص ۲۱-۶۷.

۶. در مورد تقویم معتضدی بنگرید به قانون مسعودی، ابوریحان بیرونی، حیدرآباد، ۱۹۵۴-۱۹۵۶، ج ۱، ص ۱۳۶-۱۳۸.

شرح داده است. در این تقویم آغاز سال ۱۱ ژوئن تقویم یولیانی ثابت شد؛ اندرگاه مانند نوعی از تقویم یزدگردی که تا حوالی ۴۰۰ ق به کار می‌رفت در آخر آبان باقی ماند (در نتیجه همیشه در فوریه قرار می‌گرفت) و در سال‌های کیبسه تقویم یولیانی روز ششمی به آن افزوده می‌شد. مبدأ این تقویم ۱۱ ژوئن ۸۹۵ میلادی، مطابق با اول خرداد ۲۶۴ یزدگردی [و ۱۳ ربیع‌الاول ۲۸۲ هجری قمری] بود. چون خرداد سومین ماه سال ایرانی است، دو ماه مربوط به روش کیبسه پیش از اسلام، که بعد از شکست یزدگرد از قلم افتاده بود، بار دیگر اعمال شد و نوروز دوباره به ماهی که در زمان یزدگرد سوم قرار داشت، برگشت.

علاوه بر این، سلطان جلال‌الدین ملک‌شاه سلجوقی اصلاحات مهم‌تری هم در تقویم ایرانی اعمال کرد. او گروهی از دانشمندان را در رصدخانه‌اش، که مکان آن امروزه بر ما نامعلوم است، گرد آورد تا مشکل جابه‌جایی سال شمسی را، یک بار برای همیشه، حل کنند. آنان توانستند بر پایه رصدهای جدید و محاسباتی که شامل داده‌های انقلابین و اعتدالین رصد شده در طول بیش از هزار سال بود، آغاز سال تقویم جدید را در زمان دقیق اعتدال بهاری ۱۰ رمضان ۴۷۱ ق (۱۵ مارس ۱۰۷۹ م) تعیین شد. در شکل اولیه این تقویم ماه‌ها هم بر پایه حرکت حقیقی خورشید تنظیم شده بود. به این ترتیب آغاز ماه‌ها با ورود خورشید به برج‌های دایره البروج تعیین می‌شد. در نتیجه طول هر ماه بین ۲۹ تا ۳۲ روز متغیر بود و ۳۶۶ مین روز در سال کیبسه معمولاً به دوازدهمین و آخرین ماه (اسفندارمذ) اضافه می‌شد. چنان‌که خواهیم دید برخی زیج‌ها، به جای این‌که از ماه‌های خورشیدی حقیقی استفاده کنند، ماه‌های سی‌روزه تقویم باستانی ایرانی را به کار می‌بردند و اندرگاه را در سال کیبسه شش روز می‌گرفتند.

عمر خیام، شاعر و ریاضی‌دان پرآوازه، در دهه سوم حیاتش، عضو گروهی بود که به اصلاح تقویم پرداختند؛ اما در دوره‌های بعد تقویم ملکی بارها به او نسبت داده شد و فرض بر این بود که زیج گمشده خیام بر پایه این تقویم بوده است. به‌خصوص روزنفلد و یوشکیویچ جدول‌های دستورالمنجمین را، تنها به این دلیل که مختصات ستارگان با مبدأ ملکی [در آنها] وجود دارد، به نام خیام منتشر کردند. اما نه موشکافی‌های من در نسخه خطی و نه تصحیح دقیق او ارتمن و پترا اشمیدل هیچ رد پایی از خیام در دستورالمنجمین نشان نمی‌دهد.^۱

جزئیات صورت اولیه تقویم ملکی بر ما روشن نیست. مطالعه زیج‌هایی که درباره این تقویم

۱. بنگرید به مقاله «خاستگاه و تاریخچه دستورالمنجمین و دستنوشته آن» نوشته او ارتمن و پترا گ. اشمیدل، ترجمه زینب کریمیان در میراث علمی، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص ۷۲-۱۰۰ م.

بحث می‌کنند نیز جزئیات کامل را روشن نمی‌کند؛ زیرا چنان که خواهیم دید هر زیج از شیوه متفاوتی در تعیین اعتدال بهاری و اندازه مختلفی برای طول سال خورشیدی حقیقی (زمان بین دو اعتدال بهاری متوالی) استفاده می‌کرد. چون جدول‌های حرکت میانگین سیارات و جدول ستارگان در دستورالمنجمین، با استفاده از تقویم ملکی (با مبدأ سال ۴۷۱ ق) تعیین شده است، گردآوری همه مطالب مربوط به این تقویم در دستورالمنجمین و نیز برخی زیج‌های مرتبط در کشف پیوندهای احتمالی میان این متون مفید به نظر می‌رسد. پس من تمام شواهد در منابع زیر مربوط به تقویم ملکی را در دستورالمنجمین نقل و خلاصه‌ای از داده‌های عددی مرتبط را عرضه می‌کنم:

۱. نسخه یکتای کمبریج از زیج مفرد نوشته ابوجعفر محمد طبری (ح ۵۰۰ ق)
 ۲. زیجی اصالتاً فارسی که به دستور امپراتوران مغول چین تهیه شد (ثلث سوم سده هفتم هـ)
 ۳. زیج محقق نوشته شمس منجم و ابکنوی (ح ۷۲۰ ق)
- توضیحات مختصری درباره جدول‌های مربوط به تقویم ملکی در برخی زیج‌های دیگر در بخش ششم عرضه شده است.

۲- تقویم ملکی در دستورالمنجمین

بخشی از تقویم ملکی در دستورالمنجمین، که ظاهراً حاوی بیشترین اطلاعات و مشخصاً تعاریف و جزئیات آن در فصل گاهشماری بوده، متأسفانه، از نسخه خطی پاریس افتاده است؛^۱ پس تعریف این تقویم را باید از کاربرد آن در جدول‌های حرکت میانگین سیارات و سایر قسمت‌های زیج استخراج کرد. اینک شواهد تقویم ملکی دستورالمنجمین را یک به یک تشریح و اطلاعاتی اضافی در مورد برخی جدول‌ها را، که ربط مستقیم به تقویم ملکی ندارد، به آن خواهیم افزود؛ چرا که شاید اشاره‌ای به ارتباط آن با دیگر آثار نجومی داشته باشد.

