پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

دو فصلنامه دانش‌های بومی ایران، سال ششم، شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۴۰-۹

تحلیل فرهنگی دانش بومی در زنجیره ابزار قنات

محمدحسین پاپلی یزدی* ، **فاطمه وثوقی****

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷

چکیده

برخلاف موتور پمپ که یک پدیدهٔ تکنولوژیکیِ وارداتی، صادراتی و استاندارد و دارای یک ساختار قابل تولید انبوه و کپی‌برداری است، قنات پدیده ای است سنتی و بومزاد که ابزارهای آن نیز دست‌ساز و متعلق به دوره پیشامدرن است. ابزارهای قنات قابل تولید انبوه نیستند. ساخت برخی از ابزارهای قنات از عهده خبرگان محلی برمی‌آید، اما ساخت برخی از ابزارهای قنات به خبرگی، تخصص و مسئولیت بیشتر نیاز دارند و نمی‌توانند در همان روستا و منطقه و شهر محل قنات تولید شوند. یعنی تولید ابزارهای قنات به سه دسته کلی تقسیم می شوند: نخست ابزارهایی که سلامت و جان مقنی و همکاران او وابسته به آن است و با بروز مشکل در آن ابزار جان افراد به مخاطره می‌افتد. دوم ابزارهایی که با وجود اهمیت بسیار آنها، بروز مشکل در آنها به‌طور مستقیم و فوری جان افراد را به خطر نمی‌اندازد و سوم ابزارهایی که کارگذاری آن در قنات برای طولانی مدت است. در این نوشتار منظور توضیح چگونگی ساخت ابزاری که در این زنجیره هستند نیست زیرا دیگران به‌اندازه کافی درباره این ابزار توضیح داده‌اند؛ در اینجا مقصود توضیح مواردی برای فهم فرهنگی و تمدنی از این ابزار و طرح پرسش‌هایی در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی: *تحلیل فرهنگی، ابزار قنات، فرهنگ مکتوب، فرهنگ غیرمکتوب*

* استاد جغرافیای دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. papoli.mh@gmail.com

** سردبیر فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مشهد، ایران. vossoughi.fatemeh@gmail.com

مقدمه

در ایجاد قنات زنجیره‌ای از ابزار با تخصص و خبرگی‌های متفاوت مورد استفاده است. این زنجیره ابزاری را می‌توان به روش‌های گوناگون دسته‌بندی کرد از جمله از نظر نوع ساخت و از نظر جغرافیای ساخت ابزار.

الف- از نظر نوع ساخت: برخی از ابزارها توسط خود مقنیان ساخته و یا تعمیر می‌شده‌اند، اما، بخشی از ابزار توسط خبرگان دیگر مشاغل ساخته می‌شده و مقنی فقط استفاده‌کننده و یا حداکثر تعمیرکننده آن بوده است. مثلاً ساخت کَول و تَنبوشه، کار سفالگر است و ارتباط به تخصص مقنی ندارد و مقنی فقط سفارش‌دهنده و استفاده‌کننده ابزار است.

ب- از نظر جغرافیای ساخت ابزار: ابزاری که در محل حفر قنات و یا مکان‌های نزدیک به آن ساخته می‌شده است، ابزاری که به دلیل تخصصی بودن و نیاز به انبوه‌سازی (به‌طور نسبی) و یا وجود مواد اولیه، الزاماً در مکان‌هایی دوردست از محل قنات ساخته می‌شده است.

فنون ساخت ابزار حفر قنات

ابزار سنتی قنات ظاهراً ساده و ساخت آن آسان است، اما در عمل این ابزار ساده ساختی بسیار دقیق دارد. همین ابزار ساده را با همکاری و مشارکت افراد مختلف با تخصص و خبرگی‌ها متفاوت درست می‌شود. افرادی که زمین‌شناس، گیاه‌شناس و آب شناس هستند و می‌توانند تشخیص دهند در کدام محل آب هست و کجا آب نیست. پس‌ازآن مهندس مسّاح و ترازکش وارد عمل می‌شود. خود مهندسان مسّاح وسایلی دارند که مانند نخ باریک است. یا انواع ترازهای آبی، فلزی، چوبی و شیشه‌ای و.. که سازندگانی خاص دارند. ساخت چرخ چاه، چوب شناس و نجار خبره و فلزکار و طناب کنفی‌ساز و روغنگر را می‌طلبد. بافت طناب خود تخصص مخصوص می‌خواهد.

برای تهیه و ایجاد وسایل حفر قنات، دلوساز و دم‌ساز و چرم‌ساز و آهنگر کلنگ و پتک و قلم ساز وارد عرصه کار می‌شوند. کول سازی نیاز به خاک‌شناسی و نیز وَرزدهی گل رس و سفالگری ماهر دارد. هر یک از این وسایل از چراغ مقنی و روغن چراغ گرفته تا چپر (چتر مقنی) هر کدام صنعت هنری است که کمتر به آن پرداخته شده است. لباس و کلاه ضربه‌گیر مقنی نیز خود داستانی دیگر است. این زنجیره طولانی همراه خود ساختار و سازمان اجتماعی، بازار، تجارت و حمل‌ونقل و ... دارد. در این نوشتار منظور توضیح چگونگی ساخت ابزاری که در این زنجیره هستند نیست. دیگران به‌اندازه کافی درباره این ابزار توضیح داده‌اند. در اینجا مقصود توضیح مواردی برای فهم فرهنگی و تمدنی از این ابزار و طرح پرسش‌هایی در این زمینه است.

درباره ابزار فنی قنات و کاربرد آن‌ها بحث‌های مفصلی در مقالات و کتاب‌های مختلف شده است که نیازی به تکرار آن نیست و علاقه‌مندان می‌توانند به منابع مربوطه مراجعه کنند. این منابع از ابوبکر محمد بن حاسب کرجی شروع می‌شود تا کارهای پیشگامانه تقی بهرامی (از دهه ۱۳۱۰ به بعد) و هانری گوبلو، مرتضی هنری (دهه ۱۳۴۰ به بعد)، جواد صفی نژاد (دهه ۱۳۵۰ به بعد) و کارهای عبدالکریم بهنیا، مرتضی فرهادی، سعید جانب الهی، محمدحسین پاپلی یزدی، علی‌اصغر سمسار یزدی و رجبعلی لباف خانیکی (از دهه ۱۳۶۰ به بعد) و مجید لباف خانیکی (از دهه ۱۳۸۰ به بعد) و... ادامه دارد.

بنابراین در اینجا بیشتر به دسته‌بندی و تفسیر و تحلیل ساخت و بکارگیری ابزار از دید فرهنگی و تمدنی توجه می‌شود تا ریزه‌کاری‌های فنی و نحوه بکارگیری ابزار. درباره اثرات این ابزار بر فرهنگ و تمدن و بالعکس باید بحث‌های گسترده‌ای بشود. تاکنون مطالعات زیادی شده است ولی ما هنوز در ابتدای کار هستیم. امیدواریم دیگران این مطالب را کامل کنند و آن‌ها را از دید تئوری‌های علمی مختلف به سنجش بگذارند. تئوری‌هایی که بخش مهمی از آن‌ها را مرتضی فرهادی در کتاب‌های متعدد خود از جمله در کتاب انسان‌شناسی یاریگری مطرح کرده است.

در کدام عصر؟ کدام منطقه؟

قنات متعلق به عصر سنت است، پس یک پدیده تکنولوژیکی وارداتی و صادراتی استاندارد نیست که مثل موتورپمپ دارای یک ساختار قابل‌تولید انبوه و کپی‌برداری باشد. قنات و ابزارهای آن دست‌ساز و متعلق به عصر پیشامدرن است. پس هیچ‌یک از ابزارهای قنات نمی‌تواند در یک کارخانه و یا یک کارگاه به تولید انبوه رسیده باشد و از آن نقطه به سایر نقاط دنیا صادر شود. یک سری ابزارهای مربوط به قنات هست که ساخت آن از عهده خبرگان محلی برمی‌آید و ممکن است در هر روستا و هر شهر عده‌ای به ساخت آن ابزار مشغول باشند و یا خود مقنی‌ها آن را بسازند، اما یک سری ابزارهایی هست که ساخت آن خبرگی، تخصص و مسئولیت بیشتر نیاز دارد. بنابراین برخی از ابزارهای مورد استفاده برای قنات نمی‌توانند در همان روستا و منطقه و شهر محل قنات تولید شوند. یعنی تولید نمی‌تواند محلی باشد. دلایل این امر را بیان می‌کنیم:

ابزار قنات را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد.

۱- ابزاری که سلامت و جان مقنی و همکاران او وابسته به آن است و در صورت ایجاد مشکل در آن ابزار، سلامتی و جان افراد به خطر می‌افتد.

۲- ابزاری که با همه اهمیت، ایجاد مشکل در آن، به‌طور مستقیم و فوری سلامت و جان افراد را به خطر نمی‌اندازد. خود این ابزار به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- ابزاری که خطای آن‌ها باعث ایجاد مشکلات جبران‌ناپذیر و یا خسارت عمده می‌گردد، مثل تراز. اگر تراز خراب باشد و یا ترازکش متخصص نباشد، ممکن است در محاسبه شیب زمین در سطح و در زیرزمین اشتباهی حاصل شود و آنگاه که قنات حفر شود؛ آب آن به محل دلخواه نرسد و یا دائم باید شیب را در کوره اصلاح کرد که منجر به خرابی کوره می‌شود.
- ابزاری که خطا در ساخت و یا بد کارکردن با آن مشکلات خیلی مهمی ایجاد نمی‌کند و یا به‌سادگی قابل اصلاح است.

۳- ابزاری که کارگذاری آن در قنات برای مدت طولانی است، به‌طور مثال کلنگ در زمان حفر و یا ته زنی و یا شکستن املاح سنگ شده در قنات بکار می‌رود و در سایر زمان‌ها نیازی به کلنگ نیست. اما بکار گیری و کارگذاری تنبوشه و یا کول در قنات، گاه برای صدها سال است. البته وجود مصالح در یک محل می‌توانسته منشأ تولید ابزار هم باشد. مثلاً وجود لیف درخت خرما در بافق و یا خور می‌تواند دلیل ساخت ساز (طناب با سیس و یا لیف خرما) باشد و یا ساخت ساز را در اردکان و یزد منتفی کند.

