محاسبه‌ی اوقات شرعی و سرعت چرخش زمین

کاظم ایرانی

کلیدواژه‌ها: توان، پایه، نما.

محاسبه‌ی ظهر محلی و اوقات شرعی از جمله مسائلی است که همه‌روزه با آن مواجه هستیم. با یک محاسبه‌ی بسیار ساده‌ی ریاضی نه تنها می‌توان سرعت زاویه‌ای و سرعت مسافتی زمین به دور خود را به دست آورد، بلکه می‌توان اوقات شرعی هر نقطه از جهان را با استفاده از اوقات شرعی یک نقطه‌ی مبدأ و طول جغرافیایی مکان مورد نظر و مبدأ به دست آورد. ابتدا می‌خواهیم سرعت زاویه‌ای و سرعت مسافتی زمین را محاسبه کنیم و سپس محاسبه‌ی اوقات شرعی را توضیح دهیم.

می‌دانیم که یک دور چرخش زمین به دور خود در یک روز را حرکت وضعی زمین می‌نامند. زمین در ۲۴ ساعت ۳۶۰ درجه به دور خود می‌چرخد. با تقسیم ۳۶۰ بر ۲۴ عدد ۱۵ به دست می‌آید و این سرعت زاویه‌ای زمین است، یعنی زمین در یک ساعت ۱۵ درجه به دور خود می‌چرخد. از طرفی چون هر درجه برابر با ۶۰ دقیقه‌ی زاویه‌ای و هر دقیقه برابر با ۶۰ ثانیه‌ی زاویه‌ای و هر ساعت معادل ۶۰ دقیقه‌ی زمانی و هر دقیقه معادل ۶۰ ثانیه‌ی زمانی است، پس سرعت زمین در یک دقیقه‌ی زمانی برابر ۱۵ دقیقه‌ی مکانی و در یک ثانیه‌ی زمانی برابر با ۱۵ ثانیه‌ی مکانی است. خلاصه‌ی این محاسبات در جدول زیر آمده است.

مکانی (زاویه‌ای)	زمانی
15^{o}	۱ساعت
$15'$	۱دقیقه
$15''$	۱ثانیه

برای محاسبه‌ی سرعت مسافتی، شکل زمین را به صورت کره (شکل واقعی نزدیک به بیضی‌گون است) در نظر می‌گیریم. شعاع کره‌ی زمین تقریباً معادل $6/37\times10^{6}$ m است که با جای‌گزاری در فرمول محیط دایره ($I = 2\pi r$) طول مدار زمین (مدار استوا) برابر با $4/000036\times10^{7}$ متر خواهد شد که اگر آن را به ۲۴ تقسیم کنیم، سرعت مسافتی برابر با $1/6668\times10^{6}$ متر بر ساعت یعنی ۱۶۶۶/۸ کیلومتر بر ساعت است که از سریع‌ترین هواپیماها نیز سریع‌تر حرکت می‌کند.

حال با استفاده از این اطلاعات به نحوه‌ی محاسبه‌ی اوقات شرعی منطقه‌ی دلخواه از روی طول جغرافیایی شهر مورد نظر و یک شهر مبدأ و اوقات شرعی شهر مبدأ می‌پردازیم.

اگر طول جغرافیایی شهر مبدأ را $a_{\circ}.b_{\circ}$ در نظر بگیریم (که در آن $a_{\circ}$ به درجه و $b_{\circ}$ به دقیقه است) و طول جغرافیایی شهر مورد نظر را a.b بگیریم، تفاضل طول جغرافیایی شهر مورد نظر را

از شهر مبدأ به صورت زیر پیدا خواهیم کرد.