برگ ۳:

جدول تعداد روزهای سال‌ها و ماه‌های کامل ایرانی (ایام السنین و الشهور الفارسیه التامه) تعداد روزها را، که [ارقامش در پایه شصتگانی] به اشتباه با درجه، دقیقه، ثانیه و ثالثه علامت‌گذاری شده است برای: ۱، ۲، ۳، ...، ۲۸ و ۲۸، ۵۶، ... ۸۴۰ سال ایرانی و همچنین تعداد روزهای تجمع شده ماه‌های ایرانی را عرضه می‌کند. تعداد روزهای بین مبدأ یزدگردی و ملکی، که باز هم به اشتباه علامت‌گذاری شده، در گوشه پایین سمت چپ جدول و در دستگاه شصتگانی ۴۵، ۱۹، ۳۳ (در دستگاه دهگانی ۱۶۳۱۷۳) آمده است. از آنجا که مبدأ [تقویم] یزدگردی در ۱۶ ژوئن ۶۳۲

۱. بنگرید به مقاله «خاستگاه...» مذکور در پانویس پیشین.

ثابت است، تفاوت محاسبه شده بر مبدأ تقویم ملکی (۱۵ مارس ۱۰۷۹م)، که روز اعتدال بهاری در همان سال است، دلالت می‌کند.

برگ ۳پ:

جدول تعداد روزهای کامل سال‌ها و ماه‌های ملکی (ایام السنین والشهور الملکیه التامه) تعداد روزها را (که مثل جدول‌ها پیشین علامت‌گذاری شده‌است) برای ۱، ۲، ۳... ۲۸ و ۲۸، ۵۶... ۸۴۰ سال ملکی و نیز تعداد روزهای تجمیع‌شده ماه‌های ملکی نمایش می‌دهد. ماه‌های ملکی هر کدام شامل سی روز است (به اضافه پنج یا شش روز در انتهای سال، به‌عنوان اندرگاه، که در دستورالمنجمین مسترقه، یعنی دزدیده، نامیده می‌شود). پس در این جدول نیز، چنان که در تعریف اصلی تقویم ملکی و گروهی از زیج‌های بعدی دیده می‌شود، از ماه‌های خورشیدی حقیقی استفاده نشده است (بنگرید به ادامه مقاله). ستون‌های مربوط به سال‌های مجموع (مضارب سال‌ها) و سال‌های مبسوط (منفرد) [۱ تا ۲۸ سال] (السنون المجموعه والسنون المبسوطه) به شکلی هماهنگ، جای مقدار دقیق‌تر سال خورشیدی حقیقی، بر اساس سالی با طول $۳۶۵\frac{۱}{۴}$ روز سنجیده شده است. در جدول سال‌های مبسوط اولین، پنجمین، نهمین تا بیست و پنجمین^۱ سال به عنوان سال‌های کیسه [با علامت ک] تعیین شده و در حقیقت ۳۶۶ روزه‌اند.

در این جا تفاوتی بنیادی بین ساختار اولیه تقویم ملکی با اغلب زیج‌ها می‌بینیم؛ از آنجا که طول سال خورشیدی حقیقی اندکی کمتر از $۳۶۵\frac{۱}{۴}$ روز است، اعمال مداوم کیسه چهارساله، به این امر منجر می‌شود که نوروز به تدریج جابه‌جا شده و از اعتدال بهاری جلوتر بیفتد. پس تقویم ملکی، مانند تقویم گرگوری، نسبت به تقویم یولیانی تعداد روزهای کیسه کمتری در نظر می‌گیرد و اساساً نظام کیسه‌گیری متفاوتی دارد. در اغلب زیج‌ها این پدیده چنین محاسبه می‌شود که تقریباً در هر ۳۰ سال، سال کیسه بعدی، نسبت به کیسه پیشین، سال پنجم است، نه چهارم. پس نظام کامل کیسه‌گیری تقویم چنین تعیین می‌شود که هر چند سال یک بار، چهار سال عادی پیاپی وجود خواهد داشت؛ به عبارت ساده‌تر و دقیق‌تر در تقویم، کدام سال‌هایی کیسه‌اند که، به جای سه سال، پس از چهار سال عادی می‌آیند (از این اطلاعات همه سال‌های کیسه‌ای که بلافاصله پس از فقط سه سال عادی می‌آیند، معلوم می‌شوند). برای مثال طبق زیج سلطانی الغیبیگ (بنگرید به ادامه مقاله) سال‌های کیسه‌ای که به دنبال چهار سال عادی در تقویم ملکی می‌آیند سال‌های ۵، ۳۸، ۷۱، ۱۰۴، ۱۳۷، ... هستند.

۱. در متن انگلیسی به غلط هفدهمین آمده است. م

برگ ۴ پ:

جدول جامع تقویم‌های سه‌گانه (الجدول الجامع للتواریخ الثلاثة) از قانون مسعودی بیرونی (غزنه، ۴۲۱ ق)^۱ تعداد روزها را برای ۱، ۲، ۳، ۱۰...، ۲۰، ۳۰...، ۱۰۰...، ۲۰۰، ۳۰۰...، ۱۰۰۰... سال در تقویم‌های ایرانی، عربی و بیزانسی/ملکی آورده است. چون تقویم ملکی با تقویم بیزانسی یک جا آمده، دوباره بر اساس سال یولیانی است. این تعداد روزها با جدولی که در برگ ۳ پ آمده است، توافق دارد اما اختلاف بزرگی در تعداد روزهای هزار سال (۳۶۵۲۵۰ = ۱،۴۱،۲۷،۳۰) نسبت به تعداد روزهای هزار سال خورشیدی حقیقی (حدود ۳۶۵۲۴۲ روز) دارد. این اختلاف، از نظر مقدار، در حدود اختلافی است که منجر به اصلاح تقویم (۱۰ روز انتقال به جلو) و پیدایش تقویم گرگوری در سال ۱۵۸۲ م شد.