از نظر زمانی

هرچه از سابقه عمر ایجاد قنات در کل ایران و جهان و یا یک منطقه می‌گذرد تکنیک‌های آن کامل‌تر شده است. انباشت دانش بر اثر تجربه و آزمایش و خطا موجب پیدایش راه‌های مختلف در تکمیل فنون تولید ابزار برای قنات و روابط حاکم بر آن گردیده است. این امر برای همه فنون کاملاً طبیعی است.

قبل از پیدایش تکنیک‌های عصر جدید، تکمیل ابزارها مثل انواع تراز برای تعیین شیب بین مادر چاه و مظهر قنات، چرخ و چاه، طناب، دلو، چتر محافظ در حفر میله‌ها (چاه)، انواع کلنگ، پتک و قلم فلزی برای شکستن سنگ‌ها در زیرزمین، انواع چراغ (پیه‌سوز، کاربیتی و چراغ برای روشنایی و چراغ جهت‌یابی در زیرزمین و..) انواع بیلچه، انواع تراز برای تعیین شیب داخل کوره، انواع دم‌ها و روش‌های جلوگیری از دم گرفتگی و کم هوایی داخل کوره‌ها، انواع کول‌ها و داربست‌ها برای حفاظت از کوره‌ها، انواع خمیرها برای اتصال تنبوشه ها و تکمیل وسایل شخصی مقنی مثل لباس (لباس مقنی نباید دست‌وپا گیر و مزاحم باشد و باید برای شرایط دما و آب ریزی داخل کوره‌ها سازگار باشد) انواع کلاه (کلاه مقنی باید ضربه‌گیر باشد و کلاه در هنگام حفر چاه با حفر کوره فرق دارد) انواع کفش و امکانات خارج از قنات مثل بوکن برای اقامت مقنیان و وسایل دیگر بر اثر تجربه صورت می‌گرفته است.

ابزارهایی که با جان و سلامتی افراد سروکار دارند:

باید توجه داشت که هر کدام از این وسایل در کار حفر و نگهداری قنات، در حفظ جان و سلامتی افراد و سرعت کار نیز، بسیار مؤثر هستند. ما برای نمونه چند ابزار اساسی و مهم که با سلامتی و جان افراد سروکار داشته‌اند را شرح می‌دهیم.

۱- چرخ چاه

چرخ چاه یکی از وسایل اصلی حفر قنات است که استحکام و خبرگی کار با آن مسقیما با سلامتی و جان افراد سروکار دارد.

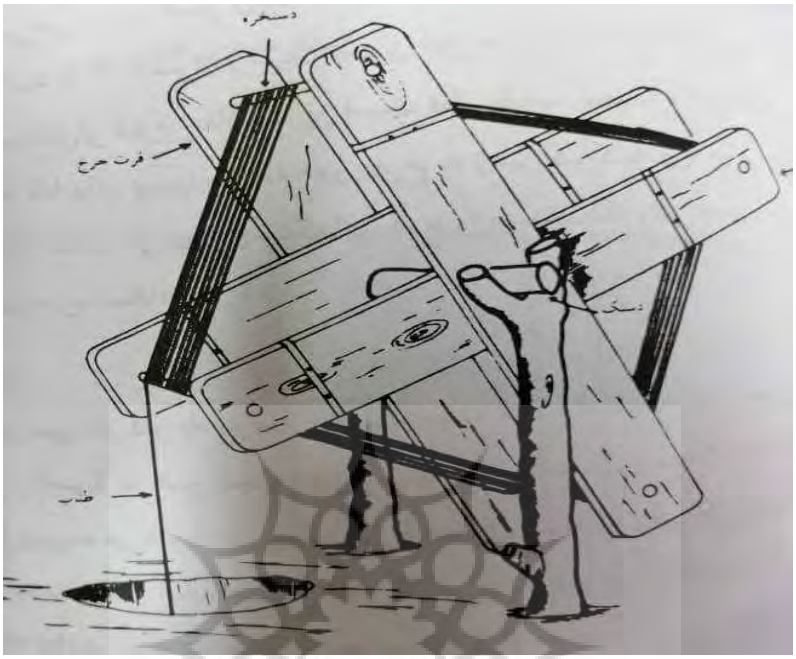
به‌احتمال بسیار زیاد و به دلایل عقلی مادر چاه و سایر چاه‌ها در قنات‌های اولیه (در ۳۰۰۰ سال قبل) کم‌عمق بوده است. هرچه در طول زمان قنات‌ها تکمیل‌تر شده‌اند بر عمق و تعداد چاه‌ها و طول کوره‌ها افزوده شده است. پس می‌بایست چرخ چاه‌ها تکمیل‌تر و مقاوم‌تر می‌شدند. وقتی عمق چاه زیاد می‌شد تعداد افرادی که می‌بایست چرخ چاه را بچرخانند بیشتر می‌شد و گاه نیاز بود دو گروه در دوطبقه چرخ را بچرخانند. گاه تعداد چرخکش های یک دستگاه چرخ به ۵ و ۶ نفر می‌رسید که باید در دوطبقه پا را روی پدال چرخ می‌گذاشتند.

عکس ۱- چرخ چاه (عکس پشت جلد کتاب قنات قصبه گناباد)

ساخت چرخ چاه از نظر طراحی و استقامت چوب و محل اتصال چرخ با محور افقی و نحوه چرب کردن و یا نمد و یا فلزگذاری محل اتصال محور و چرخ و محل اتکای محور به پایه، بسیار تخصصی بوده و می‌بایست توسط خبرگان ساخته شود. این‌طور نبود که هر نجاری بتواند چرخ چاه، بخصوص چرخ‌هایی که روی چاه‌های عمیق استفاده می‌شد را بسازد. کار ساخت چرخ چاه می‌بایست به‌طور فنی انجام می‌شد. برخی نوشته‌اند چرخ چاه توسط محلی‌ها ساخته می‌شد (صفی نژاد، ۱۳۹۵: ۳۷۹). البته چرخ چاه‌های ساده برای چاه‌های کم‌عمق را شاید نجارهای محلی می‌ساختند، اما ساخت چرخ چاه برای چاه‌های عمیق، از عهده هر نجاری ساخته نیست.

چوب شناسی برای چرخ چاه‌های عمیق، خود تخصصی بوده است. چوبی که برای چرخ و چاه بکار گرفته می‌شد بخصوص چرخ‌های بزرگ و برای استفاده در چاه‌های عمیق باید بسیار مستحکم و فاقد تَرَک و گره باشد. این چوب‌ها باید در شرایط بسیار دقیق خشک‌شده باشند و تاب نداشته باشند. گاه چوب را طی شرایطی با حرارت آتش خشک می‌کردند. چوب در محل‌هایی مثل فر، حرارت داده می‌شد. چوب‌ها به‌صورت تخته تراش‌خورده و صاف درمی‌آمد. چوب‌های اصلی می‌بایست به‌صورت ضربدر به هم وصل می‌شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



عکس ۲- چرخ چاه

وزن هر تخته چوب باید با تخته دیگر برابر باشد وگرنه چرخ در حرکت، لنگر می‌انداخت و مشکل سائیدگی و یا عدم کنترل را پیش می‌آورد. اندازه تخته‌ها باید متناسب با عمق چاه در نظر گرفته می‌شد. فاصله دو سر تخته‌های دو طرف چرخ چاه را کمنده گویند. فاصله کمنده ها نیز باید محاسبه می‌شد. سوراخ کردن وسط دو تخته چوب در محل اتصال محور باید با دقت زیاد انجام می‌شد. اگر این سوراخ‌ها یکسان و به‌اندازه نبود بازهم مشکلاتی را بوجود می‌آورد. در شرایط تکنیکی فعلی هم در ساخت هر دستگاهی که بخواهد حول محور بچرخد باید دقت زیاد به خرج داد. چوب محور افقی (از دهه ۱۳۵۰ از میله آهنی استفاده می‌کردند و امروزه از دینام استفاده می‌کنند) باید چوبی بسیار سخت باشد که فشار را تحمل کند. نحوه اتصال چوب‌های ضربدر با یک دیگر یک کار دقیقی است.

چرخ چاه یک وسیله مونتاژی است که باید هر مدت یک‌بار باز و بسته شود. وقتی چرخ چاه را کار ندارند اجزای آن را پیاده می‌کنند تا حمل و نگهداری آن ساده باشد. در این شرایط اتصال قطعات آن با میخ درست نیست،بلکه از طناب کنفی که هم استحکام بالا دارد و هم قابلیت پیچ‌وتاب خوردن استفاده می‌کنند. گره زدن و محکم کردن این طناب به اجزا چرخی که می‌خواهد دلو و طناب و مقنی را از چاه بالا بکشد کاری دقیق است.

نحوه عبور چوب و یا میله محور در سوراخ‌های چوب‌های ضربدری بسیار مهم است. انتخاب چوب محور یکی از فنی‌ترین کارهای ساخت چرخ چاه بود.

چوب از طرف بلندی الیاف آن‌که به‌صورت عمودی است زود می‌شکند، کُنده شکن‌ها کنده درخت را به‌طور عمودی و با ضربه تبر، سریع می‌شکنند؛ اما اگر کُنده شکن بخواهد کنده را در جهت افقی یا در حقیقت در جهت قطر چوب بشکند باید آن را اره کند و یا باید با تبر ده‌ها بار بر آن ضربه بزند تا چوب بشکند. در چرخ چاه کوچک، تیر چوبی که محور چرخ چاه است می‌تواند در جهت قطر چوب باشد. در این صورت از استحکام بالایی برخوردار است. اما در چرخ چاه‌های بزرگ که دهانه چرخ و یا کمندهٔ آن بیش از یک و نیم متر است پیدا کردن چوبی به این قطر بسیار مشکل است، پس باید تیر چوبی را از چوب‌های بسیار سخت انتخاب کرد. خود این انتخاب چوب و تراشیدن آن و درآوردن به‌صورت تیر محور، خبرگی بالایی را می‌طلبد.

