



شاهکار بزرگ چینی ها در ساخت شهر ممنوعه: حمل مصالح بدون چرخ!

مهندسين چيني سازنده شهر ممنوعه در قرن پانزدهم ميلادي، به جاي استفاده از چرخ، مسيرهايي از جنس يخ مي ساختند و سنگ هاي عظيم ۱۲۰ تني را به راحتی روي آنها حرکت مي دادند.

مهندسين چيني سازنده شهر ممنوعه در قرن پانزدهم ميلادي، به جاي استفاده از چرخ، مسيرهايي از جنس يخ مي ساختند و سنگ هاي عظيم ۱۲۰ تني را به راحتی روي آنها حرکت مي دادند.

وقتي مهندسان چيني قرن 15 دچار مشکل تکنیکی در حمل و نقل شدند، به جاي اختراع مجدد چرخ، کلا از شر آن خلاص شدند. آنها براي جابجايي سنگ‌هاي خيلي بزرگ مورد نياز در ساخت شهر ممنوعه، به جاي استفاده از چرخ، راه‌هاي مصنوعي يخی ساختند تا سنگ‌ها روي آن ليز بخورند.

اين ادعا، دست کم نتيجه آخرين تحليل يک متن چيني مربوط به قرن 17 ميلادي است که مقاله آن به تازگي منتشر شده است. چنين روشي 10 برابر کاراتر از کشيدن سنگ‌ها بر روي زمين غير يخی است که نشان مي‌دهد در آن زمان مهندسان چيني، نسبت به همتايان غربي خود درک و نگرش پيچيده‌تري درباره مفهوم اصطکاک داشتند.

شهر ممنوعه، که در دل شهر پکن قرار دارد، چيزي در حدود 500 سال خانه امپراتوران چيني بود. تعداد زيادي از سنگ‌هاي عظيم به کار گرفته شده در طراحي آن، از معدن داشيوو استخراج شده بودند. اين معدن در فاصله 70 كيلومتری شهر ممنوعه قرار داشت و وزن برخي از اين سنگ‌ها بالغ بر صدها تن بود.

در تلاش‌هاي قبلي براي توضيح اين که چطور سنگ‌هاي به اين سنگيني چنين مسافتي را طی می‌کردند، چنين فرض شده بود که وسايل نقلیه چرخ‌دار پرقدرتي براي اين منظور به کار گرفته شده بودند. اين فرض نسبتاً عجيب دو دليل اصلي داشت، نخست اين که در چين به مدت 2000 سال از وسايل نقلیه چرخ دار بزرگ استفاده می‌شد و دوم اين که هيچ تصويري از چين در هيچ جاي جهان ثبت نشده که در آن، گروهی از مردان در حال کشيدن سنگ‌هاي بسيار بزرگ بر روي زمين باشند. با اين حال، اين فرض تا حدی شبیه به يک معما بود چرا که حتی بزرگ‌ترين وسايل نقلیه چرخدار آن زمان، تاب تحمل وزن بيشتري از 95 تن را نداشتند.

اين جاده را منجمد کن

حالا تفسيری و تحلیلی تازه از يک متن چيني که در سال 1618 نوشته شده، توضیحي براي اين معماي سر به مهر پيشنهاده می‌دهد. در اين متن آمده که چطور در سال 1557 (يعني 150 سال پس از ساخت شهر ممنوعه) يک سنگ 125 تني براي کمک به نوسازی شهر ممنوعه پس از يک آتش‌سوزی، به آنجا منتقل شد. اين انتقال در طول زمستان انجام شد و در اين متن آمده است که براي اين کار چاه‌هايی هر کدام به طول 500 متر در طول مسير حفر شدند «تا آب مورد نياز براي خيس کردن جاده و کشيدن سنگ روي آن را تايمين کنند».

جيانگ لی در دانشگاه علوم و فن‌آوری پکن که به ترجمه اين متن کمک کرده است، و هوارد استون در دانشگاه پرينستون، فکر می‌کنند که فهميده‌اند که مسئولين آن زمان چه در سر داشتند.

متوسط دمای هوای میانه زمستان در آن دوران در چين برابر با منفي 4 درجه سانتی‌گراد بود، بنابراين اگر آب بر روي چنين زميني سردی جاری شود، يخ خواهد زد و مسيري يخی را به وجود می‌آورد. يک سورتبه چوبي که سنگي بزرگ را حمل کند، به راحتی می‌تواند بر روي اين جاده يخی سر بخورد.

طبق محاسبات لی و استون، اصطکاک بين سورتبه و يخ به اندازه‌ای پايين است که يک گروه 340 نفری می‌تواند سنگي به وزن 125 تن را جابجا کند. اين درحالی است که حمل آسان چنين سنگي در يک مسير طبيعي بدون يخ نياز به دست کم 1500 نفر دارد.

نيروی دانش

به گفته لی، ریختن آب سرد بر روی یخ، سطح را لیز می‌کند و اصطکاک بین غلتک و یخ حتی بیشتر از قبل کاهش می‌یابد. محاسبات این محققان نشان می‌دهد که در چنین حالتی، تنها 50 نفر برای حرکت دادن یک سنگ 125 تنی کفایت می‌کند. او می‌افزاید: «محتمل‌ترین شیوه، سر دادن سنگ با استفاده از آب بیشتر به عنوان روان کننده بوده است».

روبرت وود از دانشگاه ساوتهمپتون انگلیس که بر روی اصطکاک سنجی تحقیق می‌کند، می‌گوید: «احتمال این که چنین چیزی کار کند وجود داشته است. اما آنها مجبور بودند که بلوک‌ها را دائماً در حال حرکت نگه دارند زیرا توقف ممکن بود سبب جمع شدن آب ذوب شده در فضای بین سنگ/چوب و یخ شود که با دوباره منجمد شدن این آب، به حرکت در آوردن دوباره این بلوک‌ها کاری بسیار مشکل می‌شد».

این یافته‌ها نشان می‌دهد که چینی‌های قرن پانزدهم میلادی خواص یخ را به شیوه‌ای شناخته بودند که جوامع غربی تا قرن نوزدهم از عهده آن بر نیامده بودند؛ هرچند چینی‌ها این دانش را به شیوه‌ای که برای دانشمندان و مهندسان امروزی قابل تشخیص باشد، فورموله نکرده باشند.

وود می‌گوید که دانش تجربی آنها درباره اصطکاک بسیار جامع بوده است. او همچنین می‌افزاید که ارابه‌های جنگی 2200 ساله ارتشی آنها که تا کنون حفظ شده، نشان می‌دهد که آنها حتی از بلبرینگ برای کاهش اصطکاک چرخ‌ها با محور گردش ارابه استفاده می‌کرده‌اند.