برگ ۷۸ ر:

جدول تعدیل زمان برای طول دایرة البروجی میانگین (وسط) به ازای اوج خورشید در $25;40^\circ$ جوزا (جدول تعدیل الایام لبالیها یؤخذ بوسط الشمس علی ان الایام فی که م من جوزا). این جدول ظاهراً بر مقادیر بتانی برای میل دایرة البروج ($23;35^\circ$) و خروج از مرکز خورشید ($2;4,45$ جزء از 60 جزء) مبتنی است. بتانی خود مقدار اوج را برای سال ۲۶۷ ق، برابر با $82;14^\circ$ در نظر گرفته است. اگر با 1° در $24106,5$ روز، که بتانی برای حرکت اوج در نظر گرفته است، محاسبه کنیم درمی‌یابیم که بر پایه مقادیر بتانی طول دایرة البروجی اوج خورشید در پاییز سال 50° ق $85;40^\circ$ [معادل $25;40^\circ$ جوزا] بوده است. این نتیجه با برخی دیگر از مقادیر نجومی قابل تاریخ‌گذاری در دستورالمنجمین تطابق دقیقی دارد، اما با مبدأ تقویم ملکی، چنان که انتظار داریم، هماهنگ نیست. جدول تعدیل زمان در دستورالمنجمین به‌وضوح با جدول بتانی تفاوت دارد؛ جدول بتانی تعدیل را، به جای دقیقه و ثانیه زمانی، با درجات استوایی عرضه می‌کند. در این جدول طول خورشیدی حقیقی جایگزین طول خورشیدی میانگین به عنوان متغیر اصلی شده است. جدول تعدیل زمان در زیچ جامع کوشیار گیلانی (ح ۴۱۰-۴۱۵ ق) نیز بر اساس مؤلفه‌های بتانی است؛ اما متغیر اصلی آن طول خورشیدی میانگین است و مقادیر آن به‌وضوح با مقادیر دستورالمنجمین تفاوت دارد (بر پایه طول اوج 84° است).

برگ ۷۸ پ:

در فصل کوتاه ششم، از مقاله چهارم، درباره طول دایرة البروجی خورشید (الفصل السادس فی تقویم الشمس) یادداشت‌های کوتاه بسیاری به چشم می‌خورد؛ در گوشه پایین سمت راست یادداشتی به خط درشت‌تر، و به خطی غیر از متن اصلی، آمده است:

۱. بیرونی، همان‌جا، ص ۱۱۴-۱۱۵.

مبدأ التاريخ الملكي نهار الجمعة عاشر من رمضان سنة هجرية ٤٧١ على هذه الاصول المثبوتة في هذه الجداول. فليعمل التقويم للكواكب على هذا التاريخ بالسنة الناقصة والشهر الناقص واليوم المطلوب (مبدأ تقويم ملكي، طبق اصول ثبت شده در اين جدولها، روز جمعه ١٠ رمضان ٤٧١ هجری است. طول دایرة البروجی سیارات طبق این تقویم به ازای سال ناقص و ماه ناقص و روز مورد نظر پیدا می شود).

تاریخ هجری داده شده برابر با ۱۵ مارس ۱۰۷۹ م است، یعنی تاریخ درست اعتدال بهاری، که مبدأ تقویم ملكی و یکی از رایج ترین مبدأهای این تقویم را نشان می دهد. جمله دوم عبارت نقل شده، مربوط است به این امر که جدول های حرکت میانگین برای سال، ماه و روز جاری در نظر گرفته می شوند. پس برای یافتن طول، میانگین، مثلا در ۳ آبان سال ۱۲۷ تقویم ملكی به مقادیر جدول های حرکت میانگین برای سال ۱۲۷، ماه آبان، روز سوم رجوع می کنیم؛ در مقابل، در برخی دیگر از جدول های حرکت میانگین، مقادیر مربوط به سال ۱۲۶، ماه قبل یعنی مهر و ۲ روز را اختیار می کنیم.

برگ ۷۹-پ:

جدول حرکت میانگین خورشید (وسط الشمس) حرکت میانگین خورشید را برای سال های مجموع ۱، ۲۱، ۴۱ ... ۲۲۱ (ملکی) (همراه با افزوده هایی به خط دیگر تا سال ۳۶۱)، سال های مبسوط ناقص ۱، ۲، ۳... ۲۰ (با علامت گذاری سال های ۱، ۵ ... ۱۷ به عنوان سال های کیسه)؛ سال های منفرد ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۱۰۰۰؛ ماه های ناقص تقویم ایرانی (و ملكی)؛ ۱، ۲، ۳ ... ۳۱ روز ناقص و ۱، ۲، ۳ ... ۶۰ ساعت؛ و تصحیحاتی برای طول میانگین طول های جغرافیایی ۷۵، ۷۶، ۷۷ ... ۱۰۵ درجه به دست می دهد. چون تصحیح مذکور در طول جغرافیایی 90° صفر است بی شک مبدأ طول در این جدولها 90° یعنی طول شهرهایی چون قبة الارض، کرمان، نیشابور و گرگان است.

این جدول برای طول سال خورشیدی بتانی یعنی ۳۶۵؛۱۴،۲۶ روز محاسبه شده بود (صرف نظر از ناهنجاری کوچکی در ستون سال های مجموع که تعیین مبدأ دقیق به کار رفته در این محاسبات را ممکن می سازد) این امر به حرکت طولی میانگین روزانه خورشید به میزان $47^\circ, 20', 59''$ و حرکت سالانه ۱۱ برج و $46^\circ, 45', 29''$ که در حاشیه نیز به خطی مشابه متن اصلی آماده است، منجر می شود. از موقعیت خورشید در مبدأ جدول چنین برمی آید که مبدأ تقویم ملكی به کار رفته همان مبدأ معمول، یعنی ۱۰ رمضان ۴۷۱ ق است.