جلوگیری از سایش چوب محور و یا گشادشدن سوراخ‌های وسط محل عبور چوب محور، بسیار مهم است. همین کار که ساده به نظر می‌رسد یعنی محل اتصال چرخ با میله افقی اگر با دقت و به‌طور صحیح و مهندسی انجام نشود جان چرخکش‌ها و مقنی به خطر جدی می‌افتد؛ چون با فشار اضافی و سنگینی بیش‌ازحد دلو، اولین جایی است که امکان شکستن آن زیاد است. این محل، جای اتصال چرخ با میله افقی متصل‌کننده دو بخش جانبی چرخ چاه دومنظوره است. (وصل‌کننده دو پروانه اصلی چرخ و محل دستگیره یا پاگیره برای به حرکت درآوردن چرخ است.) انتخاب این چوب‌های افقی نیز بسیار مهم است.

چقدر باید زمان گذشته باشد تا مقنیان و نجاران، این مهندسان بی‌ادعا توانسته باشند استحکام انواع چوب‌ها و مقاومت آن‌ها در مقابل سایش و گرمایشی که ایجاد می‌کند را بفهمند و به اصلاح ابزار بپردازند. وقتی دو تکه چوب با فشار زیاد می‌خواهند دورهم بچرخند و دلو و طنابی را از صد و پنجاه متری بالا بکشند امکان گرم شدن چوب در حد آتش گرفتن بر اثر سایش هست. برای جلوگیری از سایش چوب محور و سوراخ پروانه‌های چرخ، راه‌های متفاوتی پیدا شده است. در بعضی نقاط و در برخی موارد محل چرخش چرخ، حول میله محور را با روغن‌های حیوانی و یا گیاهی (پیه گوسفند و گاو و حتی چربی خوک و گراز یا روغن منداب و..) چرب می‌کردند.

در برخی موارد و در بعضی نقاط این محل را نمدگذاری می‌کردند (کلمه کاسه‌نمد برای همین سازه‌ها بکار می‌رفته که سر از وسایل امروز درآورده است) و گاه آهن را به‌صورت لوله (بوش) درمی‌آوردند و در محل سوراخ تعبیه می‌کردند و آهن را چرب و یا نمدگذاری می‌کردند. رفع همین مسئله در ۲۰۰۰ سال قبل همفکری و همکاری مقنی و نجار چوب شناس و آهنگر و نمدساز و روغنگر و... را می‌طلبیده است. حتی در عصر فعلی با محاسبات علمی قبل از تکنولوژی و پیشرفته‌ترین کامپیوترها، برای ساخت یک ابزار و بخصوص ابزار چرخنده حول محور، احتیاج به آزمایش و تکرار آزمایش و کالیبره کردن دستگاه است، بخصوص دستگاهی که جان آدم به آن بستگی دارد.

جنس چرخ چاه باید از چوبی باشد که موریانه آن را نخورد. چوب چرخ چاه نباید آب را زیاد به خود جذب کند. چرخ چاه مقنی در اکثر موارد در فضای باز کاربرد دارد. اگر چوب براثر باران خیس و سنگین شود کار با چرخ چاه مشکل می‌شود. در مواردی چوب را در روغن و یا نفت و قیر می‌خواباندند و در عمل نوعی تخته بسیار محکم مثل تخته تراورس (مورد استفاده در زیر ریل راه‌آهن) در ست می‌کردند. همه این کارها به خبرگی و تجربه‌های طولانی و به صداقت و ایمان به کار نیاز داشت. برای ساخت چرخ چاه بی‌خطر که بتوان با آن آسان کار کرد و آن را آسان حمل‌ونقل کرد به فن و تکنولوژی و ایمان و صداقت و راستی و دقت نیاز بود؛ **این‌همه یعنی عصاره**

تمدن و فرهنگ. چرخ را یکی از نشانه‌های پیشرفت فنی بشر می‌دانند. چرخ چاه چرخی است که نشانه تجربه فنی و فرهنگی بشر است. خود چرخ چاه مظهر تمدن و فرهنگ و کار جمعی و مشارکت خبرگان مختلف از چوب شناس، اره‌کش تا نجار و روغنگر و آهنگر و... است. جایگاه چرخ چاه در موزه‌ها جایگاه رفیعی است.

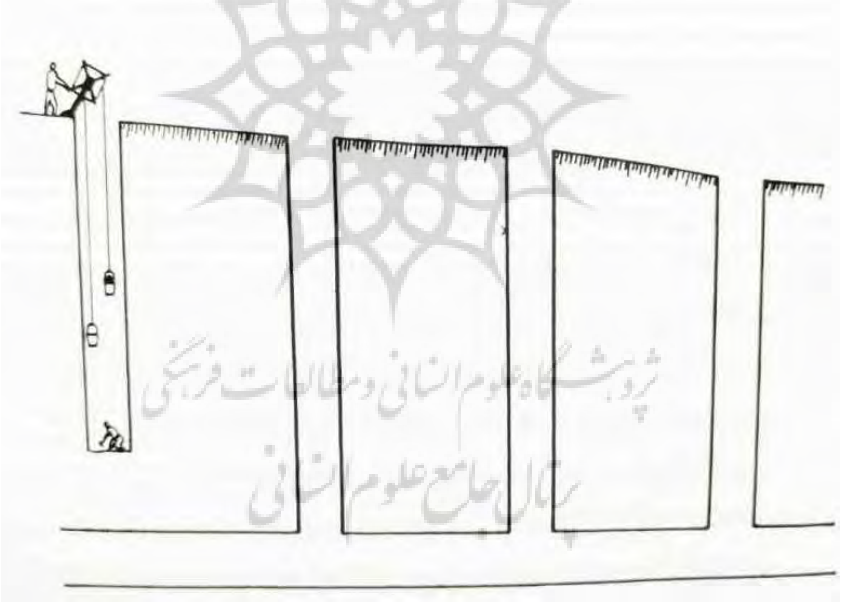
قنات و ابزار آن متعلق به عصر تجربه‌گرایی و تکنیک قبل از علم است، پس تعداد دفعات آزمایش و خطا خیلی فراوان‌تر از عصر محاسبات علمی قبل از تکنولوژی است. به‌علاوه عصر سنت عصر تولید انبوه نیست و هر منطقه و گاه هر روستا تکنولوژی و یا متخصص مربوط به یک کاری را داشته است. هر نجاری نمی‌توانسته چنین چرخ چاهی بسازد که برای تخلیه خاک و گل و بالا کشیدن افراد از اعماق ۸۰ تا ۱۸۰ متری زمین بکار رود، پس در این موارد نیاز به خبرگی و تخصص بوده است. خبرگی و تخصص زمانی اتفاق می‌افتد که تولید نسبتاً انبوه باشد و سازنده بتواند از راه ساخت محصول زندگی خود را بچرخاند. هر نجاری در هر روستایی نمی‌توانست به این تخصص‌های بالا برسد، زیرا یک روستا حداکثر در سال به چند دست چرخ چاه نیاز داشت. با تولید و فروش چند دست چرخ چاه در سال امرارمعاش ممکن نیست و تخصص ایجاد نمی‌شود.

برای این‌گونه تخصص‌ها که حفظ جان آدم‌ها به آن مربوط بود افراد خاصی در روستاها و شهرهای خاصی به تخصص بالا دست می‌یافتند. آن شخص و آن روستا و یا شهر از راه تولید نسبتاً زیاد آن وسیله، هم به تخصص می‌رسید و هم مشهوریت و هم محل زندگی او مرکزیت می‌یافت. این امر باعث تخصصی شدن آن مرکز و برقراری مناسبات تجاری و ارتباطات و تبادلات فرهنگی و تکنیکی و گاه آموزشی می‌شد. یعنی اشخاصی بچه‌ها و یا جوانان خود را برای آموزش از راه شاگردی برای چندین سال به آن محل می‌فرستادند.

کارهایی که مهارت و تخصص بالا می‌خواست به مرحله‌ای از تقسیم‌کار تخصصی می‌رسید. مثلاً هر سنگ‌تراشی نمی‌توانسته است سنگ دست آس و سنگ آس باد و

آسیاب بسازد. گاه کسی فقط خبره ساخت سنگ زیرین آسیاب بود و دیگری خبره سنگ روئین. یا هر کسی و هر محلی نمی‌توانست زنجیرساز ماهری شود.

برخی خانواده‌ها آن‌چنان در طول نسل‌ها به خبرگی و مشهوریت می‌رسیدند که فامیلی آنها زنجیرچی و سنگتراش و نجاریان و یا خراطچی می‌شد. گاه استادکاری در روستا و یا شهری برای کاری خاص مشهور می‌شد و سایر نقاط برای انجام آن کار در جستجوی آن استادکار برمی‌آمدند. در پیدا کردن آب در زیرزمین و یا ساخت ابزار آن لازم نبود که مردم هر محل همه کارها را بدانند و همه ابزارها را بسازند. چرخ چاه و بخصوص چرخ چاه برای چاه‌های عمیق نیز چنین بود. به‌احتمال بسیار زیاد مقنیان و چرخکش ها جزو اولین کسانی هستند که چرخ دوسره را اختراع کرده‌اند. چرخی که از یک سوی طناب دلو پر را بالا می‌کشد و از سوی دیگر دلو خالی را به پایین می‌فرستد.