$$a_1.b_1 = a_0.b_0 - a.b = (a_0 - a).(b_0 - b)$$

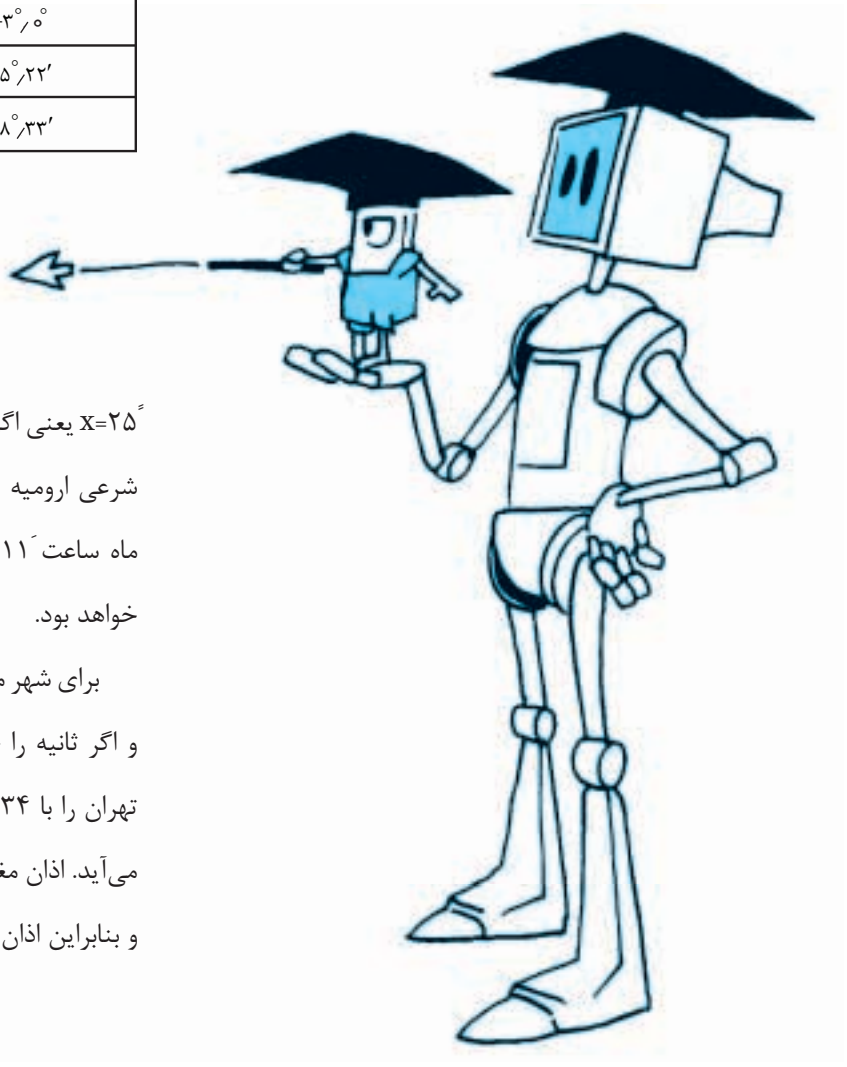
که در آن برای سادگی محاسبات درجه و دقیقه را هم علامت می‌گیریم یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی. به عبارت دیگر، هرگاه $a_0 < a$ باشد، ابتدا $a_0.b_0 - a.b$ را محاسبه می‌کنیم و اگر $a_0 > a$ عبارت $a.b - a_0.b_0$ را محاسبه می‌کنیم، سپس قرینه‌ی آن را به جای عبارت $a_0.b_0 - a.b$ قرار می‌دهیم، یعنی $a_1.b_1 = -(a.b - a_0.b_0)$. در ضمن هرگاه $b < b_0$ باشد، یک واحد از a_0 کم و ۶۰ واحد به b_0 اضافه می‌کنیم.

اختلاف زمانی اوقات شرعی از فرمول $x = 4a_1 + \frac{b_1}{15}$ محاسبه می‌شود که در آن x به دقیقه است و اگر $\frac{b_1}{15}$ اعشاری بود آن را در ۶۰ ضرب می‌کنیم و آن را ثانیه‌ی زمانی در نظر می‌گیریم. در پایان، عدد x به دست آمده را که عددی مثبت یا منفی است با وقت شرعی مبدأ جمع می‌کنیم تا وقت شرعی مکان مورد نظر به دست آید. در ضمن، در عمل از محاسبه‌ی ثانیه صرف‌نظر می‌کنیم و اگر وقت شرعی دارای ثانیه بود، آن را حذف و یک واحد به دقیقه اضافه می‌کنیم.

برای جمع یا تفریق زمان هم، کاری متشابه آنچه گفته شد انجام می‌دهیم، بدین معنا ساعت را با ساعت و دقیقه را با دقیقه و ثانیه را با ثانیه جمع یا منها می‌کنیم. در تفاضل هرگاه عدد منفی بود، یک واحد از بزرگ‌تری کم و شصت واحد به آن اضافه می‌کنیم.

در جدول زیر طول جغرافیایی چند شهر داده شده که در آن تهران به عنوان شهر مبدأ در نظر گرفته شده است. برای مثال، اذان مغرب شهرهای ارومیه و مشهد را محاسبه می‌کنیم.

شهر	طول جغرافیایی	$a_1.b_1$
ارومیه	۴۴°۵۸′	۶°٫۶′
تبریز	۴۶°٫۲۶′	۴°٫۳۸′
تهران	۵۱°٫۴′	۰
یزد	۵۴°٫۴′	−۳°٫۰°
بندرعباس	۵۶°٫۲۶′	−۵°٫۲۲′
مشهد	۵۹°٫۳۷′	−۸°٫۳۳′



برای شهر ارومیه $x = 4 \times 6 + \frac{6}{15} = (24,4)' = 24'24''$ و اگر ثانیه را حذف و یک واحد به دقیقه اضافه کنیم، داریم: $x=25'$ یعنی اگر وقت شرعی تهران را با ۲۵ دقیقه جمع کنیم، وقت شرعی ارومیه به دست می‌آید. اذان مغرب تهران در پنجم بهمن ماه ساعت ۱۸٫۱۱′ است، بنابراین اذان مغرب ارومیه ۱۸٫۳۶′ خواهد بود.

برای شهر مشهد $x = -\left(4 \times 8 + \frac{33}{15}\right) = (-34,2)' = -34'12''$ و اگر ثانیه را حذف کنیم، داریم: $x=-34'$، یعنی اگر وقت شرعی تهران را با ۳۴- دقیقه جمع کنیم، وقت شرعی مشهد را به دست می‌آید. اذان مغرب تهران در پنجم بهمن ماه ساعت ۱۸٫۱۱′ هست و بنابراین اذان مغرب مشهد ۱۷٫۳۷ خواهد بود.