هر بازه زمانی بیست ساله در ستون سال های مجموع به حرکت میانگین خورشیدی خالص اندکی

بیش از $11,10^{\circ}$ ؛ مربوط می‌شود که با مقدار مربوط به 20 سال مبسوط موافق است. این امر، چنان که در جدول گاهشماری برگ ۳ دیده می‌شود، مؤید آن است که تقویم به کار رفته، در اصل، تقویم ملکی نیست، بلکه گونه‌ای از تقویم یولیانی با مبدأ ملکی است. اضافه کردن جدول‌های اصلاحی، که جدول‌های حرکت میانگین در دستورالمنجمین را با تاریخ‌های ملکی واقعی قابل استفاده می‌کند، چندان دشوار نیست. چنین اصلاحاتی، تنها، نیازمند این است که هرگاه تقویم ملکی یک روز از تقویم یولیانی عقب می‌افتد (به طور میانگین، تنها یک بار در هر 106 سال به ازای طول سال خورشیدی بتانی) مقدار حرکت میانگین یک روز را از موقعیت میانگین دست آمده از جدول‌های حرکت میانگین کم کنیم. اما من هیچ نشانه‌ای از چنین اصلاحاتی در دستورالمنجمین، نه در جدول‌های حرکت میانگین و نه در جدول‌های گاهشماری، نیافتم. جدول‌های دستورالمنجمین عملاً می‌توانند در تعیین موقعیت دقیق سیارات نیز به کار آیند، اما اختلاف محتمل یک روزه بین تقویم ملکی حقیقی و گونه ساده شده آن، که در این جدول‌های به کار رفته است، بازبینی در هر محاسبه برای موقعیت‌های میانگین را (مثلاً با روزهای هفته) ضروری خواهد کرد.

برگ ۸۱ پ - ۸۴ ر:

جدول‌های حرکت میانگین ماه (وسط القمر)، خاصه ماه (خاصه القمر) و بعد مضاعف قمری (البعء المضاعف للقمر) یافته‌های مذکور از جدول حرکت میانگین خورشید را تأیید می‌کنند. مبدأ ملکی این جدول‌ها نیز 10 رمضان 471 ق و روند کیسه‌گیری آنها مبتنی بر تقویم یولیانی است نه تقویم ملکی که کیسه‌گیری آن بر پایه زمان‌های دقیق اعتدال بهاری است. همچنین حرکات میانگین ماه مبتنی بر زیج بتانی است و تفاوت طول جغرافیایی بین دو منبع دقیقاً $16;45^{\circ}$ یعنی به عبارت دیگر همان تفاوت بین طول جغرافیایی رقه در گزارش بتانی ($73;15^{\circ}$) و طول نصف النهاری مبدأ در دستورالمنجمین (90°) است.

برگ ۲۱۶ ر:

در فصل اول از مقاله هشتم در باب کواکب ثابته در دستورالمنجمین چنین آمده است (گ) 216 ر، سطرهای ۳-۴):

واثبتنا مواضعها لاؤل سنة من الكیسة الملكشاهیه... (و موقعیت‌های آنها را برای سال اول نظام کیسه [گیری] ملکشاهی ثبت کردیم (...).

برگ‌های ۲۲۳ پ - ۲۲۵ ر:

جدول ستاره‌ها عملاً در فصل سوم از مقاله هشتم در برگ‌های ۲۲۴ ر - ۲۲۵ ر آمده است. متن کوتاهی در زیر سرفصل در برگ ۲۲۳ پ تکرار می‌کند که موقعیت‌های ستاره‌ها به سال اول نظام

کیسه‌گیری ملکشاهی مربوط است. طبق یادداشت دیگری این جدول از کتاب صورالکواکب الثابتة، تألیف ابو‌حسین عبدالرحمان بن عمر صوفی (فارس ۲۹۱-۳۷۶ق) گرفته شده است. چون مختصات ستاره‌ای صورالکواکب به سال ۳۵۳ق مربوط است، تصحیحی در حرکت قهقرایی در طول ۱۱۵ سال ضروری بود. طول‌های ستاره‌ای در دستورالمنجمین، به صورتی هماهنگ، ۱:۴۴° بیشتر از صورالکواکب، و در نتیجه ۱۴:۲۶° بیشتر از مجسطی بطلمیوس است. این اختلاف برابر است با حرکت قهقرایی ۱° در ۶۶ $\frac{1}{3}$ سال یولیانی یا ۱ $\frac{1}{3}$ ° در یک سده؛ یعنی نزدیک به مقادیری که به دست منجمان دربار مأمون، خلیفه عباسی، در حدود سال ۲۱۵ق محاسبه شده است.

جدول کواکب سه صفحه است و نام کامل، طول و عرض، جهت (شمال یا جنوب دایرة البروج)، قدر، مزاجات، افعال (قاطع، سالم یا لم [خنثی]) برای هر کدام از صد ستاره ثابت در آن آمده است. سرفصل آن در برگ ۲۲۴ر چنین است:

مواضع الثوابت لاؤل سنة الكیسة الملكية وهی سنة غشص رومیة تمح یزدجردیة.
 (موقعیت‌های کواکب ثابت برای سال اول [نظام] کیسه‌گیری] ملکی برابر سال
 ۱۳۹۰ رومی [معادل] ۴۴۸ یزدگردی).

سال‌های رومی و یزدگردی عرضه شده، در واقع، برابر است با سال ۱۰۷۹ میلادی (۴۷۱ق) (سال ۴۴۸ یزدگردی از ۲۵ فوریه، تنها ۱۸ روز پیش از اعتدال بهاری، آغاز می‌شد). چون روز دقیقی به عنوان مبدأ تعیین نشده و حرکت در اثر تقدیم اعتدالین در یک روز، در مقایسه با میزان دقت مختصات عرضه شده، ناچیز است، تاریخ دقیق مبدأ را نمی‌توان از این داده‌ها استخراج کرد.

برگ‌های ۲۲۵ پ - ۲۲۷ ر

چهار جدول ستاره‌ای دیگر، جز در سال‌هایی که در آن جدول‌ها مورد نظر بوده، ساختار و سرفصل‌هایی تقریباً مشابه دارند. سرفصل برگ ۲۲۵ ب چنین است: احوال الثوابت لاؤل سنة تمط یزدجردیة و هی سنة غشصا رومیة وهی اول سنة ب من الكیسة الملكشاهیه علی عرض لو ۰. (احوال ثوابت در ابتدای سال ۴۴۹ یزدگردی، برابر ۱۳۹۱ بیزانسی و سال ۲ نظام کیسه‌گیری ملکشاهی، در عرض جغرافیایی ۳۶°).