عکس ۳- چرخ دو سره (قنات قصبه گناباد، صفحه ۱۲۵)

باستان‌شناسان باید مشخص کنند که انسان، اول بار چرخ دوسر را در کجا و برای چه‌کار استفاده کرده است؟ باید چقدر تجربه انباشت می‌شد و چقدر محاسبات تجربی فیزیکی به دست می‌آمد که انسان از چرخ دو سر برای بالا کشیدن خاک از دل زمین استفاده کند. به‌علاوه به‌احتمال‌زیاد چرخ دوسر از حوزه تمدنی کاریزی به سایر نقاط و برای سایر کارها به عاریت گرفته‌شده است. بده بستان‌های ابزاری قنات با سایر مشاغل، خود یک بحث جدی ابزاری و فرهنگی و تمدنی است. پس چرخ چاه را یک ابزار ساده نینگاریم و آن را مظهر تخصص و تعهد و توان فنی در طول قرون بدانیم. باید بیشتر درباره ساخت چرخ چاه کار کرد. نوشته‌هایی که تابه‌حال در کتاب‌های مربوط به قنات درباره چرخ چاه هست، بیشتر کاربرد آن را توصیف می‌کنند و درباره نحوه ساخت آن بحث چندانی نکرده‌اند، شاید در کتاب‌های فنی در این زمینه مطلبی باشد که ما نیافتیم.

۲- طناب

طناب یکی از اساسی‌ترین وسایل کار مقنیگری است زیرا طناب با جان و سلامتی انسان سروکار دارد. ضرب‌المثلی می‌گوید: با هر طنابی نمی‌توان به چاه رفت، یا با طناب تو به چاه نمی‌روم. استحکام و سبکی طناب برای بالا کشیدن خاک و بالا و پایین رفتن مقنی و ابزار او در چاه بسیار مهم است. استحکام طناب یعنی حفظ جان مقنی. ما در زبان فارسی اصطلاحی داریم که با "طناب تو به چاه نمی‌روم ". یعنی طناب تو استحکام ندارد و یا حرف تو سندیت ندارد و تو مثل طناب سست جان مرا به خطر می‌اندازی. این طنابی که جان انسان بستگی به آن دارد چگونه باید باشد؟

شاید ساخت یک طناب ۲۰ و حتی ۴۰ متری از عهده خبرگان محلی برآید، ولی وقتی انسان می‌خواهد در چاهی با عمق ۱۰۰ و یا ۱۸۰ متر فرو رود چه نوع طنابی لازم است که جان او در خطر نباشد. اولاً طناب باید با الیاف سبک باشد وگرنه وزن خود طناب، هم فشار بر چرخ را زیاد می‌کند و هم نیروی بیشتری برای بالا کشیدن دلو را

می‌طلبد. هر چه طول طناب بیشتر باشد باید طناب کلفت‌تر و مقاوم‌تر باشد، خود طناب باید طاقت بالا کشیدن خودش را هم داشته باشد. محاسبه قطر و ضخامت طناب و میزان وزنی را که می‌توانست بالا بکشد و درعین‌حال بی‌جهت ضخیم و سنگین نباشد یک خبرگی می‌خواست. امروزه مهندسین با فرمول ریاضی سریع می‌توانند مقاومت و ضخامت و وزن طناب را محاسبه کنند، ولی در عصر سنت فرمولی در کار نبود، تجربه و خبرگی بود. وزن یک طناب ۱۰۰ متری از دلو خاک خشک، بیشتر است و وزن طناب ۱۵۰ متری می‌تواند تا سه برابر وزن دلو خاک خشک و حتی نیمه مرطوب باشد. حال اگر خاک مرطوب و یا اصلاً خیس باشد وزن دلو و طناب هر دو بالا می‌رود. اگر خود طناب به عللی خیس شود، بالا کشیدن دلو بسیار مشکل می‌شود و نیرو می‌طلبد، پس جنس طناب بسیار مهم بود.

معمولاً طناب‌های ۲۰ تا حداکثر ۸۰ متری از جنس سازو یا الیافت درخت خرما است. سازو بسیار مقاوم و بادوام است و در رطوبت، زود نمی‌پوسد، اما سازو نسبتاً سنگین است. بیشتر سازو سازان کشور در بافق یزد و خور بوده‌اند. (هنری مرتضی ۱۳۵۱ اهمیت درخت خرما در زندگی مردم خور. ترجمه اصغر عسکری خانقاه مجله یغما شماره ۴ و شماره مسلسل ۲۸۴ ص ۲۱۶ و صفی نژاد، جواد ۱۳۹۵، کاریز در ایران و پاپلی یزدی ۱۳۸۹ و همکاران قنات قصبه و.) این شغل در این شهرها به خبرگی بسیار بالایی رسیده بود. خبرگان طناب ساز از الیاف درخت خرما می‌توانستند رشته‌های بسیار ظریفی برای خیاطی تا رسن و طناب‌های کلفت برای مقنی‌گری بسازند. ساخت و تجارت و صادرات سازو جزو مشاغل مهم و اشتغال‌زا و پردرآمد بود. درعین‌حال ارتباط بین فنی و بین فرهنگی و تمدنی ایجاد می‌کرد، چون ساخت طناب از هر نوعش، خبرگی خاصی می‌خواست.

طناب‌های پنبه‌ای سبک بود ولی کم‌دوام، زود خیس می‌شد و می‌پوسید و پاره می‌شد اما طناب با پنبه هندی مقاوم‌تر و محکم‌تر و سبک‌تر بود. طناب‌های خیلی بلند را با پنبه هندی می‌ساختند. برای ساخت طناب‌های خیلی بلند باید چند طناب را با هم

پیوند می‌زدند و نه گره، که خود این امر، تخصص می‌طلبید. پاپلی یـزدی و همکـاران، ۱۳۸۹: ۱۳۴). گاه طناب از کنـف هنـدی و پاکسـتانی بـود. در اسـناد تجـاری حـاجی قربانعلی نوبهـار نشـتیفانی (متولـد ۱۲۹۲/۲/۶ وفـات ۱۳۸۱/۷/۳ تـاجر و کـاروانی یـا به‌اصطلاح امروزی صاحب یک موسسه حمل‌ونقل بزرگ متکی به شتر و چارپایان اهل نشتیفان خواف) خرید و حمل طناب از کراچـی پاکسـتان بـه مشـهد ذکرشـده اسـت. کراچی یکی از مراکز عمده تولید طناب کنفی و کتانی برای مهار کشـتی‌هـا در اسـکله بود. طنابی که باید در مقابل آب شور و نیروی کششی و نیروی ضربه‌ای مقـاوم باشـد. امواج باعث تکان‌های گاه شدید کشتی می‌شود و طناب در مقابل ایـن ضـربه‌هـا بایـد مقاوم باشد. این طناب در سواحل جنوبی ایران نیز تولید می‌شده است. طناب‌های بکار رفته در چاه‌های عمیق معمولاً از جنس پنبه هندی و یا الیاف کنف و کتان بـود. الیـاف پنبه معمولی می‌تواند تا حدود ۸٪ وزن خود، آب جذب کند و در حالت اولیـه جـذب آب، مقاوم‌تر، طولانی‌تر و کلفت‌تر شود. استحکام الیاف کتان تقریباً دو برابر الیاف پنبـه است و با رطوبت استحکام آن تا ۲۰٪ بیشتر می‌شود. کتان تا حدود ۱۰٪ وزن خود آب جذب می‌کند. الیاف کتان تا حدود ۱۲۰ درجه حرارت را تحمل می‌کند امـا آن را بایـد در سایه نگه داشت، چون در مقابل آفتاب طولانی‌مدت استحکام آن کم می‌شود.

الیاف درخت خرما و یا سیس بسیار مقاوم است و جدیداً در بـتن نیـز بـرای بـالا بردن مقاومت و کشش بتن از آن استفاده می‌کنند. طناب‌ساز باید خاصیت انواع پنبـه و سایر الیاف گیاهی (پشم گوسفند، موی بز، کرک شتر و بز، کنف، کتان، سـیس خرمـا و در موارد خیلی استثنایی موی بلند یال اسب و یال یاک تبتی و موی انسـان) را بدانـد، زیرا همه الیاف‌ها از جمله پنبه‌ها داری یک خاصیت نیستند. کیفیت پنبه مناطق مختلف برای طناب‌های مختلف یکسان نبوده است. طناب ساز باید کیفیـت الیـاف مختلـف را بشناسد و باید بداند طناب را برای چه‌کاری می‌سازد و کاربرد آن چیسـت. طنـابی کـه دور دستک‌های چرخ چاه برای استحکام آن می‌بسته‌اند با طناب کششی کـه دلـو را از چاه بالا می‌کشیده‌اند، متفاوت است.

طناب‌ساز حتی شرایط آب و هوایی منطقه مورد استفاده طناب و یا رسن و بارپیچ و غیره را می‌دانسته و یا می‌پرسیده است. مسلم است که مقاومت و قدرت تحمل در کشش طناب ۲۰ متری با ۱۵۰ متری متفاوت است. اما طناب‌ساز چگونه این مقاومت را با نوع الیاف و ضخامت و کاربرد طناب به آزمایش می‌گذاشته است؟ کسی که از طناب هم استفاده می‌کرده باید آدم آزموده و باتجربه‌ای باشد. چرخکش نمی‌توانسته هر طنابی را داخل چاه بفرستد و باید دانش استفاده از انواع طناب برای انواع وزن‌ها و در اعماق مختلف را داشته باشد. گاه چرخکش‌ها وقتی می‌خواستند مقنی را از چاه بالا بکشند طناب خود را عوض می‌کردند، زیرا می‌دانستند با طنابی که می‌شود یک دلو خاک چهل کیلویی را بالا کشید نمی‌شود با آن یک مقنی ۸۰ کیلویی را هم بالا کشید.

یکی از خواص عمده طناب باید مقاومت آن در مقابل چرخش و تاب باشد. یکی از مشکلات سیم بکسل آن است که اگر دلو و یا انسان بسته به آن، دور خود بچرخد سیم‌های آن قطع می‌شود و سیم بکسل پاره می‌شود. بالا کشیدن یک دلو از اعماق زمین باعث چرخش دلو دور خود می‌شده است. وقتی دلو به هر دلیلی دور خود بچرخد طناب هم به دور خود می‌چرخد. این امر احتمال پارگی طناب را زیاد می‌کند. طناب‌ساز نه‌تنها باید مقاومت طناب را در مقابل کشش و فشار و رطوبت می‌دانسته بلکه باید مقاومت طناب در مقابل پیچش را نیز بالا می‌برده است. اگر هنگامی‌که چرخکش ها داشتند دلو یا فردی را از اعماق زمین بیرون می‌کشیدند طناب پاره می‌شد این‌طور نبود که فقط جان افراد داخل چاه در خطر باشد. نیروی کشش به چرخکش‌ها هم آسیب جدی می‌رساند. این امر برای چرخکش‌ها وقتی خطرناک‌تر می‌شد که کنترل چرخ از دست آن‌ها به در رود و دلو و یا فرد و طناب متصل به او با سرعت بسیار زیاد به داخل چاه کشیده شود. بنابراین با هر طنابی و به دست هر طناب‌کشی نمی‌شد داخل چاه رفت و جان گرانمایه را به خطر انداخت.

طناب‌سازان صنف و سازمان‌های مردمی داشته‌اند و هر کس بدون سال‌ها شاگردی و تجربه نمی‌توانسته وارد حرفه‌ای شود که با جان مردم سروکار داشته است. حول

محور طناب‌سازی یک زنجیره از خبرگی‌ها و تخصص‌ها نهفته بود، علاوه بر آن صداقت، ایمان و خبرگی لازمه ساخت طناب محکم بود. طناب یعنی فن و فرهنگ. همه ابزارهای کار مقنی در حفظ سلامت و جان گروه مقنیگری مؤثر هستند. شاید هیچ‌یک از ابزارهای فنی قنات به‌اندازه چرخ چاه و بخصوص طناب تخصص و ایمان محور نبوده‌اند، چون سلامت جان انسان‌ها به آن‌ها بستگی داشته است. تولید و تجارت طناب خود رشته‌ای از خبرگی و روابط اخلاقی و تجاری و فرهنگی و فنی درون و بیرون منطقه‌ای را ایجاد می‌کرده است که سیم بکسل و طناب پلاستیکی و سایر طناب‌های مدرن از آن دور هستند.

۳- **چپر یا چتر کار مقنی در قنات** (اول ایمنی بعد کار)

چپر یک تختهٔ نیم‌دایره است که مقنی در هنگام حفر چاه بخصوص چاه‌های عمیق در بالای سر خود در دیواره چاه کار می‌گذارد و آن را مستحکم می‌کند (پاپلی یزدی، ۱۳۷۱ و صفی نژاد، ۱۳۹۵). این چپر از مقنی در مقابل ریزش سنگ‌ها و سنگ‌ریزه‌هایی که از بالای چاه و یا دیواره چاه می‌ریزد، محافظت می‌کند. گاه احتمال پاره شدن دلو و ریزش مواد درون آن به داخل چاه در حال حفر، می‌رفت، که مقنی با کارگذاری چپر، از خود در مقابل این مواد نیز محافظت می‌کرد. در برخی چاه‌های شولاتی که احتمال ریزش مواد زیاد بود، علاوه بر استحکام‌بخشی دیواره، مقنی دو یا حتی در موارد استثنایی سه سری چپر در بالای سر خود مستحکم می‌کرد.

در برخی چاه‌های خیلی عمیق مقنیان حفره‌ها و یا اتاقک‌هایی در دیواره چاه حفر می‌کرده‌اند. این اتاقک‌ها هم برای استراحت و غذاخوری بکار می‌رفته است و هم در صورت لزوم حالت پناهگاهی داشته است. چپر و اتاقک‌های محافظتی در هنگام لایروبی و یا تعمیر دیواره‌های چاه، بیشتر از حفر چاه کاربرد داشته‌اند. بنابراین چپر حتی اگر در همه چاه‌ها کاربرد نداشته باشد یک وسیله ایمنی و حفاظتی جدی بوده است. هر تخته‌ای را نمی‌شد برای ساخت چپر بکار برد و خود چپرسازی و ساخت

دستک‌های آن‌که می‌بایست در دیواره چاه مستحکم شود خبرگی می‌خواهد. یک از شعارهای مهندسی امروزی اول ایمنی بعد کار است، این مسئله از هزاران سال پیش در فرهنگ قنات سازی رعایت می‌شده است.

۴- سیستم هوا رسانی

به دلایل عدیده در داخل قنات هوا کم می‌شد و زمین دَم‌دار می‌شد. دم زمین می‌توانست مقنی را بکشد. ابوبکر محمد ابن حسن حاسب کرجی در حدود اواخر قرن چهارم هجری نوشته است که "دم یا بخار چاه مانع حفر آن می‌شود. به عقیده من سه عامل در چاه و کاریز و نقب، باعث ایجاد دم و بخار می‌شوند. اول به‌واسطه ژرف بودن چاه است، دوم به علت طولانی بودن نقب است، سوم بر اثر فساد خاک است و یا برای آن است که چون دهانه چاه‌های کاریز بسته بوده، دم آن‌ها افزون شده است، اما فساد خاک در وقتی است که زمین دارای مواد گوگردی یا نفتی باشد، یا آن‌که منابع قیر و امثال آن، که ذاتاً ایجاد بخار و دم می‌کنند، در آن زمین وجود داشته باشد." هر چاه یا نقبی که چراغ در آن خاموش شود، دارای دم است. نیرومندترین دم در وسط روز ایجاد می‌شود. قوی‌ترین چراغ‌هایی که می‌تواند در مجاورت دم چاه روشن بماند، آن چراغی است که روغنش از موم یا پیه خوک و گاو یا گوسفند باشد. پس از این‌ها روغن‌زیتون و روغن دیگر دانه‌های روغنی مناسب است. اما بکار بردن نفت مناسب نیست، زیرا خودش دم بسیار ایجاد می‌کند (کرجی، ۸۳ و ۸۴)

این متن در اواخر قرن چهارم هجری قمری نوشته شده است. خود این متن دلیل بر اوج فرهنگ علمی و شناسایی علل دم چاه است. جالب است که در هزار و پنجاه سال قبل یکی از علل فساد زمین را وجود نفت و قیر و گوگرد می‌داند. راه‌حل‌های ارائه شده همه علمی است. در برخی اعصار و منابع، علل دم را بخار دهان اجنه می‌دانند و راه مبارزه با آن را اورادی می‌دانند که اجنه را فراری می‌دهد. اما فرهنگ و تمدن ایرانی و متخصصان و خبرگان آن می‌دانسته‌اند که علل دم و گاز مسائل مادی و

فیزیکی است و راه حل آن نیز مواد است. کرجی می‌نویسد اگر دم کم است مقنی می‌تواند در کنار خود مقداری سرکه و یا هندوانه بگذارد و اگر دم کاهش نیافت باید چاه دیگری در کنار آن چاه حفر کرد تا جریان هوا، دم را از بین ببرد. یا آنکه لوله‌ای از چرم درست کنند و یک سر آن را در چاه سرنگون کنند و سر بالایی به دم آهنگری قوی متصل سازند و در آن بدمند... " سایر کتب پیشینیان نیز درباره دم چاه همین راه‌حل‌های منطقی و کاربردی را ارائه داده‌اند.

در ساخت ابزار هوا رسانی هم همکاری و مشارکت چند خبره از دباغ و چرم ساز و دم ساز لازم بوده است. درهرصورت وجود چاه جفتو (دوتایی) و یا با دو َدم آهنگری و لوله چرمی که گاه بیش از صد متر طول داشته است جزو ابزار حفظ جان بوده است و ساخت و آماده نگه‌داشتن آن مهارت و خبرگی می‌خواسته است. در برخی از چاه‌ها و کوره‌ها یا نقب‌ها و سوها یک مرتبه گاز و یا دم تولید می‌شده است. مقنی ناگاه در زیرزمین به محدوده نفتی و گازی و یا گوگردی برمی‌خورد می‌کرده است. غفلت و سستی همکاران او در بالای چاه مرگ کسانی که در ته چاه کار می‌کرده‌اند را به همراه داشته است. در این شرایط نمی‌شده است صبر کرد تا چاه جفتو یا با دودَم حفر کرد. باید لوله چرمین که مثل شیلنگ فعلی است را در چاه سرنگون کرد و دم را بدان متصل و در دم دمید. باید این کارها در کمتر از دقیقه انجام می‌شده است. بهانه آوردن که لوله چرمین و یا دم را فراموش کردم و یا دم خوب کار نمی‌کند و لوله خشک و پاره شده به معنای پذیرش مرگ همکار و یا همکاران ته چاه است.

ریزه‌کاری‌های تخصصی و تکنیکی با مشارکت ذی‌صلاحان با تعهد اخلاقی، فرهنگ کاری سنتی، نوعی پایداری را پیش می‌آورده است که پشتوانه‌اش تمدن و فرهنگ و ایمان و نه آئین‌نامه و بروکراسی دولتی بوده است، که نتیجه آن سلامت افراد و منافع اقتصادی و حفظ محیط‌زیست بوده است.

بی‌احتیاطی و عدم داشتن دانش فنی و تجربه در عصر ما نیز موجب مرگ افراد بر اثر گازگرفتگی در چاه می‌شود. به‌طور مثال در ۱۷ تیر ۱۳۹۶ در خیابان ولیعصر تهران

چهار جوان بر اثر گازگرفتگی در چاه فوت شدند. در آن سال در سراسر ایران تعداد مقنیان سنتی که بر اثر گازگرفتگی در حفر قنات و راهروهای آن فوت‌شده باشند گزارش نشده است. در آن سال صدها بلکه هزاران مقنی در روی قنوات کشور مشغول فعالیت بوده‌اند. خبرگی کار و آمادگی آن‌ها موجب کاهش حادثه است. اما چرا چهار جوان ناوارد وارد چاهی شدند که دم و یا گاز داشت و جملگی خفه شدند؟ آن‌هم در عصر پست‌مدرن و در ناف تهران؟ چون کارفرما از آدم‌های بی‌تجربه استفاده کرده بود و آدم‌های بی‌تجربه هم قبول کاری خطرناک کرده بودند. به نظر می‌رسد این امر در تمام طول تاریخ هزارساله (از نوشتن کتاب ابوبکر حاسب کرجی) تا اصلاحات ارضی اتفاق نیفتاده است چون هرچه جستجو کردیم گزارشی در کتب تاریخی مبنی بر استفاده از آدم بی‌تجربه برای فرورفتن در چاه ذکر نشده است. شاید روزی در اسناد مطالبی پیدا شود.