سه جدول دیگر مربوط به سال‌های ۴۷۹، ۵۰۹ و ۵۳۹ یزدگردی، برابر با ۳۲، ۶۲ و ۹۲ ملکشاهی و سال‌های ۱۴۲۱، ۱۴۵۱ و ۱۴۸۱ رومی، است. پس این چهار جدول، انجام محاسبات را با سی ستاره ثابت مهم در بازه سال‌های ۱۰۸۰ تا ۱۱۷۰ میلادی امکان‌پذیر می‌سازند. مقادیر ضبط شده در این جدول‌ها، علاوه بر طول و عرض دایرة البروجی، شامل فاصله از استوا، ارتفاع بیشینه، تعدیل نهار، نصف قوس نهار، مطالع درجه ممر، مطالع درجه طلوع و مطالع درجه مغیب

است. این‌ها همه مقادیری‌اند که معمولاً در تنظیم زایچه بزرگان، یعنی در احکام نجوم به کار می‌روند. بار دیگر یادآوری می‌کنم: چون به تاریخ‌های دقیق اشاره نشده و داده‌های مربوط به ستارگان هم دقت لازم برای نتیجه‌گیری‌های بیشتر را ندارند، پس این جدول‌ها اطلاعاتی در مورد مبدأ تقویم ملکی و طول سال خورشیدی حقیقی به کار رفته به دست نمی‌دهند.

۳. زیج مفرد

زیج مفرد، تا آنجا که می‌دانیم، کهن‌ترین زیج نگاشته‌شده به زبان فارسی است. این زیج را ابوجعفر محمد بن ایوب حاسب طبری، در حدود سال ۵۰۰ق، تألیف کرد. طبری به سبب ابزارهایی نجومی، که به سال ۴۷۵ق در آمل ساخت، مشهور است. گذشته از این وی را به عنوان مؤلف کهن‌ترین رساله‌های شناخته‌شده درباره حساب، احکام نجوم و اسطرلاب می‌شناسیم. نسخه یکتای زیج مفرد در کتابخانه دانشگاه کمبریج به نشانی براون O.1^۱ (۱۸۰ برگ) وجود دارد. این زیج به دو مقاله "عملی" و "عملی" تقسیم شده است و در مجموع بیش از ۱۷۰ باب (در فارسی «در») دارد. مجموعه جدول‌های سیارات متعلق به اثر اصلی تقویم یزدگردی را به کار می‌برد و بر پایه مشخصه‌های حرکت میانگینی است که بتانی در حدود ۲۹۰ق رصد کرده است. اما چیزی که در اینجا جلب توجه می‌کند مجموعه دیگری از جدول‌های سیارات با عنوان‌های درشت کوفی و بر پایه تقویم ملکی است. نیمه دوم یک جدول مطالع بلد با عنوانی به همان خط کوفی درشت مربوط به شهر اصفهان (با عرض جغرافیایی 32°) دانسته شده است. جدول تعدیل زمان این مجموعه کاملاً مشابه همان جدول در دستورالمنجمین است، هر چند که باید بر پایه محاسبات مستقلی باشد که احتمالاً با مشخصه‌های اندکی متفاوت صورت گرفته است.

جدول‌های حرکت میانگین مجموعه به خط کوفی در نسخه براون O.1 شباهت زیادی به جدول‌های حرکت میانگین دستورالمنجمین دارد اما با آن‌ها یکسان نیست. این جدول‌ها موقعیت میانگین را در سال‌های مجموع ملکی ۱۲۱، ۱۴۱، ... و ۲۰۱، که زیر مجموعه‌ای از مقادیر متغیر اصلی در دستورالمنجمین هستند، عرضه می‌کنند. متغیرهای ستون‌های این دو متن در مورد ماه‌ها یکسان و در مورد سال‌های مبسوط بسیار مشابهند. ستون‌های سال‌های مبسوط در این دو متن مقادیر متغیرهای یکسانی دارند اما سال‌های کیسه را در موقعیت‌های مختلف در بازه‌ای ۲۰ ساله قرار می‌دهند: در نسخه براون سال‌های مضرب چهار کیسه‌اند، اما در دستورالمنجمین اولین، پنجمین، نهمین، ... و هفدهمین سال کیسه است. مقادیر حرکات میانگین در ستون‌ها برای دوره‌های کوتاه‌تر عملاً مشابهند، اما در دوره‌های بلندتر انطباق کامل ندارند. سرعت حرکت

1. MS Browne O.1

میانگین خورشید در هر دو متن یکسان است اما طول حقیقی خورشید همیشه به اندازه ۳۲ ثانیه اختلاف دارد. سرعت حرکت میانگین ماه حدوداً ۶ ثانیه در هر سده اختلاف دارد و طول حقیقی ماه نیز در سال ۱۰۰ ملکی به مقدار ۶ دقیقه و ۳۵ ثانیه متفاوت است. مؤلفه ثابت در تفاوت موقعیت‌ها شاید به خاطر تفاوت حدوداً ۳ درجه‌ای طول جغرافیایی محل‌هایی باشد که جدول‌ها در آنجا محاسبه شده اند اما تفاوت با تغییرات کند در طول ماه حاکی از به کارگیری سرعت حرکت میانگین اندکی متفاوت دو مجموعه از جدول‌هاست. ظاهراً برخی از مشخصه‌های اصلی سیاره‌ای از کار بتانی گرفته شده است، اما پژوهش دقیق‌تری برای کشف رابطه دقیق بین زیج‌ها لازم است. در هر صورت، بیشترین شباهت میان جدول‌های دارای عنوان‌هایی به خط کوفی در زیج مفرد و دستورالمنجمین این است که، هم در ستون‌های سال‌های مبسوط و هم در ستون‌های سال‌های مجموع هر سیاره، در هر ۲۰ سال، حرکت میانگین مشابهی برای آن سیاره وجود دارد. این نشان می‌دهد که جدول‌های نسخه کمبریج، مانند جدول‌های دستورالمنجمین، در واقع نه بر اساس تقویم ملکی بلکه بر اساس تقویم یولیانی با مبدأ تاریخ ملکی بنا شده است.

۰۴. زیج هوی هوی لیفا^۱

در سال ۱۲۷۳ میلادی فرمانروایان مغول چین در پایتخت خود دادو (نزدیک پکن امروزی) یک مرکز نجوم اسلامی به همراه رصدخانه تأسیس و قریب ۴۰ نفر، از جمله چندین منجم و غیب‌گو استخدام کردند. اولین رئیس این مرکز ژامالودینگ^۲ بود که احتمالاً همان جمال‌الدین محمدبن طاهر بن محمد زیدی بخاری است که به نوشته رشیدالدین فضل‌الله در جامع التواریخ در سال ۶۴۸ق (۱۲۵۰م) در خدمت حاکمان بزرگ مغول بود. جمال‌الدین هدایت یک برنامه رصدی گسترده و تألیف زیجی فارسی را بر عهده داشت. این زیج، در سال ۱۳۸۳م، با حمایت نخستین امپراتور سلسله مینگ، تا عنوان هوی هوی لیفا (نظام نجومی اسلامی)، به چینی ترجمه شد. اخیراً متوجه شده‌ام که زیج سن‌جفینی (محفوظ در پاریس، کتابخانه ملی فرانسه، نسخه شماره ۶۰۴۰ عربی) و مجموعه‌ای از جدول‌ها، که در قرن ۱۹م به وسیله پژوهشگران رصدخانه پولکوو^۳ (نزدیک سن‌پترزبورگ)، در چین به دست آمد، جدول‌های مشترک زیادی با زیج هوی هوی لیفا دارند.

هوی هوی لیفا زیج بسیار جالبی است، نه تنها به این دلیل که در چین تنظیم و به چینی ترجمه شده است، بلکه به سبب اینکه بر اساس مشخصه‌های عمدتاً جدید نجومی بنا نهاده شده و فهرستی از ۲۷۰ ستاره با مختصات غیر بطلمیوسی و با کهن‌ترین انطباق بین نام‌های غربی و چینی ستارگان

1. Huihui lifa
2. Zhamaluding
3. Pulkovo

دارد. این زیج همچنین شامل جدول‌های با ساختارهای متفاوت با زیج‌های عربی و فارسی است. زیج‌های هوی هوی لیفا و سنجیفنی و نسخه خطی سن پترزبورگ هر سه جدول‌هایی دارند بر اساس تقویم ملکی و ویژگی‌هایی که در ادامه می‌آید. ماه‌ها، ماه‌های شمسی حقیقی با طول متغیر مبتنی بر زمان ورود خورشید به برج‌های مربوطه‌اند. ماه‌ها در ترجمه چینی نام چینی بروج و در دو نسخه خطی نام رایج فارسی به خود گرفته‌اند. طول میانگین سال خورشیدی چنان که در تقویم ملکی آمده است، گردشی با دوره تناوب دقیقاً ۱۲۸ ساله دارد. از آنجا که این دوره ۳۱ سال کیبسه دارد، تعداد کل روزها در این چرخه برابر است با $46751 = 31 + 365 \times 128$ ؛ طول میانگین سال برابر با ۳۰،۵۲،۳۱،۱۴،۳۶۵ روز است؛ در هر چرخه سه گروه ۳۳ ساله و یک گروه ۲۹ ساله، هر کدام شامل یک بار وقوع چهار سال عادی پیاپی، وجود دارد. در ترجمه چینی مبدأ مشخص نیست اما در زیج سنجیفنی مبدأ به چنگیزخان، پایه‌گذار امپراتوری مغول، ربط داده شده و مطابق اعتدال بهاری در ۱۴ مارس ۱۲۰۷ م است.

زیج سنجیفنی یکی از دوزیج شناخته شده بر من است که جدول‌های حرکات سیارات را هم بر اساس تقویم ملکی واقعی عرضه کرده‌اند؛ بر خلاف دستورالمنجمین و جدول‌های با عناوین کوفی (در نسخه یکتای کمبریج از زیج مفرد) که از تقویم ساده شده یولیانی با مبدأ تقویم ملکی بهره گرفته‌اند. زیج سنجیفنی طول دایره البروجی خورشید و طول‌های میانگین سیارات و ماه را در اولین روز سال‌های ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ... و ۲۸۴ چنگیزخانی، یعنی یک دوره کامل ۱۲۸ ساله، جدول‌بندی کرده است. اگرچه زیج هوی لیفا جدولی از این نوع ندارد، هر دو اثر به روشنی بر اساس مشخصه‌های حرکت میانگین مشابهی هستند.

۵- زیج محقق و ابکنوی

دومین زیجی که می‌دانم شامل جدول‌ها سیارات بر اساس تقویم ملکی است، زیج فارسی به نام الزیج المحقق السلطانی علی اصول الرصد ایلخانی، تألیف محمد بن علی خواجه شمس المنجم و ابکنوی بخاری (مراغه/ تبریز، ح ۷۲۰ق) است. این زیج مهم، و از بسیاری جنبه‌ها کاملاً اصیل، ۴ یا ۵ نسخه دارد؛ نسخه موجود در استانبول، کتابخانه سلیمانیه، ایاصوفیا ۲۶۹۴ در دسترس‌ترین و کامل‌ترین نسخه است. این زیج مانند ادوار الانوار محی‌الدین مغربی (دمشق و مراغه، ح ۶۸۰ق) تنها نسخه موجودی است که، با تغییراتی جزئی، از مشخصه‌های سیاره‌ای جدید، که در دهه‌های ۶۷۰ و ۶۸۰ق در مراغه رصد شد استفاده می‌کند. و ابکنوی اصلاح تقویم ملکی را، که به دستور ایلخان محمود غازان خان حاکم ایلخانی (حک ۶۹۴-۷۰۳ق) انجام شد، توصیف کرده‌است. این اصلاح شروع دقیق سال خورشیدی حقیقی را دوباره تعیین کرد و برای ماه‌های خورشیدی حقیقی، که بین ۲۹ تا ۳۲ روز متغیرند، نام‌های ترکی به کار برد. مبدأ دوره غازان خان، اعتدال بهاری در ۱۳ مارس ۱۳۰۲ م (۷۰۲ق)، کمی پیش

از مرگش) است. اما وابکنوی، احتمالاً با هدف شامل کردن تاریخ رصدهای انجام شده در مراغه، مبدأ حرکات سیارات و جدول ستارگان در زیج محقق را آغاز سال ۱۸۸ ملکی (اعتدال بهاری سال ۱۲۶۶م) قرار داده است. طول سال خورشیدی، که بنا بر محاسبات مغربی حدوداً ۳۰۸،۳۰؛۱۴،۳۶۵ روز است (همان مقداری که وابکنوی هم به کار برد)، به یک چرخه خورشیدی ۱۲۰ ساله یا ۴۳۸۲۹ روزه شامل ۲۹ سال کیسه منجر می‌شود. در نتیجه هر چرخه شامل سه گروه ۲۹ ساله و یک گروه ۳۳ ساله با یک بار ظهور ۴ سال عادی پیاپی است. وابکنوی در جدول‌های حرکت میانگینش چرخه کاملی را، متشکل از سال‌های ملکی ۱۹۰، ۱۸۹، ۱۸۸... ۳۰۸، آورده است. چنان که انتظار می‌رود، موقعیت خورشید در سال‌های ۱۸۸ و ۳۰۸ یکسان است. جدول‌ها حرکت میانگین در زیج محقق و زیج سنجینی در ساختار بسیار مشابهند، اگرچه مشخصه‌های حرکت میانگینی که به کار برده‌اند آشکارا متفاوت است. به احتمال زیاد سنجینی هنگام تألیف زیج خود در اواخر قرن هشتم هجری در تبت به نسخه‌ای از زیج وابکنوی دسترسی داشت.

۶. زیج‌های دیگر

بسیاری از زیج‌های دیگر در سده ششم هجری و بعد از آن شامل توصیف و گاهی جدول‌های تقویم ملکی هستند. مثلاً زیج جمال‌الدین ابوالقاسم ابن محفوظ منجم بغدادی (بغداد، کتابت ۶۸۵ق، موجود در نسخه یکتای پاریس، کتابخانه ملی فرانسه، عربی ۲۴۸۶)، در برگ ۲۶ پ جدولی برای محاسبه تاریخ ملکی متناظر با هر تاریخ یزدگردی دارد. این جدول شامل سه ستون است برای تعداد روزهایی که نوروز ملکی پیش از نوروز سال‌های یزدگردی ۴۹۰، ۵۲۰، ۵۵۰، ...، ۱۰۰۰ است؛ مدت زمانی که ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰ سال ایرانی (۳۶۵ روزه) کوتاه‌تر از همان تعداد سال‌های خورشیدی حقیقی (اندکی کوتاه‌تر از روز ۳۶۵ $\frac{۱}{۴}$ روز) است؛ و مدت زمانی که خورشید برای عبور از هر برج نیاز دارد. با افزودن مقادیر مناسب از این سه ستون می‌توان زمان دقیق ورود خورشید به هر برج را، که به معنای شروع ماه ملکی است، محاسبه کرد. تمام مقادیر جدول بر حسب روز، ساعت، دقیقه و ثانیه، به اضافه کسرهای شصتگانی تا خامسه، داده شده است. طول ثابت سال خورشیدی حقیقی ۳۶۵ روز و ۳۳، ۳۵، ۲۷، ۵۲، ۴۶، ۵ ساعت است که با زیج حبش حاسب (سامرا، ح ۲۴۰ق) که بر زیج بغدادی از خیلی جنبه‌های دیگر هم تأثیر داشته است، توافق کامل دارد. در نتیجه، مطابق این زیج، فاصله زمانی میانگین بین سال‌های کیسه در تقویم ملکی ۴/۱۵ سال است، و از این رو هر ۲۵ یا ۲۹ سال، یک بار چهار سال عادی پیاپی خواهیم داشت. نصیرالدین طوسی، در زیج ایلخانی (مراغه، ح ۶۷۰ق)، جدولی برای تاریخ یزدگردی و ساعت اعتدال بهاری که نشان‌دهنده آغاز سال‌های ملکی ۱، ۲، ۳، ...، ۳۰۰ است، دارد. این جدول بر پایه

سال‌ی به طول ۲۰، ۲۶، ۲۷، ۳۲، ۱۴، ۳۶۵ روز، ظاهراً برگرفته از ابن یونس (قاهره، ح ۳۸۰ ق) است. این مؤلفه به میانگین زمانی بین سال‌های کبیسه به مقدار $4/126$ سال، و هم چنین به هر چهار سال عادی پیاپی در هر ۳۳ سال (و گاهی ۲۹ سال)، می‌انجامد.^۱

زیجی دیگر، که مشخصاً به زیج نصیر الدین طوسی وابسته است، زیج عمده ایلخانی (همدان، ۶۸۵ ق)، تدوین علی‌شاه بن محمد بن قاسم خوارزمی مشهور به علاء‌الدین یا علاء منجم بخاری است، که چهار نسخه از آن موجود است. من نسخه‌های پاریس (کتابخانه ملی فرانسه، نسخه فارسی شماره ۱۷۳) و تهران (کتابخانه ملک، شماره ۳۳۶۷) را دیده‌ام. تقویم ملکی به کار رفته در این زیج چند ویژگی متفاوت نسبت به دیگر نمونه‌های ذکر شده در اینجا دارد. این تقویم، که تاریخ سلطانی خوانده شده، ۱۲ مارس ۱۰۷۶ (یعنی اعتدال بهاری سال معرفی تقویم ملکی) را مبدأ گرفته (برخلاف اغلب زیج‌ها که مبدأ آنها سال ۱۰۷۹ است) و ماه‌های خورشیدی حقیقی، به طول ۲۹ تا ۳۲ روز را به کار می‌برد. نخستین جدولی که در زیج عمده دیده می‌شود فهرستی است که تاریخ و زمان اعتدال بهاری را در تقویم‌های رومی، فارسی و عربی برای سال‌های ملکی ۲۰۰، ۲۲۰، ۲۴۰، ...، ۵۸۰ به دست می‌دهد. این زیج همچنین تعداد سال‌ها و روزهای متناظر با ۱، ۲، ۳، ...، ۲۰ سال ملکی و با دقت دو رقم کسری شصتگانی در همین سه تقویم را نشان می‌دهد.

جدول تبدیل مشابهی در زیج اشرفی، تألیف ابی عبدالله سنجر کمالی معروف به سیف منجم یزدی (شیراز، ح ۷۰۰ ق) دیده می‌شود. این جدول در نسخه پاریس (کتابخانه ملی فرانسه، متمم فارسی ۱۴۸۸) و نسخه قم، که اخیراً شناسایی شده است، وجود دارد. زیج اشرفی که از حیث اشمال بر اطلاعات زیاد از جدول‌های سیارات زیج‌های قدیمی بسیار مهم است، از تقویم خراجی (به عنوان گونه‌ای از تقویم ملکی) استفاده می‌کند که مبدأ تاریخی آن اعتدال بهاری سال اول هجری (۶۲۲ میلادی) است.

زیج سلطانی الغ بیگ (سمرقند ح ۸۴۰ ق) جدولی برای تعداد روزهای متناظر با ۱، ۲، ۳ ... ۱۰، ۲۰، ۳۰ ... ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ... و ۱۰۰۰ سال ملکی (با دقت چهار رقم کسری شصتگانی) دارد. این جدول بر پایه طول سال خورشیدی حقیقی دقیقاً برابر با $365;14,33,7,32$ روز است که همچنین پایه جدول‌های حرکت میانگین خورشید در زیج الغ بیگ است. این مقدار به زمان میانگین $4/123$ سال بین سال‌های کبیسه و در نتیجه به ۴ سال عادی پیاپی یک بار در هر ۳۳ سال (به ندرت) ۳۷ سال می‌انجامد.

۱. ظاهراً پوشکیویچ و روزنفلد در مقاله "عمر خیام" در زندگینامه علمی دانشوران می‌گویند که بخش تقویم ملکی در زیج ایلخانی و زیج سلطانی الغ بیگ بیانگر تقویمی هستند که خیام ابداع کرد. اما در هر دوی این زیج‌ها طول سال خورشیدی حقیقی و نظام کبیسه‌گیری حاصل از آن برای تقویم ملکی به روشنی از جدول‌های حرکت میانگین قابل استخراج است.

عجیب نیست که غیاث‌الدین جمشید کاشانی نابغه حساب از راه حل خطی برای تعیین الگوی کیسه تقویم ملکی راضی نبود. او در زیج خاقانی (کاشان یا شیراز، ح ۸۲۰ق)، به خلاف زیج‌های دیگر، در جدول تعیین نوروز ملکی، تغییرات کند طول اوج خورشید را در نظر گرفت. این تغییر، در الگوی بطلمیوسی خورشید، تنها به این دلیل است که طول سال خورشیدی حقیقی ثابت نیست، و با گذشت زمان بسیار کند تغییر می‌کند. جمشید کاشانی، با استفاده از روش درونیابی هوشمندانه‌ای در جدولی با چهار متغیر مختلف، محاسبه زمان اعتدال بهاری بر اساس طول متغیر سال خورشیدی را با تعدادی جمع و ضرب ساده ممکن کرده است.

۷. نتیجه‌گیری

بر اساس مرور ارجاع‌ها به تقویم ملکی در دستورالمنجمین به نظر می‌رسد که این تقویم برای سهولت محاسبه تنظیم شده است. نویسندگان بر آن بوده که نظام درست کیسه‌گیری تقویم ملکی را برای جدول‌های حرکت میانگین اعمال نکنند و به جای آن از روش کیسه‌گیری تقویم یولیانی استفاده کرده است. اما اینکه مبدأ تقویم ملکی، هم برای حرکت میانگین سیارات و هم برای جدول‌های ستارگان به کار رفته است؛ نشان می‌دهد که این تقویم برای مؤلفان زیج مهم بوده است. این امر حاکی از ریشه‌های ایرانی متن هم هست. اگر بخش مفقود فصل گاهشماری یافته شود، شاید اطلاعات بیشتری درباره تقویم ملکی آشکار شود.

عجیب نیست که نویسنده دستورالمنجمین تصمیم گرفته است جدول‌های حرکت میانگین را با تقویم ملکی غیراصیل تدوین کند. تقویم ملکی به خاطر وابستگی به زمان دقیق اعتدال بهاری، تمایل به چرخه‌ای بسیار طولانی دارد (به عنوان دوره‌ای که شامل تعداد صحیح سال و حتی المقذور تعداد صحیح روز باشد). چنان که دیدیم دو زیج اخیر جدول‌های حرکت میانگین را بر اساس تقویم ملکی با چرخه‌های ۱۲۰ و ۱۲۸ ساله تهیه کرده‌اند. چون مطالب نجومی اصیل در دستورالمنجمین بسیار کم است شاید نویسنده متن خودش قادر به انجام چنین کاری نبوده است. دلیل احتمالی دیگر برای استفاده نویسنده دستورالمنجمین از صورت ساده شده تقویم ملکی در جدول‌های حرکت میانگین، می‌تواند مربوط به منابع وی باشد. چون بیشتر این موارد از جمله آثار بیرونی که فصل گاهشناسی‌شان بسیار مهم است، پیش از ایجاد تقویم ملکی توسط منجمان ملک‌شاه در کمتر از سی سال قبل از تالیف دستورالمنجمین، نوشته شده‌اند، بسیار محتمل است که نویسنده منبع قابل اعتمادی در مورد تعریف و نظام کیسه‌گیری این تقویم نداشته است. متأسفانه نبود فصلی درباره تقویم ملکی در نسخه یکتای پاریس، یافتن جزئیات بیشتر را برای درک اینکه نویسنده چگونه مبدأ تقویم ملکی و طول سال ملکی را تعیین کرده ناممکن ساخته است.