اما آنچه مسلم است سیستم مدیریت سلسله مراتبی سنتی حفر و لایروبی و نگهداری قنات و عرف اجازه نمی‌داده‌اند که آدم‌های کم‌تجربه وارد هیچ چاهی بخصوص چاه دم‌دار بشوند. اگر در حادثه تهران آن جوان‌ها تجربه داشتند و یا یک استادکار مجرب در آنجا حضور داشت و یا کارفرما نگرانی جدی از قوانین و عواقب و خسارات بکارگیری آدم بی‌تجربه داشت به نظر می‌رسد هرگز این اتفاق نمی‌افتاد. **داستان خفگی چهار جوان بر اثر گازگرفتگی در چاهی در خیابان ولیعصر تهران در تیرماه ۱۳۹۶ داستان گذر ما از سنت به مدرنیته از نوع بسیار ناقص آن است. داستان رها کردن تجربه‌های کارفرمایی و کارگری سنتی بدون داشتن علم و استانداردها و بکارگیری آئین‌نامه‌های ایمنی جدید.**

داستان چرخ چاه و طناب و وسایل جلوگیری از دم، عصاره تمدن از دید تکنولوژیکی و فرهنگ عقل محور و انسان ایمان و باور محور و جامعه مشارکتی و قانون (عرف و شرع) محور است. در این فرهنگ برای خداوند و مشارکت جمعی و

مردمی و همکاری تخصصی و اسطوره‌ها و قوانین عرفی و شرعی و فیزیکی جا هست ولی برای خرافات و بی‌قانونی و بی‌نظمی، فردگرایی و دولت تصدی گرا و بروکراسی، جایی وجود ندارد.

ابزارهایی که از نظر اقتصادی مهم هستند، اما فوری مخاطره جانی ایجاد نمی‌کنند:

چنانچه عنوان شد برخی از ابزارها با همه اهمیت ایجاد مشکل در آن به‌طور مستقیم و فوری سلامت و جان را به خطر نمی‌اندازند، اما ابزارهایی هستند که خطای آن‌ها باعث ایجاد مشکلات جبران‌ناپذیر و یا خسارت عمده می‌گردد، که عبارت‌اند از: تراز، کول‌گذاری و تنبوشه.

۱- تراز:

اگر تراز خراب باشد و یا ترازکش متخصص نباشد ممکن است در محاسبه شیب زمین در سطح و در زیرزمین اشتباهی حاصل شود و آنگاه که قنات حفر شود، آب آن به محل دلخواه نرسد و یا دائم باید شیب را در کوره اصلاح کرد که منجر به خرابی کوره می‌شود. تراز کشی یک کار کاملاً مهندسی و مساحی است. احتیاج به ابزار دقیق و تخصص و خبرگی بسیار خوب دارد. ابوبکر محمد بن حاسب کرجی در مورد ساخت و تراز کردن و ابزار تراز شرحی مفصل داده است. حدود یک‌چهارم کتاب او درباره تراز و ترازکشی و ترازی که خود او اختراع کرده و اشکال ترازهاست.

مباحث فنی ذکرشده در کتاب استخراج آب‌های پنهانی کرجی قدیم‌ترین سند مکتوب مهندسی سنتی تمدن و فرهنگ ایرانی در زمینه تراز و تراز کشی همه عرصه‌هاست. یعنی تا عصر پیدایش علوم مهندسی در دارالفنون هیچ مهندس معمار و یا سدساز و کانال‌سازی و مناره ساز نحوه ساخت تراز و تراز کشی را به‌دقت و مبسوطی این نویسنده هزار سال پیش ما توضیح نداده است. مهندس ابوبکر محمدحسن حاسب

کرجی بارها و بارها در کتاب خود می‌نویسید پیشینیان چنین گفتند و یا نوشتند ولی از پیشینیان اسم نمی‌برد. مسلم است داستان تراز و تراز کشی حتی در عصر معبد چغازنبیل (۱۲۵۰ قبل از میلاد) نیز بوده است. اشتباه در محاسبه ترازکش در قنات، بیشتر خسارت مادی ایجاد می‌کرده است، آیا استفاده از ترازکشی در مناره‌های بلند هم همین‌طور بوده است؟

۲- کول گذاری:

ساختار زمین‌شناسی در طول راهروهای قنات در زیرِ زمین یکسان نیست. در یک مسیر طولانی و حتی کوتاه ممکن است مسیر راهرو از زمین‌های سنگی بسیار سخت و یا زمین‌های شنی و سست و یا حتی زمین‌های شولاتی و یا خاک‌هایی با مکانیک بسیار ضعیف (مثل خاک‌های معروف به کلوت اطراف شهر گناباد قبل از رسیدن راهروهای قنات قصبه به شهر) گذر کند. از قدیم‌الایام مقنی‌ها برای جلوگیری از ریزش خاک و مسدود شدن راه آب و یا از همه مهم‌تر برای حفظ جان خود اقدام به کول‌گذاری و یا دیواره سازی و یا تنبوشه گذاری می‌کرده‌اند. ساخت انواع کول از کول‌های مربعی و سپس بیضی و دایره‌ای و تنبوشه ها و یا آجرچینی‌ها و یا تخته گذاری‌ها و... در کتب مختلف آمده است که شرح آن را در اینجا تکراری می‌بینیم. اما سیر تاریخی ساخت کول و کول گذاری خود بیانگر تحولات تکنیکی و فرهنگی است.

در قنات‌های بسیار قدیمی کول‌ها مربع هستند. کول مربعی نمی‌تواند به مقاومت کول‌های بیضی باشد. آیا کول‌های مربعی متعلق به اعصاری است که هنوز بشر نمی‌توانسته در ساختمان‌ها قوس را بکارگیرد. در بسیاری از بناهای عظیم باستانی سقف‌های قوسی بکار گرفته نشده است. سقف‌ها یا به‌صورت هرم است مثل اهرام مصر و یا به‌صورت صاف که از تیرهای چوبی استفاده می‌شده است. در آن اعصار مجبور بوده‌اند تعداد ستون‌ها را زیاد کنند. سقف‌های غیرقوسی در مقابل فشار و یا زلزله مقاومت کمتری تا سقف‌های بیضی و یا نیم دایره‌ای داشته‌اند. هزاران سال بشر

آزمایش و خطا کرد تا سقف‌های غیر صاف را ابداع و مستحکم کند. آیا کول‌های مربعی متعلق به عصر سقف‌های صاف است. دانستن اینکه آیا ابتدا مقنیان که عملاً مهندسان آب هستند کول‌های بیضی را اختراع کردند و معماران از آن‌ها یاد گرفتند و یا برعکس سقف‌های منحنی کار مهندسان معمار است و مهندسان آب از آن‌ها یاد گرفتند بحثی در تخصص باستان‌شناسان است.

جالب آن است که کول شاید اولین سازه ساختمانی پیش‌ساخته‌ای است که بشر ساخته است؛ سازه‌ای که در روی زمین با خاک رُس ساخته شده و در کوره پخته شده و سپس به زیرزمین منتقل‌شده است. خود این امر یک ابتکار و ابداع تکنیکی و فنی و مهندسی است. ابداعی که زنجیره‌ای از تدارکات و همکاری و مشارکت و همفکری را می‌طلبیده است. ابوبکر محمد بن حسن کرجی (ص ۸۸ تا ۹۲) نحوه تهیه خاک رس و سرند کردن و جدا کردن شن و ماسه از آن و پخت کول و تنبوشه را ذکر کرده است. از زمان او تاکنون سازندگان کول مطالب او را رعایت کرده‌اند. مسلم است که در این موارد ابوبکر محمد یک جمع‌آوری‌کننده مطالب است و همان‌طور که خود ذکر کرده پیشینیان این کارها را انجام می‌داده‌اند.

۳- تنبوشه:

تنبوشه یعنی لوله یا ناودانی سفالی. تنبوشه ها انواع و اقسام دارند. اولین بار حاسب کرجی (ص ۸۸ تا ۹۹) ساخت تنبوشه و علل بکار بردن آن را توضیح داده است. در ۴۰ سال اخیر نیز محققین به چگونگی ساخت تنبوشه توجه کرده‌اند (صفی نژاد، ۱۳۹۵: ۴۴۰-۴۵۰) و انواع تنبوشه ناودانی، مکعبی، لوله‌ای و... توضیح داده‌شده است. در اینجا می‌توانیم تنبوشه ها را به دو دسته کلان تقسیم کنیم:

۱- تنبوشه‌هایی که در راهرو قنات برای جلوگیری از ریزش دیواره قنات و یا جلوگیری از فروکش آب قنات در زمین‌های سست استفاده می‌شده‌اند.

۲- تنبوشه‌گذاری برای جلوگیری از پلیدی‌ها و آب‌های کثیف و فاضلاب‌ها بخصوص در مسیر قنات‌ها در زیر ساختمان‌ها و تأسیسات شهری.

ببینید ابوبکر محمد بن حاسب کرجی در اواخر قرن چهار هجری (ص ۸۸) چه نوشته است: "تنبوشه را به دو سبب در مجرای آب نصب می‌کنند، یا آنکه نقب حفرشده آب را فرومی‌برد و یا هنگامی‌که آب بر در زیرزمین در نقب‌های کم‌ژرفا جریان دارد و از میان آبادی عبور می‌کند، برای جلوگیری از نفوذ پلیدی‌ها در آب است." این جمله بیانگر تمدن و فرهنگ ایران هزار و هزاران سال قبل است. بکار گیری تنبوشه برای جلوگیری از نفوذ پلیدی‌ها. امروزه بحث مبارزه با آلودگی و مخلوط شدن فاضلاب و پلیدی‌ها در آب است. انواع راه‌های جلوگیری از پلیدی‌ها در آب ابداع‌شده است که یکی از آن‌ها شبکه فاضلاب است.

۳- در بسیاری از مناطق ایران برای انتقال آب شرب از فاصله‌های دور و یا نزدیک تنبوشه بکار برده‌اند. مثلاً در زمان نادرشاه برای تأمین آب شرب و فواره‌های کاخ خورشید کلات، آب را از چشمه‌های قره‌سو در ۱۵ و ۲۰ کیلومتری با تنبوشه منتقل کرده‌اند. تنبوشه هایی که هنوز بسیار مستحکم است و در مسیر آن‌ها را در محوطه کاخ خورشید می‌توان دید. برای تأمین آب فواره‌های باغ دولت‌آباد یزد هم آب را از محل تقسیم آب قنات در خرمشاه در ۷ کیلومتری باغ با اختلاف ارتفاع حدود ۸ متر، در تنبوشه هدایت می‌کردند. این اختلاف ارتفاع موجب جهش آب در فواره‌ها می‌شده است. در برخی خانه‌های اعیانی یزد و کرمان برای تأمین آب فواره‌های حوض‌خانه، حوضچه‌ای در پشت‌بام می‌ساخته‌اند و آب چاه و یا قنات را با چرخ چاه به بالای پشت‌بام می‌کشیده‌اند. حوضچه پشت‌بام خانه با تنبوشه به فواره‌های حوض متصل بوده است، که اختلاف سطح موجب جهش آب در فواره و نشاط و شادابی و تفریح و لطافت هوا در فضای خانه می‌شده است. نمونه خیلی خوب آن را در خانه‌ای که تبدیل به موزه آب یزد شده است در میدان میرچقماق، اول خیابان قیام (شاه سابق) می‌توان دید.

تنبوشه‌های آب شرب و یا فواره کوچک‌تر (هم ازنظر طول و هم از نظر قطر دهانه) از تنبوشه‌های بکار گرفته در کوره قنات بوده‌اند. تنبوشه آب شرب و فواره تقریباً در تمام موارد لوله‌ای بوده اما تنبوشه های کارگذاری شده در کوره قنات ممکن است غیر لوله باشد. حاسب کرجی دستور و ریزه‌کاری‌ها و چگونگی ساخت تنبوشه و بخصوص تنبوشه لوله‌ای و چگونگی خمیر و یا ملاطی که باید برای اتصال تنبوشه ها از آن استفاده کرد را شرح داده است.

" باید محل قرار دان تنبوشه را تراز کنند. سر تنبوشه را به‌اندازه دو انگشت با خمیر آهک – به شیوه‌ای که آماده کردن آن را پس‌ازاین خواهم گفت _ باید آهک اندود کنند و سپس آن را در جوف سرگشاد تنبوشه قبلی جای دهند و محل اتصال را با همان خمیر آهک محکم کنند و نیز باید در فاصله هر صد ذراع در داخل تنبوشه ها هواکشی تعبیه کنند تا از تراکم هوا و باد و در هم شکستن تنبوشه ها جلوگیری کنند. اگر داخل تنبوشه ها را پس از نصب با پیه مذاب یا روغن رومالی کنند، دوام تنبوشه در نگهداری آب بیشتر خواهد بود (کرجی: ۸۹).

در ادامه می‌نویسد: "باید سنگ آهکی را که در حد اعتدال پخته شده باشد برگزینی، با افشاندن اندکی آب، آن را بگشایی و سپس آهک کشته را با غربال ببیزی، آنگاه باید در هر دوازده من آهک بیخته، یک من روغن‌زیتون یا روغنی دیگر – البته روغن زیتون بهتر است – درآمیزی و اگر آهک را با شیر خمیر کنند بهتر خواهد بود. پس‌ازآن باید آهک خمیر شده را در هاون سنگی بزرگی قرار دهند و آن را با دسته چوبی آهسته بکوبند و اندک‌اندک روغن به آن بیفزایند. پس از آماده شدن خمیر بلافاصله آن را بکار برند تا خشک و فاسد نشود. اگر آهک را با تخم‌مرغ خمیر کنند بادوام‌تر می‌شود و هرچه روغن و آهک بیشتر باشد دوام آهک افزون‌تر است. پیشینیان گفته‌اند، اگر در آبی که می‌خواهند آهک را در آن بکُشند، اندکی سرکه بیفزایند بر دوام آهک افزوده می‌شود. دیگری گفته است، زنگ آهن ساییده و بیخته که با سفیده تخم‌مرغ خمیر شده باشد، برای بستن شکاف و سوراخ برکه‌ها و حوض‌ها و آبگیرها

بسیار نیکوست. اما اگر آهک را با آب نکشند، بلکه آن را بکوبند و غربال کنند و با روغنی خمیر کنند و بلافاصله بکار برند از آن‌یکی بهتر باشد و برای گرفتن درز و شکاف ظرف و جز آن مناسب‌تر است (کرجی: ۹۰). (کاری که بندزن‌های چینی شکسته قرن‌ها انجام می‌دادند).

تنبوشه‌های ناودانی که واقعاً به‌صورت ناودان عمل می‌کنند و برای خود ناودان در دیوار بکار می‌روند. تنبوشه ای که برای ناودان بکار می‌رود ممکن است به‌صورت لوله‌ای باشد و در داخل دیوار بکار رود. تنبوشه می‌تواند به‌صورت ناودان سه‌ضلعی (مکعبی که یک ضلع ندارد) باشد که در دیوار کار گذاشته می‌شده و قابل‌رؤیت بوده است. این تنبوشه اگر درست کار گذاشته شود قرن‌ها از نفوذ آب باران و سایر آب‌ها به دیوار جلوگیری می‌کرده است. این تنبوشه های ناودانی سه‌ضلعی و یا لوله‌ای زبان‌دار، آب پشت‌بام را با جست وارد کوچه و یا حیاط می‌کرده‌اند. در اروپا برای انتقال آب پشت‌بام به بیرون، از ناودان‌های سنگی استفاده می‌شده است. در مواردی استثنایی داخل تنبوشه ها را لعاب‌دار کرده‌اند که آب حتی در خود سفال هم نشت نکند.

اما مهم آن است که این لوله‌های سفالی آب، قرن‌ها کار می‌کرده‌اند. محل اتصال دو لوله تنبوشه را طوری آهک اندود می‌کرده‌اند که آب به بیرون نفوذ نمی‌کرده است. اتصال لوله‌ها را طوری می‌ساخته‌اند که آب حالت ضربه پیدا می‌کرده و امواجی را ایجاد می‌کرده‌اند. همین ضربه‌های کوچک که موجب امواج کوچک می‌شده اجازه نمی‌داده املاح داخل آب در تنبوشه رسوب کند. تنبوشه های داخل کاخ خورشید کلات نادری حداقل دویست سال آب را منتقل می‌کرده است. در این تنبوشه اثری از رسوب‌گذاری آب نیست. آیا آب چشمه‌های قره‌سو بدون املاح بوده است و یا همین ضربه‌های کوچکی که محل اتصال دو تنبوشه ایجاد می‌کند مانع رسوب‌گذاری املاح می‌شود. درهرصورت لوله‌های سربی آب بعد از حداکثر بیست سال پر از رسوب است و موجب خسارت.

چگونه مردمی قبل از پیدایش صنایع مدرن با ارزان‌ترین ماده یعنی خاک رس وسیله‌ای برای انتقال آب ساخته‌اند که صدها سال کار می‌کرده و خسارت نمی‌زده و به تعمیر و اصلاح کمی نیاز داشته است و چگونه آن‌ها را در قنوات و آب روها کار گذاشته‌اند که رطوبت را به ساختمان منتقل نمی‌کرده است؟ تنبوشه‌هایی که در شترگلو بکار می‌رفته بسیار فنی است. داخل تنبوشه برآمدگی‌های پیچداری مثل خار داخل لوله تفنگ وجود دارد. این خار و یا برآمدگی موجب چرخش آب و سرعت گرفتن آب می‌شود. سرعت و چرخش آب باعث جلوگیری از رسوب‌گذاری و بیرون رانده شدن خس و خاشاک و برگ و شاخه‌های کوچک درخت و... از داخل شترگلو می‌شود. نمونه این تنبوشه در شترگلوی ساخته‌شده روی نهر (مجموعه قنات‌های یازده‌گانه) مشهور به گناباد که از ۳۵ کیلومتر مشهد آب را به شهر می‌رسانده است در نزدیک روستای ناظریه در کنار جاده آسیایی مشهد به چناران، و قابل روئیت است.

ساخت تنبوشه و کول و پخت آن‌ها به تخصص ویژه و به خاک ویژه نیاز دارد که در همه‌جا نبوده و نیست. بنابراین تنبوشه در جاهایی ساخته می‌شده که سفالگری رواج داشته است مثل میبد یزد و یا گناباد و یا لاله‌جین. بنابراین در ساخت تنبوشه نیز هم از نظر تخصصی و هم از نظر خلوص خاک رس حالت مرکز پیرامون و روابط اجتماعی و اقتصادی و تجاری و حمل‌ونقلی ویژه‌ای پیدا شده است. در عمل در کمتر قنات با مادر چاه عمیق و کوره طولانی است که کول و تنبوشه بکار نرفته باشد. بعلاوه تنبوشه‌های مورد استفاده برای آب شرب و فواره در اکثر شهرها و بسیاری از روستاها و خانه اعیان و خوانین کاربرد داشته است. حول تجارت تنبوشه خود یک سیستم بسته‌بندی مطمئن درست‌شده بود. در حمل‌ونقل تنبوشه نوعی بسته‌بندی جعبه‌ای مثل هزار پیشه ساخته بودند. هزار پیشه جعبه‌ای چوبی گاه تزیین شده و بسیار نفیس با جای مخصوص استکان و نعلبکی و قوری است که بیشتر مورد استفاده عشایر در هنگام کوچ است. جعبه هزار پیشه جزو قدیم‌ترین نوع بسته‌بندی در جهان است. جالب آن است که مرکز

ساخت هزار پیشه در یزد است. حتی خانواده بزرگی که به این کار اشتغال داشتند نـام فامیلشان هزارپیشه است.

در تاریخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۲ با آقای حاجی عباس خانی متولد ۱۳۳۱ خبره سفال سازی و صاحب مغازه بوعلی در لاله جین همدان مصاحبه‌ای به عمل آمد. ایشان تأکیـد کـرد که لاله‌جین یکی از مراکز عمده ساخت تنبوشه بوده است. این فرد خبره، تنبوشه را بـا طول ۶۰ و ۴۰ و ۳۰ سانتی‌متر می‌سـاخته اسـت. ایشـان و همکارانشـان تنبوشـه را بـه سراسر ایران برای مصرف‌کننده می‌فرستاده‌اند. اما مهم آن است که ار لاله جین تنبوشـه را به‌صورت تجاری برای تجار میبد و گناباد هم ارسال می‌کرده‌اند و تجـار آن شـهرها کالا را توزیع می‌کرده و به‌صورت خرده‌فروشی می‌فروخته‌اند. به قول حاج عباس خانی هنوز در لاله جین تنبوشه فواره‌ای ساخته می‌شود. در تنبوشه فواره‌ای سـر تنبوشـه کـه آب باید از آن جهش کند بسته است و فقط دارای یک سوراخ است. قطر آن سوراخ را بر مبنای میزان آب و میزان و ارتفاع مورد انتظار از فواره زدن آب، می‌ساخته‌اند.

بنابراین در ساخت و تجارت تنبوشه هم یک تمرکز برمبنای تخصص و خاک رس حاکم بوده است. در عصر فعلی اگر تخصص و سرمایه باشد خـاک مـورد نیـاز از دور دست هم قابل حمل است. جالب است در این شهرهایی که به‌طور سنتی سفال و کول و تنبوشه ساخته می‌شده است امروزه کارخانجات بزرگ کاشـی سـازی مسـتقر اسـت. نتیجه می‌گیریم که همه اجزاء قنات در محل و توسط مقنیان ساخته نمی‌شده است.

راز پایداری تمدن و فرهنگ این ملـت‌هـا همـین ابـداعات در ایجـاد ابزارهـا بـا ارزان‌ترین قیمت‌هـا و صـداقت و درسـتی در سـاخت و عمـل کارگـذاری آن‌هاسـت. ابزارهایی که امروز موزه نشین شده‌اند و گاه موجب دید حقارت آمیز بازدیدکننـدگانی می‌شوند. بازدیدکنندگانی که هرچند وقت یک‌بار خود گرفتار خرابی لوله‌هـای مـدرن ۱۰-۱۵ ساله خانه خود هستند، درصورتی‌که با تنبوشـه هـایی کـه پدربزرگانشـان کـار گذاشته‌اند، مشکلی ندارند.

ابزاری که خطا در ساخت و یا بد کارکردن با آن، مشکلات خیلی مهمی ایجاد نمی‌کند و یا به‌سادگی قابل اصلاح است:

برخی از ابزارهای کار مقنی‌گری ابزارهایی هستند که اگر نقص داشته باشد کار را مشکل می‌کنند اما جان را به خطر نمی‌اندازند و یا خسارت عمده وارد نمی‌کنند که عبارت‌اند از: انواع کلنگ، پتک، قلم آهنی و بیلچه و چراغ یا حتی لباس مقنی. این ابزارها در طول زمان و در مکان‌های مختلف بافرهنگ‌های متفاوت به تکامل رسیده‌اند و مقنیان بر اثر تجربه‌ای که داشته‌اند این ابزارها را یا خود کامل می‌کرده‌اند و یا از خبرگان هر رشته می‌خواسته‌اند که ابزار کامل شود. تمدن و فرهنگ ما در امور مهندسی بیشتر به عمل توجه داشته است و نه به نظر و کارهای عملی را هم مکتوب نکرده است.

فرهنگ یونان یک فرهنگ نظری است و هرگاه عملی شده است تا توانسته‌اند آن را مکتوب کرده‌اند. اگر مکتوبات کارهای عملی یونانی‌ها نبود ما امروزه نمی‌دانستیم ارشمیدسی بوده و چگونه کار کرده است و یا نمی‌دانستیم اراتوستن چگونه و با چه وسایل محیط زمین را حساب کرده است. کلیسای سوربن که هسته اولیه دانشگاه سوربن است در ۱۰۱۴ میلادی تمام‌شده و نقشه‌های آن موجود است. ولی تا به امروز هیچ نقشه‌ای و محاسبه‌ای از ساخت مسجد جامع اصفهان و یا مسجد شاه اصفهان و یا مسجد جامع یزد و یا پل‌ها و سدها و آب‌انبارهای قدیمی ما، نیست. امروزه عده‌ای از مهندسین از طریق مهندسی معکوس به چگونگی ساخت این تأسیسات پی می‌برند. مسلماً معماران و بناهای ما کیفیت ساخت مصالح را می‌دانسته‌اند، اما آن‌ها هرگز چگونگی ساخت ساروج و یا گچ و آهک را به‌طور کتبی توضیح نداده‌اند. مسلماً ساخت بناها و مناره‌ها و سد و بندها، دارای نقشه و محاسبه بوده است؛ ولی اثر مکتوبی از جزئیات این محاسبات روی کاغذ و در کتب و اسناد تاریخی ما وجود ندارد.

اهمیت کتاب ابوبکر محمدحسن حاسب کرجی در همین نوشتن و تشریح چگونگی ساخت تراز و تنبوشه و... است. ابزاری که در تاریخ ما کمتر نویسنده و

مهندسی دست‌به‌قلم شده تا مباحث نظری و عملی ابزار و شکل آن را برای ما به یادگار بگذارد. شاید همین فرهنگ غیرمکتوب ما باعث شده است که ابزارهای ما دیر تکامل یابند. عملاً در فرهنگ ما خیلی کم از دانشمندان و مهندسان مباحث نظری و عملی را یکجا تشریح کرده‌اند. شاید و حتماً یکی از دلایل مشهوریت خیام و ابوعلی سینا و ذکریای رازی و ابوریحان بیرونی و ابوالوفا بوزجانی و خواجه‌نصیرالدین طوسی همین تلفیق مباحث نظری با توضیح کتبی عملیات و ساخت‌وساز و یا تشریح بدن انسان بوده است. اما در طول تاریخ هزاران مهندس ساختمان‌ساز و سدساز محاسبات خود را روی شن و یا کاغذی و یا تخته و پوست انجام داده‌اند و بعد آنها را پاک کرده‌اند. همین مستند کردن و نکردن یکی از تفاوت‌های فرهنگی ما و غرب از یونان و روم باستان تاکنون است. البته از زمان هخامنشیان برخی مسائل اداری و سیاسی و حتی مالی به‌صورت کتیبه و یا الواح باقی‌مانده است. ولی ریزه‌کاری‌های مهندسی ساخت تخت جمشید، یا تاق کسرا، یا مسجد زوزن، یا سد سلامی و قنات قصبه گناباد و امثالهم وجود ندارد. عملاً سند مکتوبی از چگونگی استخراج سنگ از معدن برای استفاده در ساختمانی‌های سنگی مثل تخت جمشید، پاسارگاد و پایه‌های ستون‌های مسجد وکیل و امثالهم وجود ندارد.

این غیر مکتوب بودن باعث شده است که ما تاریخ خودمان را از هرودوت شروع کنیم و فلسفه را از سقراط و افلاطون و ارسطو و علم را از ارشمیدس و معرفی مردان نامی را از کتاب پلوتارک. آیا این مکتوبات در غارت‌ها و آتش زدن‌ها و حوادث روزگار از بین رفته است و یا ما عادت کمی به نوشتن جزئیات داشته‌ایم.

در این شرایط کتاب ابوبکر محمد بن حسن حاسب کرجی چون تاجی بر تارک فرهنگ ما می‌درخشد. تلاش‌های امثال مرتضی هنری، جواد صفی‌نژاد، مرتضی فرهادی، علی‌اصغر سمسار یزدی، محمدحسین پاپلی یزدی و رجبعلی و مجید لباف خانیکی در بازسازی و بازآفرینی این فرهنگ و تمدن غنی کم مکتوب شده را باید، قدر دانست.

منابع

- کرجی، ابوبکر محمد بن حسن. (۱۳۸۸)، ***استخراج آب‌های پنهانی***، حسن خدیوجم، آستان قدس رضوی، چاپ اول.
- پاپلی یزدی، محمدحسین؛ وثوقی، فاطمه؛ لباف خانیکی، جبعلی؛ لباف خانیکی، مجید و جلالی، عباس. (۱۳۸۸)، ***قنات قصبه گناباد: یک اسطوره***، مشهد: انتشارات پاپلی، چاپ اول.
- گوبلو، هانری. (۱۳۸۹)، ***قنات ها:فنی برای دستیابی به آب***، ترجمه: ابوالحسن سروقد مقدم و محمدحسین پاپلی یزدی، مشهد: انتشارات پاپلی.
- صفی‌نژاد، جواد. (۱۳۹۶)، ***کاریز در ایران و شیوه‌های سنتی بهره‌گیری از آن***، با حمایت مرکز بین‌المللی قنات و سازه‌های تاریخی آبی و شرکت مدیریت منابع آب ایران، تهران: انتشارات پویه مهر اشراق.
- جانب‌اللهی، محمدسعید. (۱۳۸۳)، ***چهل گفتار در مردم‌شناسی میبد***، دفتر اول: فرهنگ و فن‌آوری قنات، تهران: روشنان.
- فرهادی، مرتضی. (۱۳۹۶)، مکل مکل مکینگی ("دیوچه" چاهی)، ***فصلنامه علوم اجتماعی*** دانشگاه علامه طباطبائی، شماره ۷۷ (ویژه‌نامه آب).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی