



استخراج آبهای پنهانی

تأليف: ابوبكر محمد بن الحسن الحاسب الكرجي

ترجمه: حسين خديو جم

قیمت: ۲۲۰۰ ریال

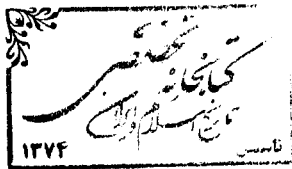


پژوهشگاه علوم انسانی
و مطالعات فرهنگی



مرکز انتشارات
کمیسیون ملی یونسکو

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



استخراج آبهای پنهانی

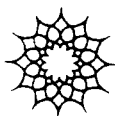
تألیف:

ابوبکر محمدبن الحسن الحاسب الکرجی

قرن پنجم هجری

ترجمه:

حسین خدیو جم



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی



کمیسیون ملی یونسکو در ایران

تهران، ۱۳۷۳

این کتاب ترجمه‌ای است از:
انباط المیاء الخفیه،
تألیف ابوبکر محمدبن الحسن الحاسب الکرجی

داده‌های فهرست نویسی پیش از انتشار (CIP):

کرجی، محمدبن الحسن، قرن پنجم

[انباط المیاء الخفیه (فارسی)]

استخراج آبهای پنهانی / تألیف ابوبکر محمدبن الحسن الحاسب الکرجی؛ ترجمه حسین خدیو جم. - تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی؛ کمیسیون ملی یونسکو، ۱۳۷۳.

۱۶۴ ص. مصور.

۱. آبهای زیرزمینی. ۲. قنات. الف. خدیو جم، حسین، ۱۳۰۶-۱۳۶۵، مترجم. ب. عنوان.

۵۵۱/۴۹

۸۴ الف ۴۳ ک / ۱۰۰۵ GB



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
چاپ نخست: ۱۳۴۵؛ بنیاد فرهنگ ایران
چاپ دوم: ۱۳۷۳
مصحح چاپ دوم: مهدی مهراندیش
حروفچینی: مرکز خدمات کامپیوتری پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
لیتوگرافی: نقره آبی
چاپ: سعید نو، تهران
تیراژ: ۳۵۰۰ جلد
حق چاپ برای پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی محفوظ است.

ALL RIGHTS RESERVED

Printed in the Islamic Republic of Iran.

فهرست مطالب

۷	دیباچه
۱۱	سخنی از مترجم
۲۱	مقدمه مصنف
۲۴	تعریف زمین
۲۶	آنچه به این مطلب مربوط می شود
۳۷	سخن درباره آبهای پنهانی
۴۱	تعریف کوهها و سنگهایی که بر وجود آب گواهی می دهند
۴۲	شناختن زمینهایی که در درون آنها آب است
۴۴	گیاهانی که بر وجود آب گواهی می دهند
۴۶	در وصف کوههای خشک و زمینهای کم آب
۴۸	ذکر انواع آب و اختلاف طعم آنها
۵۲	راه شناختن آبهای سنگین و سبک و رقیق و غلیظ و شیرین و ناگوار
۵۳	طریقه اصلاح آبهای فاسد
۵۴	درباره فصلهای سال
۵۸	سخن درباره خاکهای زمین

- ۶۰ فصولی در مطالب گوناگون
- ۶۷ ذکر حریم چاه و کاریز بر موازین دینی
- ۷۲ سخن درباره حریم فئات
- ۷۵ باب دیگر درباره حریم
- ۷۹ در حل مشکلاتی که مانع حفر می شود
- ۸۸ در جاری ساختن آب در تنبوشه
- ۹۰ در بیان خمیر آهکی که برای اتصال تنبوشه ها بکار می رود
- ۹۱ آماده کردن زمینهای آبکش برای عبور آب، بدون نصب تنبوشه
- ۹۳ در بیان ترازهایی که بوسیله آنها زمین را تراز می کنند
- ۹۷ شیوه تراز کردن با این ترازها
- ۱۰۱ ترازهایی که من اختراع کرده ام
- ۱۲۹ چگونگی سنجش ارتفاع کوهها
- ۱۳۹ شناسایی شیوه احداث کاریز
- ۱۴۲ حفظ استقامت نقبهای زیرزمینی
- ۱۵۱ شیوه حفر چاههایی که در انتهای نقبهای پیچ و خم دار قرار گرفته اند
- ۱۵۵ در نگاهداری کاریز از خرابی
- ۱۵۸ شیوه گشودن مجاری مسدود شده
- ۱۶۰ درباره تحویل گرفتن کار از مقنیان

دیباچه

توزیع ناهمگون بارندگی بلحاظ زمانی و مکانی و در نتیجه وضعیت خاص منابع آب در ایران باعث شده که از گذشته‌های بسیار دور برای استفاده بهینه از این منابع کوشش‌های فراوانی صورت پذیرد. حاصل این تلاش‌ها، ابنیه آبی فراوانی است — نظیر سدها، بندها، قناتها و — که قدمت آنها به چندین هزار سال می‌رسد. مکان بهینه اینگونه بناها، مصالح ساختمانی بکار رفته در آنها و... حکایت از دانش پیشرفته و تبحر سازندگان آن دارد.

استخراج آب‌های زیرزمینی بصورت قنات، یکی از شگفت‌انگیزترین ابداعات بشری است که از دیرباز تأثیر بسزائی در سرنوشت کشاورزی فلات ایران داشته است. یکی از ویژگی‌های این سیستم را — ضمن علمی بودن — سادگی ساختمان آن می‌توان ذکر کرد.

اکثر منابع موجود به زبان فارسی و زبانهای خارجی، فن قنات‌سازی را به ایرانیان نسبت داده‌اند و فلات این سرزمین را زادگاه قنات می‌شناسند. آنچه مسلم است صنعت و هنر قنات‌سازی از ایران به سایر نقاط جهان انتقال یافته است. گسترش قنات را در کشورهای آسیایی در دو مرحله جداگانه و متمایز می‌توان مشاهده نمود: نخستین مرحله، از دوران هخامنشیان تا ساسانیان می‌باشد. در هر دوره، به علت گسترش امپراتوریهای مذکور، توسعه

شبکه‌های آبیاری به کمک حفر قنات مورد توجه قرار گرفته است؛ به همین جهت استفاده از قنات برای اولین بار در دوران هخامنشیان در مصر رایج شد. بعدها ساسانیان این صنعت را در عمان و خلیج فارس و مناطق دیگر گسترش دادند. مرحله بعدی توسعه قنات در دوران اسلامی بوده است. مسلمانان سیستم احداث قنات را همراه با سایر وجوه فرهنگ و تمدن خود نه تنها در سرزمینهای مفتوحه خویش وسعت دادند بلکه آن را به اروپا برده و از طریق اسپانیا به مراکش و آمریکای جنوبی نیز منتقل کردند.

در حال حاضر براساس آمار موجود حدود ۲۷۰۰۰ رشته قنات در ایران وجود دارد که شامل قریب ۱۵ درصد تخلیه کل آبهای زیرزمینی کشور می‌باشد و این امر حاکی از دانش پیشرفته گذشتگان و کوشش دانشمندان مادر این زمینه است.

یکی از دانشمندان برجسته ایرانی به نام «ابوبکر محمدبن الحسن الحاسب الکرچی» نزدیک به هزار سال پیش اثر ارزنده خود را تحت عنوان انبساط المیاء الخفیة به رشته تحریر در آورده است. این اثر ارزنده توسط استاد فقید حسین خدیو جم با نام «آبهای پنهانی» در سال ۱۳۴۵ به فارسی برگردانده شده که توسط بنیاد فرهنگ ایران منتشر گردیده است. با اینکه حدود ده قرن از عمر این کتاب می‌گذرد ولی نظریات مندرج در آن هنوز قابل تعمق و معتبر است.

در آستانه برگزاری کنفرانس ملی منابع آب زیرزمینی در شهر کرمان (شهریور ماه ۱۳۷۳) که مقارن با هزاره زمان حیات این دانشمند گرانمایه است، پیشنهاد گردید که این کتاب نفیس — که نسخه‌های آن کمیاب است — تجدید چاپ گردد. این پیشنهاد مورد استقبال کمیسیون ملی یونسکو در ایران

(کمیته ملی آشناسی) و شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان قرار گرفت. امید است انتشار مجدد این اثر بتواند ضمن بالندگی و یادآوری فرهنگ، تمدن و دانش فنی گذشتگان، روح تحقیق را در ما راسخ‌تر نموده و اراده ما را در فعالیت و نوآوری هر چه بیشتر آثار جدید علمی، در زمینه منابع آب تحکیم بخشد.

در پایان از پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی به پاس همکاری و موافقت با تجدید چاپ کتاب حاضر توسط مرکز انتشارات یونسکو سپاسگزاری می‌شود.

کمیسیون ملی یونسکو در ایران

کمیته برگزارکننده کنفرانس ملی منابع آب زیرزمینی

شهریور ۱۳۷۳

سخنی از مترجم

چون روزگاران گذشته بواسطه کثرت کتابهای ادبی و وفور استاد و معلم این رشته، آموختن ادبیات آسان بوده، ولی گام نهادن در راه علوم نظری و عملی دشوار می‌نموده است؛ بیشتر دانش‌پژوهان راه اول را برمی‌گزیدند و از آن راه حس کنجکاوی خود را قانع می‌ساختند. اما چون درک و دریافت حقیقت علم برای همگان ممکن نبوده، هرگاه نابغه‌ای ژرف‌نگر و واقع‌اندیش عمر خود را بر سر این کار نهاده و راه دشوار و ارزنده علوم نظری را در پیش گرفته، برای کالای ارزنده او مشتری گوه‌شناسی یافت نشده و محصول کارش بی‌نتیجه مانده است. بسیارند دانشمندانی که در دوران زندگی از هر گونه نعمت و لذت مادی بی‌نصیب و بهره‌گشته‌اند، و مانند کرجی — نویسنده و مصنف این کتاب — پس از مرگ در زمرة گمنامان بی‌نام و نشان درآمده‌اند، و دست یغماگر زمانه آثار ارزنده و آفریده‌های پر ارزش آنان را بر باد داده است.

اگر از گروهی انگشت‌شمار چون «ابوریحان بیرونی و زکریای رازی و شیخ‌الرئیس ابن سینا...» اسم و اثری برجای مانده است، تنها به علت آن بوده

که توانسته‌اند به مدد علم طب و نجوم که مورد نیاز و مطلوب مردم زمان بود یا درمان امیر یا امیرزاده‌ای، در میان مردم افسانه گردند و شهرت و آوازه‌ای کسب کنند، یا آنکه موفق شده‌اند، با دم گرم و افسون سخن، جان و دل دانش‌پژوهان و هنرشناسان هم عصر و زمان خود را اسیر و شیفته خویش سازند، یا آنکه چون آثار علمی خود را در قالب سخن ساده، همراه با چاشنی ادبیات ریخته‌اند، فهمش برای اکثریت امکان‌پذیر شده و آثارشان بر اثر شناخت مردم دانش‌دوست دوران بعد، از نیستی و زوال مصون مانده است. به‌رحال باید دانست که کرجی نابغه ناشناخته و گمنام ایرانی با «ابوریحان بیرونی و زکریای رازی و ابن‌سینا» معاصر بوده و حدود ۳۲ سال پیش از ابوریحان زندگی را بدرود گفته است. این دانشمند ایرانی، بنا به کاوش و تحقیق عده‌ای از دانشمندان شرق و غرب - از جمله دانشمند و ریاضی‌دان لبنانی آقای «عادل انبویا» - ۱۲ کتاب دیگر به‌جز این کتاب تصنیف کرده است که چند نسخه از آنها در کتابخانه‌های جهان موجود است و از این مجموعه تنها دو کتاب «انباط المیاه الخفیه یعنی کتاب حاضر، و کتاب «البدیع فی الحساب»^۱ به چاپ رسیده است.

برای شناختن این دانشی مرد ایرانی، و آثار ارزنده‌ او، نوشته آقای «عادل انبویا» را از مجله الدراسات الادبیه (سال ۱۳۳۸) با اندکی تصرف در اینجا نقل می‌کنیم:

ابوبکر محمدبن حسن کرجی یکی از بزرگترین علمای ریاضی ایرانی

۱. کتاب انباط المیاه الخفیه با نظارت و سرمایه‌گردانندگان دائرةالمعارف عثمانی در حیدرآباد دکن به سال ۱۳۵۹ ه.ق. و کتاب البدیع فی الحساب با تصحیح و مقدمه آقای عادل انبویا به سرمایه دانشگاه لبنان در سال ۱۹۶۴ م. چاپ شده است.

است که مؤلفات مهمی از او به زبان عربی برجای مانده است. وی که در قرن چهارم و اوایل قرن پنجم هجری ستاره شهرتش در بغداد اوج گرفت، کسی است که اصول حساب و جبر را توسعه داد و مطالب تازه‌ای بر آنها افزود. می‌توان گفت که وی یکی از پایه‌گذاران علم جبر و حساب در جهان اسلام می‌باشد، و پیش از او محمدبن موسی خوارزمی و ابوکامل شجاع‌بن اُسلم مصری در این راه گامهایی برداشته بودند. ولی با تمام قدر و منزلتی که کرجی را در علم ریاضیات بوده، اطلاعات بسیار کمی از زندگی او در دست است. آنچه از زندگی وی می‌دانیم این است که از اهل کرج در نزدیکی طهران کنونی، و شهر معروف و قدیمی ری بوده است و ظاهراً در همان شهر ری — که شهری آبادان و مرکز علما و دانشمندان بوده — به تحصیل علوم ریاضی پرداخته، و چون در این علم مایه‌ای کافی و پایگاهی بلند یافته به بغداد پایتخت اسلام روی آورده و در آغاز قرن پنجم به آنجا وارد شده است. این مطلب را از آنجا می‌توان استنباط کرد که وی با فخرالملک محمدبن علی بن خلف وزیر بهاءالدوله دیلمی، که از ۴۰۱ تا ۴۰۷ هجری بر عراق حکومت می‌کرده‌اند، و این وزیر در سال ۴۰۷ کشته شده، ارتباط داشته است و کرجی کتاب معروف خود را به نام الفخری به نام او تألیف کرده است. معلوم نیست که کرجی تا چه مدت در بغداد مانده ولی وی گویا پس از مرگ آن وزیر بغداد را ترک گفته و به زادگاه خود بازگشته و به «ابوغانم معروف بن محمد» پیوسته، و این وزیر از او درباره آبهای درونی زمین و طرز استخراج آنها کتابی خواسته و او هم کتاب حاضر را در این موضوع به نام او پرداخته و در آغاز آن، این وزیر را ستوده است.

آنچه در اینجا شایسته ذکر می‌باشد این است که این کرجی را تا چندی

پیش — و هنوز هم — برخی از محققان، کرخی — با خاء معجمه — نوشته‌اند، و او را به کرخ که محله‌ای است در بغداد منسوب می‌دانسته و از اهل عراق شمرده‌اند. در صورتی که این نسبت مبتنی بر اشتباهی بوده است که در اصل برای خاورشناس آلمانی «فرنتس وپکه» یعنی نخستین محققى که به آثار کرجی توجه نموده بود روی داده و نسبت کرجی را کرخی نوشته و سپس در میان سایر محققان نیز همین نسبت رواج یافته است.

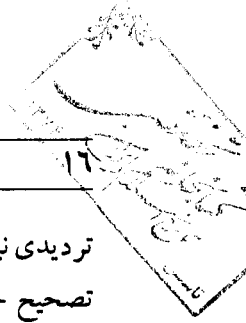
توضیح مطلب آنکه «فرنتس وپکه» در سال ۱۸۵۳ م. ترجمه مختصری از کتاب الفخری را به فرانسه منتشر ساخت و مقدمه‌ای نیز بر آن نوشت. همین کتاب باعث شد که مورخان علوم به راهنمایی آن کتاب به بحث درباره علوم به زبان عربی پرداختند. «وپکه» با چنان موشکافی و امانت و دقتی این کتاب را ترجمه کرده بود که شایسته یک محقق دانشمند است؛ ولی چون کتابی که برای این ترجمه در دسترس وی بوده نسخه خطی از کتاب الفخری متعلق به کتابخانه پاریس بوده که اکنون به شماره ۲۴۵۹ ثبت است، و در این نسخه نام کرجی تحریف شده و کرخی به خاء نوشته شده بوده است، از این جهت آن دانشمند عالی مقام هم که به این تحریف توجهی نداشته وی را کرخی از اهل کرخ بغداد معرفی کرده و از اینجا این نسبت شهرت یافته، و در کتابهایی که بعداً در این موضوع نوشته شده، — چه در زبانهای اروپایی یا عربی — همه جا او را کرخی نوشته‌اند.

شهرت کتاب الفخری و ارزش کار «فرنتس وپکه» افکار خاورشناسان را متوجه اهمیت کرجی کرد. به همین جهت خاورشناس دیگر آلمانی، به نام «آدولف هوخهایم» به بحث درباره کتاب دیگر کرجی به نام الکافی فی الحساب پرداخت و ترجمه آلمانی آن را در سه جلد کوچک بین سالهای

۱۸۷۸ و ۱۸۸۰ منتشر ساخت و با انتشار آن، این کتاب و موضوع آن مورد بحث و انتقاد عده‌ای از مورخان و علمای ریاضی قرار گرفت، و در مؤلفات آنان جای بیشتری برای کرجی باز گردید.

تا سال ۱۹۳۳ اطلاعات درباره مؤلفات کرجی منحصر به همین دو کتاب الفخری و الکافی فی الحساب بود، و درباره نسبت غلط وی یعنی کرجی هم صحبتی نبود. ولی در سال ۱۹۳۳ پروفیسور ایتالیایی به نام «جورجیو لوی دلاویدا» مقاله مهمی در مجله تحقیقات شرقی درباره کرجی منتشر ساخت، و در آن مقاله چند موضوع تاریخی را درباره این عالم ریاضیدان مورد بحث و گفتگو قرار داد؛ از آن جمله اشتباهی بود که در نسبت وی برای محققین دست داده بود، و او را که دانشمندی ایرانی و از مردم کرج نزدیک ری بوده، از اهل کرخ بغداد دانسته و به آنجا منسوب ساخته بودند.

دلاویدا این اشتباه را از روی چندین نسخه خطی از کتابهای کرجی که در کتابخانه‌های مختلف یافته بود، تصحیح نمود؛ از جمله آن نسخه‌ها یکی کتابی است در کتابخانه ایتیکان به نام البدیع فی الحساب، و دیگر نسخه خطی کتاب الکافی فی الحساب در کتابخانه لوئیس ساباط و سوم نسخه خطی از یک کتاب دیگر کرجی به نام علل حساب الجبر و المقابله متعلق به کتابخانه بادلیان در اکسفورد انگلستان می‌باشد، که در تمام این نسخه‌ها نام مؤلف کرجی با جیم نوشته شده نه کرجی با خاء و این خاورشناس فاضل در مقاله مذکور با استناد به این قاعده که وقتی اختلافی، در نسخه‌های خطی، در کتابت لفظی پیش آید، صحیحترین صورتهای آن لفظ، صورتی است که از ذهن نسخه‌نویسان دورتر باشد، کلمه کرجی را به کرجی اصلاح کرد، و امروز چنانکه نویسنده این مقاله (آقای عادل انبویا) معتقد است در صحت نسبت کرجی هیچ‌گونه شک و



تردید نیست، زیرا گذشته از نسخه‌های خطی، کتابهایی که «لوی دلاویدا» در تصحیح خود بدانها استناد جسته و نیز در شرحهایی که بر کتابهای کرجی نوشته شده همه‌جا او را کرجی نوشته‌اند؛ و بی تردید مطلع‌ترین کسان به نام و نسب کرجی، شرح‌کنندگان کتابهای او هستند. یکی از این شرح‌های کتابی است به نام الشرح الشافی لکتاب الکافی فی الحساب تألیف محمد بن علی بن الحسن بن احمد بن علی الشهرزوری که یک نسخه خطی آن در کتابخانهٔ ینی جامع به شمارهٔ ۸۰۱ موجود است، و دیگر شرح دیگری است از همین کتاب (الکافی) از ابو عبدالله حسین بن احمد الشقاق که نسخه خطی آن در کتابخانهٔ سرای به شمارهٔ ۲/۳۱۳۵ موجود و به نام شرح کتاب الکافی فی الحساب ذکر شده است. و در این شرحها نسبت کرجی با جیم نوشته شده، و همچنین است نسخه خطی (الباهر) از «سموئیل بن یحیی المغربی» که در کتابخانهٔ ایاصوفیا به شمارهٔ ۲۷۱۸ ثبت شده و تاریخ کتابت آن ۷۲۵ هجری است...؛ در این کتاب در بیش از سی مورد نام کرجی ذکر شده و حتی یکبار هم کرجی با «خا» نوشته نشده است. از اینها گذشته مقدمه کتاب حاضر خود دلیل قاطعی است که کرجی از اهل کرخ بغداد نبوده، زیرا خود او در این مقدمه می‌گوید: «هنگامی که به عراق وارد شدم و دیدم که مردم آنجا از کوچک و بزرگ دانش‌دوست و قدرشناس علم هستند، و دانشمندان را گرامی می‌شمردند، کتابهایی در حساب و هندسه تألیف کردم» و این خود می‌رساند که وی از جای دیگر به عراق آمده است.

گفتم که پس از «فرنس و پکه» و «هوخایم» که دو کتاب از کتابهای کرجی را ترجمه کرده‌اند، «دلاویدا» دو کتاب دیگر از این ریاضیدان معروف را معرفی کرد که یکی از آنها کتاب نفیس البدیع بود و دیگر کتاب علل

حساب الجبر و المقابله.

کتاب البدیع نشان دهنده پیشرفتی است که علم جبر تا اوایل قرن پنجم در جامعه اسلامی داشته. از این کتاب تنها یک نسخه خطی در کتابخانه واتیکان موجود است. کتاب علل الحساب الجبر و المقابله نیز رساله کوچکی است که نسخه‌ای منحصر به فرد از آن در بیست و چهار صفحه و اندی در اکسفورد وجود دارد.

از جمله کتابهای کرجی که نسخه‌ای از آن موجود است یکی کتاب مختصر فی الحساب و المساحة است که یک نسخه خطی از آن در کتابخانه شهرداری اسکندریه - از شهرهای مصر - هست. دیگر کتاب حاضر یعنی انباط المیاه الخفیه است که این کتاب را کرجی پس از بازگشت از بغداد در زادگاه خود به خواهش ابوغانم معروف بن محمد وزیر نوشته است.

اینها کتابهایی است از کرجی که نسخه‌ای از آنها وجود دارد، ولی چنانکه از بعضی مصادر استفاده می‌گردد چند کتاب دیگر نیز از وی در دست بوده که اکنون اثری از آنها نیست. آقای عادل انبویا درباره این کتابها اطلاعاتی از مآخذ مختلف جمع آوری کرده است. یکی کتابی به نام کتاب العقود و الابنيه که بر مباحثی در خانه‌سازی و پل‌سازی و قلعه‌سازی و کندن کاریز و مانند اینها مشتمل بوده است. از این کتاب در ارشاد القاصد در باب هندسه یاد شده. صاحب ارشاد القاصد شمس‌الدین بخاری، در گذشته در سال ۷۴۹ هجری، خود یکی از علمای ریاضی است؛ و چنانکه از گفته‌ی وی برمی‌آید این کتاب تا زمان وی - که تقریباً سه قرن بعد از کرجی است - معروف و معتبر بوده است. بجز ارشاد القاصد، در کتاب صبح الاعشی و پس از آن در مفتاح السعادة تألیف «طاش کبری زاده» نیز نام این کتاب ذکر شده که ظاهراً

آنها هم از ارشاد القاصد گرفته‌اند.

دیگر کتابی است به نام فی حساب الهند که کرجی خودش در کتاب البدیع از آن نام برده، و دیگر کتاب فی الاستقراء است که کرجی از آن در کتاب الفخری یاد کرده، و همچنین کتابهایی است به نامهای نوادر الاشکال و کتاب الدور و کتاب الوصایا که در آخر نسخه‌های خطی کتاب الفخری موجود در پاریس و قاهره ذکر شده است؛ ولی در نسخه خطی دیگری از این کتاب که در «کوپرولو» موجود است ذکر از آنها نیست. آخرین کتاب از این نوع، کتاب المدخل فی علم النجوم است که در کشف الظنون از آن نام برده شده است.

از آنچه در اینجا به اختصار گذشت و با مراجعه به فهرست کتابهایی که از کرجی در دست است، یا به نام وی ذکر شده، این مطلب بخوبی روشن می‌شود که کرجی نه تنها از جنبه نظری در ریاضیات دانشمندی توانا بوده، بلکه از لحاظ عملی و تطبیقی نیز در این علم پایگاهی بلند داشته، و از این لحاظ می‌توان او را با «ابن هیثم» در یک طبقه قرارداد.

در پایان این سخن از استاد دانشمند جناب آقای دکتر پرویز ناتل خانلری سپاسگزارم که ترجمه این اثر ارزنده و نفیس را به من پیشنهاد فرمودند. در مورد کار خود اعتراف می‌کنم که چون در علوم زمین‌شناسی و ریاضی تخصص نداشتم و نسخه چاپ شده این کتاب — که تنها نسخه اساس کارم بوده — بسیار مبهم و مغلوط بود، مشکلات خود را با دوستان اهل نظر و خبرگان این فن در میان گذاشتم و با صلاحدید و مشورت با آنان، تا آنجا که ممکن بود، موارد شک و تردید را اصلاح و برطرف کردم، و سپاس این عزیزان را بر خود فرض می‌دانم.

دیگر آنکه پس از پایان ترجمه، جناب آقای دکتر خانلری اصل کتاب و ترجمه را برای اظهار نظر و بررسی کار مترجم در اختیار دانشمند گرانمایه جناب آقای احمد آرام گذاشتند، این دانشی مرد از آغاز تا به انجام ترجمه را با دقت نظر مقابله فرمودند و اشتباهات کتاب و نواقص کار مترجم را یادآوری کردند. در چند مورد دستور پاورقی دادند که اطاعت شد، و چند پاورقی هم جناب ایشان افزودند که به نام خود ایشان در پاورقی درج گردیده است. بیشتر یادآوریهای آقای احمد آرام درست و بجا بود و مترجم خود را از این بابت مرهون الطاف ایشان می‌داند.

تهران - تیرماه ۱۳۴۵

حسین خدیوچم

مقدمه مصنف

به نام خدا و یاری او

سپاس بر نعمتهای خدا و درود بر محمد که آخرین پیامبران و حامل رسالت او و بازگوکننده وعده و وعید اوست، و درود بر خاندان برگزیده او.

محمد بن حسن حساب گفته است: چون در سرزمین عراق وارد شدم و مردم آن دیار را از کوچک و بزرگ دوستدار دانش دیدم، دریافتم که دانش و اهل دانش را بزرگ و محترم می‌شمارند. در مدتی که در آنجا بودم تصنیفی در حساب و هندسه فراهم آوردم.

سرانجام به سرزمین «جبل» بازگشتم؛ مطالبی که از اوضاع عراق تصنیف کرده بودم در جبل گم گشت و ناپدید شد. شعله اشتیاق تصنیف فرونشست و طبع آماده به تألیف فرو افسرد، تا آنکه خدا سرزمین جبل و مردم آن را به دیدار مولانا «الوزیر رئیس السید الاجل

المنصور ولی النعم ابی غانم، معروف بن محمد» یاری فرمود - خدای عزت و دولتش را پایدار بدارد، و بر بزرگی مرتبتش بیفزاید، و در هر مقام رایتش را افرشته دارد. دوستدارانش را یاری کند و دشمنان دور و نزدیک او را نابود سازد. بدخواهانش را به برکت حسن سیاست او و با کمک اقتدارش در حکمرانی و در پرتو بصیرت و ژرف‌نگری، و بخشش و گشاده‌دستی فراوان، و دادگری و حمایت یکسان، از آشوب‌طلبی برکنار بدارد، تا در روزگار فرخنده او ایمنی یابند و در سایه انعامش آرام گیرند، و در زمره ستایشگران بزرگواری او و آرزومندان طول عمرش در آیند.


پس به تصنیف این کتاب پرداختم تا او را خدمتی کنم و با نمایاندن شیوه «استخراج آبهای پنهانی» به او نزدیک شوم. پس از بررسی چند کتاب از پیشینیان، آنها را برای رسیدن به این مقصود، ناقص و بی‌فایده یافتم. از خدای بزرگ خواستم که بر بزرگی و رتبت وزیر بیفزاید تا حکم وی در شرق و غرب نافذ شود، و مردم دنیا در نعمت دادگری او غرقه گردند، و دولت درخشان او در بهترین جامه‌ها جشن بگیرد؛ رایت اقبالش از هر بلایی مصون بماند، و آثار دانشهای کهن زنده گردد، و درفشهای سرنگون‌شده فضیلت افرشته گردند، و در پرتو دادگری او ترس و ستمگری از میان برخیزد. به یاری خدا و توفیق او.

اما بعد: من حرفه‌ای را پرفایده‌تر از استخراج آبهای پنهانی نمی‌دانم؛ زیرا به کمک این کار زمین آبادان می‌گردد، و زندگی مردم سامان

می‌پذیرد، و سود فراوان بدست می‌آید. پس این کتاب را با تعریف زمین و کیفیت آفرینش آن و چگونگی وضعش در جهان هستی شروع می‌کنم.

تعریف زمین

پس از این می‌گوییم: زمین با تمام کوهها و دشتهها و پستیها و بلندیهایش، کروی شکل است. خدا آن را مرکز عالم قرار داده است، که تا ابد با حرکت دائمی خود برگردد این مرکز می‌گردد، ولی مرتبش در جهان هستی بسیار اندک است. خدای تبارک و تعالی جهان را میان پر، آفریده و خلائی در میان آن نیست، و برای هریک از افلاک و ستارگان و آتش و هوا و آب و خاک محلی خاص قرار داده است، که چون از آن جدا شود با حرکت دوباره به این محل باز می‌گردد. به همین جهت است که اجسام سنگین - مانند خاک و آب - خواستار رسیدن به این مرکزند، و هرچه جسم سنگین تر باشد این میل به مرکز بیشتر است. در هدفی که مادر پیش داریم نیازی به سخن گفتن درباره اجسام دیگر پس از آب نیست. بدین سبب لازم می‌نماید که خاک در مرکز باشد و آب آن را در میان گرفته باشد. اگر زمین درست کروی شکل می‌بود و چنان سخت می‌بود که آب درون آن نفوذ نمی‌کرد و تمام خطوط داخل میان مرکز و سطح آن

مساوی می‌بود، در آن صورت احاطهٔ کرهٔ آب بر کرهٔ خاک بصورت احاطهٔ سفیدهٔ تخم مرغ بر زردهٔ آن می‌شد - خواه این آب اندک می‌بود، خواه بسیار - و سطح کرهٔ آب با سطح کرهٔ خاک موازی می‌شد. و سطح آب با سطح خشکی متوازی می‌شد و ناچار آب نمی‌توانست جریان پیدا کند، و روی زمین دریای واحدی می‌شد، و دیگر خشکی وجود نمی‌داشت، و جز حیوان آبی موجود دیگری بر سطح زمین زندگی نمی‌کرد، و ارتفاع آب در همه جا به یک اندازه می‌شد؛  اگر زمین - همچنان که تعریف کردیم - کاملاً کروی شکل می‌بود، و خطوط بیرون آمده از مرکز به سطحش برابر می‌بود و درون زمین شکافهای یکسان وجود داشت، چگونگی آب از سه صورت خارج نبود:

یا آنکه آب روی زمین را می‌پوشانید - و در این صورت دریای واحدی وجود پیدا می‌کرد؛ یا آنکه آب تا سطح زمین می‌رسید و زمین یکپارچه خشکی می‌شد؛ یا آنکه سطح آب در عمق زمین می‌بود، و در شکم زمین سرگردان می‌ماند، که در آن حال سطح زمین با سطح آب موازی می‌شد؛ در هر سه صورت آب جریانی پیدا نمی‌کرد؛ و در حالت فروتر بودن سطح آب از سطح زمین، سطح آن در ژرفای یکسان متوقف می‌ماند، و استخراج آن جز بوسیلهٔ دولا^۱ب و دلو ممکن نمی‌شد. این بحث را تنها برای آن نگاشتم تا طبیعت آب تصویر شود و معلوم گردد که

۱. دولا^۱: چرخاب یا چرخ چاه، وسیله‌ای است برای بیرون کشیدن آب از چاه (مترجم).

جریان آب بخاطر آن است که شکل کروی به خود بگیرد. و هرگاه آب شکل کروی پیدا کند مسلم است که جریان پیدا نخواهد کرد. همچنین است حال بناها و مکانهایی که از سطح زمین بلندترند، که فرو افتادن و ویران شدن آنها نتیجه همان مرکزطلبی آنها و کرویّت گونگی زمین است.


آنچه به این مطلب مربوط می شود


چون خدای تعالی خواست که آب حرکت داشته باشد و از محلی به محل دیگر رود، تا زمین دارای دریا و خشکی شود، و حیوانات دریایی و صحرایی بر روی آن زندگی کنند، و زراعت و میوه و انواع نباتات و معدنیها در وجود آیند و آبادانی زمین و زندگی جانوران ادامه یابد، و نیازمندیهای موجودات - از خوردنی و آشامیدنی و پوشیدنی و انواع گورها و اصناف داروها - در وجود آید، برای زمین کوه و دره و مسیل و بلندی و سراسیمی و تپه و چاله و انواع سنگها و خاکهای گونه گون فراوان آفرید، تا خطوط واصل میان مرکز عالم و سطح زمین یکسان نباشد، و آب از قسمتهای دور از مرکز به قسمتهای نزدیک به مرکز زمین جاری شود، و نقاط دور از مرکز زمین بصورت قاره و فلات در آید، و قرارگاه حیوانات صحرایی گردد؛ در نتیجه آب از آن مکانها به طرف نقاطی که به مرکز زمین نزدیکترند جاری گردد، و با تبدیل شدن هوا به آب در روزهای سرد و نقاط سردسیر و تبدیل آب به هوا در فصل گرما و نقاط گرمسیر این جریان ادامه یافت و این استحاله آب و هوا به یکدیگر

در آبادانی زمین بسیار سودمند است.

از حکمت‌های بزرگ خدای تعالی آن است که حرکت خورشید را در فلکش بر دایره‌ای قرار داد که آن دایره با دایره‌ای متقاطع است که بر دو قطب آن حرکت نخستین صورت می‌گیرد و باعث ایجاد شب و روز می‌شود، و این همان دایرهٔ معدل‌النهار است. پس نیمی از مدار خورشید در شمال معدل‌النهار این دایره قرار گرفت و نیم دیگر در جنوب آن، تا سبب برای اختلاف زمان پیدا شود و زمان به فصلهای بهار و تابستان و پاییز و زمستان، تقسیم گردد، و این اختلاف فصل وسیلهٔ نیرومندی برای بقای آبادانی زمین و حیوانات روی آن باشد.

و از نشانه‌های حکمت خدای بزرگ آن است که در نقاط بسیاری از زمین کوههایی آفرید که هریک به دیگری پیوسته است و طول و عرض آنها به چندین فرسخ می‌رسد. در میان این کوهها درّه و مسیل و پیچ و خمهای مشترک وجود دارد. هنگام زمستان در اینگونه جاها با زیاد شدن سرما هوا متکاثف می‌شود، و سخت بصورت آب استحاله پیدا می‌کند و برفهای سنگینی می‌بارد که زمستان و تابستان بر نمی‌افتد. و چون با نزدیکتر شدن خورشید به سمت الرأس اینگونه نقاط، گرما افزون شود، آب شدن این برفها برای چشمه‌ها و نهرها و قناتها و چاهها مایه می‌گردد، و آب آنها در رگهای زمین و شکافهایی که در شکم زمین جای دارد، سرازیر می‌شود و مادهٔ منابع آب مکانهای دور دست می‌گردد، زیرا خدای بزرگ برای آب، در شکم زمین مجاری تنگ و فراخ آفریده، و

در آنجا از سنگ و سنگ متخلخل و خاک سخت^۱ سدها و مانعها ایجاد کرده است که بعضی از آنها قائم‌اند و برخی بر سطح زمین یا در شکم آن به حالت افقی قرار دارند و برخی از موازات سطح زمین مایل و منحرف‌اند و برای کره زمین حکم عصب و شریان در بدن حیوان را دارند.  و خدا خاک زمین را بسیار گونه‌گون آفرید. همه اینها برای آن است که آب سطح زمین را نپوشاند و شکل کروی خود را بدست نیاورد تا از آن پس ساکن مانده و از جریان باز ایستد.

بدین سبب آب در یک‌جا افزون شده و در جای دیگر کاهش یافته است. از این رو در بعضی مکانها آبهای پنهانی در ژرفای نزدیک است و در مکانهای دیگر در ژرفای  و در بعضی مناطق زه‌آبایی وجود دارد که هرگز نمی‌خشکد. و هیچ آب جاری یا جوشنده‌ای (فوران‌کننده) در سطح زمین یا در شکم آن وجود ندارد مگر آنکه فاصله منبع آن از مرکز زمین دورتر از فاصله محلی است که بر سطح زمین ظاهر می‌شود و جاری می‌گردد یا فوران می‌کند. وضع آب چشمه به هیچ‌وجه غیر از این نمی‌تواند بوده باشد. سرچشمه نهرهای بزرگ از برفهای متراکم شده در کوههای نامبرده است، یعنی همان کوههایی که برف آنها هرگز بر نمی‌افتد، و بیشتر این برفها از نقاطی است که عرض جغرافیایی زیاد دارند و جانوران در آنجا کم‌ترند. چون خنل زمین و آب را آفرید برای

۱. خاک سخت = گل رس: گل هرچسب.

هریک از آنها مایه و منشائی قرار داد. مایه آبهای ساکن در شکم زمین، و منشاء چشمه‌ها و رودها و نهرها و منابع آبی که روی زمین قرار دارند از باران و برف است؛ اگر باران و برف قطع شود آبها کاهش می‌یابد و به ویرانی زمین منتهی می‌گردد.

شنیدم که در بعضی از جزایر چشمه‌های بزرگی وجود دارد که آبشان شیرین است، و تردیدی نیست که منبع و منشا آنها آب دریای محیط بر آن جزایر نیست، زیرا سطح آب دریا از سطح جزیره پایین‌تر است، و آب دریا شور است ولی آب چشمه‌ها شیرین است؛ بلکه منبع و منشا این چشمه‌ها از مکانهای دوردستی است که سطح آنها از سطح این چشمه‌ها بلندتر است، و برفهایی که نام بردیم، بر اثر تابش خورشید آب می‌شوند و در فصلهای تابستان و زمستان از قسمت زیرین جاری می‌شوند. پس سرمنشا رودهای بزرگ از همین مواضعی است که نام بردیم. آنچه بر این حقیقت گواهی می‌دهد افزونی آب در فصل بهار است که خورشید به سمت الرأس این مواضع نزدیکتر است، و برفهای آنجا را آب می‌کند. البته این در صورتی است که منابع چشمه‌سارها از ناحیه شمال باشد؛ ولی اگر از ناحیه جنوب^۱ باشد، افزونی آب آنها در هنگام ورود خورشید به برج میزان و عقرب صورت می‌گیرد، زیرا در این فصل است که خورشید از محلی نزدیکتر به سمت الرأس بر برفهای جنوبی می‌تابد. مانند رود نیل

۱. مقصود جنوب خط استوا است.

که چون سرمنشأ آن در ناحیه جنوب است آب آن در فصل پائیز در ناحیه شمال سرزمین مصر افزون می شود. بیشتر سرچشمه های آبهایی که در قسمت آبادان زمین جریان دارد از ناحیه شمالی، یعنی از نقاطی با عرض جغرافیایی زیاد است، که به قطب شمال نزدیکترند و هوای آنها پررطوبت و سنگین است. هوای این مناطق پیوسته به آب تبدیل می شود و ماده رودها و چشمه ها و آبهای عروق و شکافهای زمین را فراهم می سازد.

در قسمت مسکونی زمین کوههایی بر این صفت که تعریف شد وجود دارد که از آب شدن برفهایشان و چشمه ها و دریاچه هایی که در دامنه ها و دره های آنها موجود است، رودهای متوسطی پدیدار می شود که آغاز و انجامشان شناخته است؛ و گاهی این رودها تنها از چشمه ها مایه می گیرند. سوای این رودهای کوهستانی، در صحرا نیز رودهایی جاری است. من در مکانهای بسیار، بر سطح زمین زه آبهای آشکاری دیده ام که برای آن مجرای کنده اند و آب فراوان از آنها سرازیر می شود، و نیز در مجرای^۱ بسیاری از رودهای بزرگ، در آنجا که به منبع و منشأ رودخانه نزدیک است، زه آبهای نیرومند وجود دارد.

یکی از دانشمندان گفته است که هوای بسیار سردی در زیر زمین به

۱. آنچه به «مجر» ترجمه شده در نسخه «اهیج» آمده، گمان می رود که این کلمه محرف آهنک و آهنج، مختصر شده آب آهنک فارسی است که به معنی نهر مظهر قنات است و یا نهر بصورت کلی است. (آرام)

آب تبدیل می‌شود و این عمل برای آب فئاتها منبع دائمی و همیشگی می‌گردد، و از سکون آبها جلوگیری می‌کند. بعضی از آبهایی که سرچشمه آنها طبیعی است و بدون کاوش بر سطح زمین جاری هستند، و منشأ آنها آنطور که گفتیم، از مجاری آبهای زیر زمینی است، که چون در سطح زمین به محلی نزدیکتر از منبع اصلی آن به مرکز زمین برسند، بر سطح زمین آشکار می‌شوند و بیرون می‌آیند، و اگر مجرای آب در شکم زمین یا در میان خاک سخت قرار گیرد، و این سختی همراه با شکافی که آب در آن حرکت می‌کند چندان ادامه یابد تا به قله کوهی برسد، هرگاه قله کوه از محلی که این آب از آنجا سرچشمه می‌گیرد و به مرکز زمین نزدیکتر باشد، آب بصورت چشمه دائمی از همین قله کوه جریان پیدا می‌کند.

و دانشمندان گفته‌اند که منبع و منشأ چشمه‌ای که بر فراز کوه واقع شده، ممکن است حفره پر بخاری در شکم آن کوه باشد که از آنجا بخار بسیار به طرف بالا متصاعد می‌شود و به آب تبدیل می‌گردد، و از قله کوه سرازیر می‌شود.

و یکی از چیزهایی که به این بحث مربوط می‌شود آن است که چون خدای تعالی برای زمین چشمه‌های طبیعی آفریده که برای دست یافتن به آنها نیازی به حفر و کاوش نیست، در زیر برفهای متراکمی که در میان دره‌های کوهها واقع شده‌اند و نیز در زمینهای سخت و نرم یاریگزار که آب در آنها فروکش می‌کند، آب انبارهایی آفریده که آب از آنجاها

داخل رگهای زمین می‌شود، یا در زیر زمین به آبی که همیشه ساکن است متصل می‌گردد و جانشین آبهای خارج شده از چشمه‌ها می‌شود.

☰ و قسمتی از آبها که در زمین فرو می‌روند، چون به خاک سخت می‌رسند از فرورفتن باز می‌مانند، و در آنجا متوقف می‌شوند. و هرگاه در بالای این موانع مجرای ایجاد شود، آب به اندازه قدرت و فشارش در آن مجرا وارد می‌شود. این آب را اهل فلان ☰ «سَاء التوآب»^۱ می‌نامند. فرورفتن آبها در زمین سبب پیدایش چشمه‌های طبیعی می‌شود و باعث پیدایش رگه‌های آب در زیر زمین می‌گردد.

در نزدیکی دهی به نام «کنده» از توابع «ساوه» رودی دیدم که از میان دره‌ای جریان داشت و آبش شیرین بود. صخره‌ای در میان این رود واقع شده بود که دارای سه سوراخ بود و از میان آنها آبی تلخ فوران می‌کرد که نوشیدنش ایجاد اسهال می‌نمود. بدون تردید منشأ و منبع آب، این صخره و آب رودخانه نبوده، بلکه این آب از محلی دور از این صخره به زمین فرو رفته و با عبور از خاکهایی که در سر راهش بوده طعمش تغییر کرده است.

گروهی از دریانوردان نقل کرده‌اند که در بعضی مواضع زیر دریا برای فرورفتن آب، حفره‌هایی وجود دارد، صحت این موضوع در نظر من محال است، زیرا سطح آب دریا از مکانهایی که بر آن محیط است و از

۱. شاید توآب فارسی مرکب از «تو» به معنی «درون» و «آب» بوده باشد. (آرام)

زمینهایی که نزدیک آن است به مرکز زمین نزدیکتر است، و باز بستر دریا از سطح آبش به مرکز زمین نزدیکتر است، و قسمت زیر دریا از آب اصلی سیراب شده است، پس ممکن نیست که آب بشدت در آن محلها فرو رود، بلکه مقدار آبی که از این راه در عروق و شکافهای زمین وارد می شود اندک است.

اگر کسی بگوید که زمین کروی شکل فرض شده، در حالی که کوههای بزرگ و دشتهای بلند و پستیها، روی آن قرار گرفته است و این امر زمین را از کروی بودن کامل بیرون می آورد و چون هر جزئی از اجزاء کره به سوی مرکز کشیده می شود تا کروییت کامل در وجود آید، و کروی بودن مقتضی آن است که دائماً، مانند آبی که با حرکت خود شکل کروی را می جوید، و چنان که گفتیم به آن دسترسی پیدا نمی کند، بی قرار و در حرکت باشد. پاسخ آن است که آنچه از بلندی و پستی و کوه و دشت بر روی زمین واقع شده نسبت به بزرگی زمین ناچیز است، و یا تساوی هریک از دو سنگینی که در دو جهت متقابل از جهات مرکز عالم قرار گرفته، مسلم است که نمی تواند تأثیری در سکون زمین داشته باشد. اگر زمین به شکل مکعب و متساوی الابعاد، یا به شکل جسمی قابل محاط شدن در کره و سطوح جانبی آن مستوی باشد، از آن جهت که هر وزن موجود در یک طرف و از مرکز تقریباً مساوی با وزنی در طرف مقابل آن است؛ ساکن می ماند. و این از آن جهت است که زمین بنا بر طبع خود بی آنکه دافع و جاذبی در کار باشد جوای مرکز است، و با سختی که

دارد و کوههایی که بر آن است ممکن نیست چنان گرد شود که بصورت کره تمام در آید. هرگاه زمین چنین شکلی به خود بگیرد و کرویتش کامل گردد ویران می شود؛ زیرا اگر مقدار آب از گنجایش شکافهای درون زمین افزون باشد تمام سطح آن را می پوشاند، و اگر مقدار آب برای پر کردن شکافها کافی نباشد، چنان فروکش می کند که استخراجش ممکن نیست. اگر زمین به شکل مکعب مختلف الابعاد هم باشد باز در صورتی که قسمتهای واقع در دو طرف مرکز در آن همسنگ باشد در مرکز عالم متوقف می ماند، و سختی و چگالی آن مانع می شود که زمین شکل صحیح کروی به خود بگیرد. اگر زمین یکپارچه خاک نرم یا ذرات بهم نآچسبیده بود، شکل کروی به خود می گرفت؛ و چون پیدایش چنین شکلی برای زمین یا آب باعث ویرانی زمین می شد، خدای بزرگ با حکمت خود بر سطح آن کوه و دشت و بلندی و پستی آفرید، و نقاط دور از مرکز متقابل را چنان از حیث وزن متساوی قرارداد که سنگینیهای متقابل به مرکز تقریباً متعادل بمانند و زمین آرام بگیرد. و خدا آب را چنان آفرید که بیشتر شکافها و رگهای درون زمین را پر کند، و مازاد آن در دریا سرازیر گردد. بنابراین باید منبع و منشأ بیشتر آبها از برف و باران و تبدیل آب به هوا و هوا به آب باشد، تا مکانهای دور از مرکز از آب بیرون بماند و جایگاه حیوانات صحرائی گردد، و مکانهای نزدیک به مرکز بصورت دریا درآید و قرارگاه حیوانات دریایی شود. اگر مقدار آب در روی زمین اندک نبود، از جریان می ایستاد، و هرگاه جریان آب

متوقف می‌شد آبادانی کاهش می‌یافت.

پس از بیان این مطلب باید گفت که در زمین حرکات دائمی وجود دارد، و بعضی از این حرکات باعث سقوط و انهدام بناها و انحراف اشیاء از امتداد قائم می‌شود. از همین رو است که برخی از کوهها و تپه‌ها اندک اندک فرو می‌ریزند و جهت گرایش به مرکز درهم می‌شکنند. این حرکت دائمی در خاکهای نرم زمین نیز وجود دارد، و برای آن است که با تکیه کردن ذرات آن بر یکدیگر سختی و صلابت پیدا کند.



بزرگترین حرکاتی که نام برده شد، حرکت و انتقال آبهای بزرگ و جریان رودهای پر آب است از زمینی به زمین دیگر در زمانهای طولانی. هرگاه مایه و منبع این آبها در ناحیه‌ای از نواحی زمین گردآید و انباشته گردد تا آنکه سطح آن محل از مرکز دور گردد و بعد از مرکز این محل با محلی که با آن محاذی شده و در نقطه مقابل آن قرار گرفته مساوی شود، و پس از این تساوی، از آن هم زیادتر شود، زمین برای برقرار شدن تعادل مذکور به حرکت درمی‌آید، و در نتیجه عرض جغرافیایی و هنگام طلوع و غروب و ظهر بلاد تغییر پیدا می‌کند، و این امر خود سبب جابجا شدن دریاها و پیدایش و خشکیدن چشمه‌ها می‌گردد. پیدایش این حالات، ناگهانی و در یک ساعت معین صورت نمی‌گیرد، بلکه تدریجی است، مانند جابجا شدن آبادانی از سرزمینی به سرزمین دیگر.

بنابر مذهب آن کس که سبب ویرانی زمین را در جنوب به علت مواجهه این منطقه با نقطه حضيض خورشید بدانند، هرگاه نقطه اوج

خورشید در برابر این منطقه قرار گیرد، ممکن است که آبادانی منطقه شمالی به ناحیه جنوبی منتقل گردد؛ و این امر با گذشت هیجده هزار سال امکان پذیر است؛ زیرا به عقیده بطلمیوس برای انتقال محل نقطه اوج به محل نقطه حضیض این مقدار زمان لازم است و خورشید در هر صد سال یک درجه سیر می کند. و خدا به حقیقت این دانایان است.

از شناختن آنچه گفتم و ثابت نمودم، قسمت بزرگی از صنعت استخراج آب دانسته می شود، زیرا شناختن طبیعت زمین و آب و کیفیت قرار گرفتن و آفرینش آنها و دانستن چگونگی حال آب در شکافهای زمین به نیکو شناختن این صنعت کمک می کند.

سخن درباره آبهای پنهانی

پس از بیان آنچه گذشت می‌گوییم: خدای بزرگ در درون زمین آبی ساکن آفرید، که بسان گردش خون در بدن حیوان در جریان است. این آب بنا به گفته پیشینیان با افزون شدن یا کاهش بارندگی افزون و کم نمی‌شود. زیرا مایه و منشأ آن تبدیل هوا به آب در درون زمین است. این آب بیشتر شکافهای درون زمین را پر می‌کند، و تا آنجا که مانعی سخت در سر راهش وجود نداشته باشد، هر قسمتش به قسمت دیگر می‌پیوندد. این آب، از راه رگه‌ها و شکافهای زیرزمینی، از نقاط دور از مرکز به سوی نقاط نزدیک به مرکز زمین سرازیر می‌شود.  همچنان که آبهای روی زمین قسمتی جاری و قسمتی ساکن هستند، آبهایی که در زیر زمین قرار دارند نیز در بعضی مواضع - مانند نهرها - جاری هستند، و در بعضی مواضع دیگر - مانند دریا - ساکن و آرامند. بیشتر آبهای ساکن در زیر صحراهای پهناور و پست قرار دارند، و دسترسی به آنها در ژرفای معین امکان‌پذیر . و گاهی آب‌برفهایی که بر فراز کوهها و در طول و

عرض دره‌ها و مسیلهای آنها قرار دارند، و تا هنگام فرار رسیدن تابش نزدیکتر به قائم خورشید بر این مناطق باقی می‌مانند، باعث افزونی آبهای زیرزمینی می‌گردد. آبهای زیرزمینی اینگونه بیابانها از دیگر مناطق افزون تر است، زیرا کوههایی که وصف شد با تمام زمینهای محیط بر آنها - تا آنجا که موانع ذکر شده مانع نشوند - برای آنها مخزن و منبع هستند. و دامنه‌هایی از این کوهها که با قطب شمال برابر باشد، از دیگر دامنه‌های آنها که با مشرق و مغرب مواجهند نمناک تر و پررطوبت ترند، و خشک ترین دامنه‌ها در طرفی است که با قطب جنوب روبه‌رو باشد، زیرا تابش خورشید از اول صبح تا پایان روز بر این قسمت ادامه دارد. و آفتاب، شیرین ترین و رقیق ترین جزء آب را می‌گیرد و به هوا تبدیل می‌کند. و نیز بدین سبب است که آب دریا سنگین و ناگوار است، زیرا آفتاب شیرینی و رقت آن را در طول زمان دراز گرفته است. گواه بر این دعوی آن است که دریانوردان از ته دریا آب شیرین استخراج می‌کنند و می‌نوشند.

و شیوه استخراج این آب چنین است: کوزه‌ای سربی برمی‌گیرند که در ته آن سوراخهای کوچکی تعبیه شده و دارای دهانه‌ای است که به لوله‌ای - که از چرم نازک موم‌اندود ساخته شده - متصل گردیده است، و آب در سوراخهای ظرف نفوذ نمی‌کند. دهانه این کوزه با گویی درست به اندازه آن بسته می‌شود. نخ درازی به این گوی وصل شده و از داخل لوله گذشته و طولش به اندازه طول لوله است. این ظرف را به ته

دریا رها می‌کنند. چون به قعر دریا رسید، نخ‌ی را که به گوی دهانه کوزه بسته شده است می‌کشند تا برای هوای داخل کوزه راهی باز شود، و هوا داخل لوله گردد. در این وقت آب از سوراخهای ریز به درون کوزه می‌رود. آنگاه ظرف را بوسیله نخ‌ی که به دسته بیرونی کوزه بسته شده بالا می‌کشند، و درونش را از آب شیرین پر می‌بینند.

و گواه بر این که آفتاب شیرینی و رقت آب را می‌گیرد آن است که هر آبی که در حفره‌ای یا چاله‌ای یا برکه‌ای یا آنکه در بستر چشمه‌ای کم آب باشد، شیرین نیست.

و بدان که آب نمی‌تواند روی زمین را فراگیرد، زیرا در درون زمین موانع بسیار به گونه‌های قائم و افقی و مایل وجود دارد. و بدین سبب روی زمین یا بصورت چشمه‌های پر آب یا کم آب دائمی درمی‌آید یا زهاب همیشگی پدیدار می‌شود، یا آنکه خشک می‌ماند و بر آن اثری از آب جز در ژرفای زیاد نیست، و یا آنکه بصورت زمین آبکش درمی‌آید که جز در هنگام طوفان هرگز سیراب نمی‌شود.

گواه بر آنچه گفتیم پیدایش چشمه در بیابان پهناوری است که اطرافش زمین خشک است و جز در ژرفای زیاد آبی در آن یافت نمی‌شود.

آنچه بر اختلاف خاک زمین گواهی می‌دهد و وجود حایزها و مانعهای فراوان را در درون آن مسلم می‌دارد، وجود بیابانهای خشک است از یک طرف، و وجود (سرزمینهای شاداب است) - مانند سرزمین عراق - از طرف دیگر، که به علت وجود منافذ درونی و یکنواختی

خاک و نبودن موانعی در آن، آب تمام این سرزمین را فرامی‌گیرد و چنان است که آب چاههای آنجا با افزون شدن آب رودها افزون می‌شود و با کاهش آنها کاهش می‌یابد، تا بحدی که سطح آب چاه با سطح آب رودخانه برابر می‌شود.

در یکی از سالها که آب دجله افزون شد، برای آنکه آب، زمینهای اطراف را فرا نگیرد کنار آن سد بستند و در نتیجه آب دجله بالا آمد، و همراه با این افزونی، آب از چاهها بالا آمد و سرریز کرد، و چندین خانه در آب فرو رفت. با آنکه دجله گل‌آلود و شیرین است، آب چاه خانه‌های اطراف دجله صاف و شور است، و این امر به علت آن است که در این زمینها حواجز و موانعی بر سر راه آب وجود ندارد، و زمین آنجا همچنان که تعریف کردیم دارای خلل و فرج عمومی است - مانند سرزمین اصفهان - که تا اندازه‌ای شبیه عراق است. هرگاه آب به اندازه باشد و از مقدار لازم نه افزون شود و نه کم گردد، آبادانی زمین پایدار می‌ماند و از بلاها و حوادث ایمن می‌شود. و اگر از حد اعتدال افزون یا کم شود، آبادانی کاهش می‌یابد و قحط‌سال ایجاد می‌گردد.

و طوفان آب بر اثر افزون شدن بخارها و سنگین شدن هوا و تبدیل قسمت زیادی از آنها به آب ایجاد می‌شود؛ همان‌گونه که طوفان و ازدیاد آتش بر اثر کاهش بخار و رطوبت و سبک شدن هوا و تبدیل شدن آن به آتش پدید می‌آید.

از جمله آبها «ماءالتواب»^۱ است، و آن آبی است که بر اثر ریزش باران، در خلأ زمین فرو می‌رود تا آنکه به مانع مسطح برمی‌خورد و متوقف می‌شود. پس هرگاه در بستر این آب کاریز و قنات ایجاد کنند، آب به اندازه مایه موجود بیرون می‌آید و پس از اتمام قطع می‌گردد.

تعریف کوهها و سنگهایی که بر وجود آب گواهی می‌دهند

پس از آنچه بیان شد می‌گوییم: کوههای سیاه رنگ و پر نم که دارای سنگهای آمیخته به گل باشند، بر وجود آبهای درونی گواهی می‌دهند و بنا به گفته پیشینیان، پس از کوههای سیاه رنگ، در کوههای سبز رنگ و زرد رنگ و سرخ رنگ که دارای سنگ نرم و متورق باشند و فرازشان پهن و مسطح باشد، از دیگر کوهها پر آب‌ترند.

هر چه سنگ کوه نسبت به خاکش افزون‌تر و سخت‌تر باشد، آب درونی آن کمتر می‌شود. در کوههای کوچک و منفرد آب وجود ندارد، مخصوصاً اگر سنگشان بسیار و سخت باشد، زیرا برف بر فراز آنها باقی نمی‌ماند. و بیشتر سلسله کوههای بهم پیوسته که مسافت زیادی از سطح زمین را پوشانیده‌اند و در میانشان دره‌هایی وجود دارد که برفها را تا فصل بهار و تابستان از آب شدن حفظ می‌کنند، دارای هر رنگی که باشند پر آب هستند و اگر فرازشان پهن و مسطح باشد پر آب‌ترند، و اگر

۱. به حاشیه صفحه ۳۲ رجوع شود.

گیاهانشان خرم و انبوه باشد و درخت فراوان روی آنها رسته باشند پر آب هستند و اگر فرازشان پهن و مسطح باشد پر آب ترند، و اگر گیاهانشان خرم و انبوه باشد و درخت فراوان روی آنها رسته باشد تا از تابش و حرارت آفتاب جلوگیری کنند پر آب هستند، به خصوص در دامنه‌هایی که با قطب شمال روبه‌رو است، آب بیشتر دارند. و هرگاه سطح صحراها و کوهها از سنگ سیاه متورق پوشیده شده باشد نشانه آب پنهانی است، و همچنین است وجود سنگهای فراوان و گونه‌گون و پراکنده و وجود سنگهای سفید و پراکنده بر سطح زمین. هرگاه بر سطح زمین صخره‌های قائم از خاک برآمده‌ای وجود داشته باشد، نشانه آب پنهانی است

شناختن زمینهایی که در درون آنها آب است

مقنی‌ای که نشانه‌های آب پنهانی را بر سطح زمین شناسد در کار خود ناقص است. از اشیائی که بر وجود آبهای زیرزمینی گواهی می‌دهند و چون نگرنده در آنها دقت کند برای شناختن آب کفایت می‌کند، سخن گفتم. پس از آن بحث می‌گوییم: تمام زمینهایی که به‌ریشه کوههای وصف شده متصل باشند دارای آب پنهانی هستند، و اگر صحراهای بسیاری به این سلسله جبال متصل باشند، آن صحرا که به مرکز زمین نزدیک‌تر است آبش افزون‌تر است و در ژرفای کمتر قرار گرفته است. مخصوصاً اگر در خاکش خلل و فرج فراوان بوده باشد. اگر خاک این صحراها یکنواخت باشد، آب تمام آنها دارای یک خصوصیت خواهد

بود و اختلافشان با یکدیگر اندک است، جز آنکه در هر قسمت که به مرکز زمین نزدیکتر است آب در ژرفای کمتر قرار گرفته، و در هر قسمت که از مرکز دورتر است در ژرفای بیشتر؛ زیرا آب در تمام قسمتهای زیرین یکنواخت حرکت می‌کند. زمینهایی که ناکشته بر سطح آنها گیاه فراوان وجود دارد، دارای آب هستند و این آب در ژرفای کم قرار گرفته، مخصوصاً اگر هنگام صبح بر روی گیاهانش رطوبت و شبنم قرار گرفته باشد. و اگر بر سطح زمین اثر مجاری سیل آشکار باشد و این مجاری به دره کوه و برجستگیها منتهی شود و سیلابهای آن زمین گریزگاهی نداشته باشد، آن زمین دارای آب است. و زمینی که بر سنگهایش گیاه رسته باشد دارای آب پنهانی است.

اگر هنگام صبح، بر سطح زمینی بخار فراوان یا مه یا شبنم دیده شود آن زمین دارای آب است. اگر از جوف دره کوه یا بستر رود واقع شده میان دو کوه صدایی مانند زوزه باد شنیده شود، قسمت زیر آن ناحیه در صورتی دارای آب است که بر روی آن زمین گیاه و شبنم دیده شود، و اگر چنین نباشد آن صدا صدای باد است، چه در خلل و فرج زمین خالی از آب، هوا نفوذ می‌کند و آن را می‌شکافد و چنین صوتی از آن شنیده

می‌شود.

پیشینیان گفته‌اند: زمینهای پست که رنگ خاکشان سیاه باشد دارای آب بیشتر اینگونه زمینها در محل گودالها یا فرورفتگیهایی که کف آنها خاک نرم باشد دیده می‌شود. در نزدیکی نهانند ناحیه ریگراری است که

در دامنه کوه واقع شده، و گاهگاه صدایی مانند صدای زوزه باد از آنجا شنیده می‌شود و پس از به گوش رسیدن این صدا آب از آن محل فوران می‌کند و بر دامنه کوه سرازیر می‌شود و کشتزارها را سیراب می‌کند. این حالت در هر دو روز یا سه روز یک بار اتفاق می‌افتد، و چه بسا که در هر روز بارها تکرار می‌گردد.

گیاخانه‌ای که بر وجود آب گواهی می‌دهند

از این دسته است: خُرفه و لوخ و تاجرزی و پونه آبی و تُرشک و کرفس آبی و گیاهی شبیه به بنفشه که خوشبوی و خوش طعم است و گرگ تیغ نازک شاخه و راست بالا و نی نازک میان پُر و گاوزبان و کنگر و فاشرا (مار دارو) و پرسیاوشان و گزنه و شیرین بیان و اکلیل‌الملک و علق که عبارت است از لیف حلقا و درخت بنه و علف بوریا و پنج انگشت و خارشتر و هویج صحرائی و کلم صحرائی و علف هفت بند.

خرمی گیاه بر سطح زمین نیز بر وجود آب گواهی می‌دهد، البته به شرط آنکه گیاه کشته و آبیاری شده نباشد. و جگرمه گیاهانی که نام برده شد در صورتی که مزروع نباشند، بر وجود آب پنهانی گواهی می‌دهند. اما خارشتر ریشه خود را در زمین فرو می‌برد تا به آب برسد. من (در بغداد) بوته بزرگ اسپندی دیدم که بر دجله منسرف بود و بر بالای آن خارشتری رسته بود؛ چون آب دجله فزونی گرفت ریشه اسپندکنده شد و قطعه‌ای از آن در دجله افتاد. خوب که دقت

کردم، بر سطح اسپند باقیمانده ریشه‌های خارشتر را دیدم که از آن محل تا سطح آب امتداد یافته بود، و طول یک ریشه آن از پانزده ذرع افزون بود.

و از شخص راستگویی شنیدم که گفت: در صحرايي که دارای خارشتر بود چاهي حفر می‌کردم و در موضع حفر ریشه‌ای از این خار دیدم که امتداد یافته و پس از پیمودن پنجاه ذراع به آب رسیده بود. در بیشتر زمینهایی که گیاهانش دیم است اگر هندوانه بکارند، بهترین هندوانه‌ها آن خواهد بود که در داخل ریشه خارشتر کاشته شود. برای این کار ریشه زیرزمینی خارشتر را در زیر خاک می‌شکافند و در میان آن چند دانه تخم خربوزه می‌گذارند و روی آن را با خاک می‌پوشانند؛ نم‌این بوته‌ها که در مواضع دیگر قرار دارند بیشتر است. و گیاهان بسیار دیگری را بر همین شیوه می‌توان کاشت.

اما لوخ و پونه آبی و خرفه و کرفس آبی و نی نازک میان تهی و نی میان پُر و جلفاء و علف بوریا و بید و حنظل را من معتقد نیستم که بر وجود آبهای پنهانی گواه باشند. زیرا آنها تنها در کنار آب جاری یا آب راکدی که در ژرفای کم موجود باشد می‌رویند، ولی پیشینیان گفته‌اند که آنها نیز بر وجود آبهای زیرزمینی گواهی می‌دهند، البته به این شرط که مزروع نباشند و این مطلب را گفته‌ام.

کنگر و ترشک در زمین آبدار می‌رویند و آب اینگونه زمینها «ماءالتواب» است. این مطلب را برای آن گفته‌اند که این دو گیاه در دامنه

و قلّه کوه می‌روید. اما گرگ تیغ راست شاخه را جز در زمین آبدار ندیده‌ام.

در وصف کوههای خشک و زمینهای کم آب

پس از این می‌گوییم: کوههای سفید فاقد آبند، همچنین کوههای منفرد خشکند، مخصوصاً اگر مقدار سنگشان افزون باشد. اگر زمینی از کوههای مرطوب به دور باشد کم آب است. در اینگونه زمینها آب جز در ژرفای زیاد یافت نمی‌شود. زمینهای بدون گیاه فاقد آبند.

زمینی که کلوخهایش مانند سفال باشد بدون آب است. و زمینی که طول و عرضش را صخره فراوان نازک پوشانده باشد - که گویی آن را سنگفرش کرده‌اند - کم آب است. و اگر پُرشین و ریگ باشد و خاکش درشت باشد نیز کم آب است. و زمینهای پستی که تابش خورشید بر آنها شدید باشد کم آبند.

وقتی که می‌گوییم زمینی خشک یا کم آب است، مقصود آن است که آبش در ژرفای دور قرار گرفته است، زیرا هرگاه در زمینی به حفر چاه ادامه دهند سرانجام به آب خواهد رسید، البته به شرط آنکه در سرراه حفر مانعی نباشد. آب زمینهای کم آب ناگوارا است. و همچنین بیشتر آبهایی که در ژرفای زیاد قرار گرفته‌اند گوارا نیستند. زمین پر آب، اگر بر سطحش رودهای پر آب جاری باشد، به شرط آنکه شوری و تباهی

خاک طعم آب را تغییر ندهد، آبش شیرین است. یک بار من خود در زمینهای دارای آب فراوان دیده‌ام که حیوانات از آب آنجا نمی‌نوشیدند.

باب

ذکر انواع آب و اختلاف طعم آنها

آبهای زیر زمینی سه نوعند: نوع اول، آب اصلی درون زمین است که با افزونی و کاهش باران کم و زیاد نمی‌شود، و حالت و وضعیتش جز به مقداری اندک دگرگون نمی‌گردد. این آب متناسب با وجود شکافها و روزنه‌های زیر زمینی، بیشتر جرم زمین را فرا گرفته، و گذشت زمان و شدت گرما در آن بی‌اثر است.

اگر در زمینی که دارای خاکهای مختلف است موانع سخت و حفره‌های آب نگهدار وجود داشته باشد، آب به طبیعت خود در این قسمتها جاری می‌شود و برحسب وضع محل در ژرفای کم یا ژرفای زیاد قرار می‌گیرد. جریان و حرکت این آب در زیر زمین اندک است و وضعیتش مانند وضع دریاها در سطح زمین است. کاریزی که در اینگونه زمینها حفر می‌شود آبش دائماً به یک اندازه جاری است و تغییر نمی‌کند.

نوع دوم، آبی است که مایهٔ آن از تبدیل شدن دائمی هوا به آب در زیرزمین ایجاد می‌شود؛ جریان این آب نیز تا وقتی که علت تبدیل شدن هوا به آب بر جای باشد دائمی است.

نوع سوم، آبی است که از برف و باران مایه می‌گیرد. و بیشتر آبادانی روی زمین به وجود این آب بستگی دارد، زیرا منبع رودهای بزرگ و چشمه‌ها و کاریزها از این آب است.

طعم آب درون زمین مانند طعم آب دریاها و چشمه‌های راکد و مردابها تغییر نمی‌کند، زیرا شیرینی و رقت آبهای روی زمین را آفتاب می‌گیرد، که در نتیجه سنگین می‌شوند و طعمشان تغییر می‌کند، ولی آب زیرزمین از این تاثیر و تغییر برکنار است. آبهای گرم کاریزها، اگر بر اثر فساد خاک گرم نشده باشند، از کاریزهای پرمایه سرچشمه می‌گیرند.

یکی از دانشمندان گفته است: گرمی نشانهٔ زنده بودن آب است و سردی علامت مرده بودن آن. شنیدم در جایی چشمه‌ای به گرمی آب حمام جریان دارد، اینگونه گرمی بر اثر فساد خاک است. دوام‌ترین و جاودانه‌ترین چشمه‌ها - خواه از ژرفای کم مایه بگیرد خواه از ژرفای زیاد- آن چشمه است که آبش هم گرم و هم شیرین است. آبهای سردی که در کاریزها جریان دارند چندان نیرو ندارند، از آن جهت که مایه و منبع آنها از آب شدن برفهاست، مگر آنکه منبع آنها از برفهایی باشد که همیشه باقی هستند.

اگر منشأ این آبها از ریزش باران باشد پس از بهار می‌خشکد، زیرا



اینگونه آبها از بستر و کف کاریز نمی جوشد بلکه از دو طرف یا از یک طرف آن یا آنکه از سقف کاریز می تراود.

آبهای بادوام و اصلی همان آبهایی است که از کف و بستر کاریز مایه می گیرند، و اگر در بستر این کاریزها حفاری شود آب از تمام جوانب می تراود، و این تراوش افزون می شود. هر چاهی که حفر می شود، برای منبع آبش ارتفاعی وجود دارد؛ بدین علت در ته چاه به موازات منبع آب نقب می زنند (تا آبش افزون شود) پس اینگونه آبها، آب اصلی نیست بلکه بیشتر آنها (ماء التوآب) است^۱.

و گواراترین آبها آب برف و باران است، و سپس آبهایی است که در خاک شیرین جاری هستند یا از روی ماسه و سنگ ریزه عبور می کنند، و در مجرای آنها گیاهان آبی وجود ندارد. آبهایی که دارای خصوصیتی غیر از این باشند طعمشان بوسیله خاک و گیاه مسیرشان تغییر می کند، و خزه و جلبک نیز در تغییر طعم آنها اثر می گذارد. در نتیجه آبهای شور و تلخ و شیرین و گوگردی و نفتی و جیوه‌ای و زرنیخی و آبهایی که طعم قیر و زاج و زاگ و چیزهای دیگر موجود در داخل زمین را دارند به وجود می آید.

قسمتی از آبها نوشنده را دچار اسهال می نمایند یا آنکه طبیعت او را

۱. عین عبارت عربی چنین است: «و کل ما یحفر من الآبار و یکون لمنبع الماء فیها ارتفاع و اذا انشی تحتها النقب بخطط المنبع فذلک الماء لیس بماء اصلی و یکون اکثره ماء التوآب».

قبض می‌کنند. این آبها بر اثر نوع خاکشان مختلف هستند، و بدترین آنها آبی است که منبعش در زمین سخت یا کم آب باشد، زیرا فراوانی آب در کاریز باگذشت سالها بر شیرینی آب می‌افزاید. علت آن است که جریان دائمی آب بر خاک آن قسمت سبب تصفیه آن می‌شود. تمام آبهای سنگین بیماری آورند، و با بدنها سازگار نیستند.

گاهی بعضی از آبها برای نوشنده ایجاد مسمومیت می‌کنند، جز برای کسانی که در کنار آن زاده شده و به آن عادت کرده‌اند. بهترین آبها آبی است که بر معده سنگینی نکند و به سرعت نفوذ کند، و زود سرد و گرم شود.

هر آبی که دارای صفاتی ضد این صفات باشد بد و بیماری‌زاست. و هر آبی که انسان در نوشیدن یک خوراکی از آن به بیشتر از حد معمول یا کمتر از آن محتاج شود نیز زیان‌آور است.

و هر آبی که رنگش با شیبی از اشیاء زمینی یا هوایی تغییر کند بد است. و آب شوری که در مجاورت هوا منجمد شود نوشیدنش صلاح نیست. و منبع اینگونه آب جز در خاکهای نرم دیده نشده است. یادآوری دیگر آبها - جز از آنچه ذکر شد - در اینجا مورد نیاز نیست.


راه شناختن آبهای سنگین و سبک و رقیق و غلیظ^۱ و شیرین و ناگوار

هرگاه دیدی که رنگ آبی تغییر کرده است، بدان که آن آب سودمند نیست، و اگر بوی بدی از آن استشمام کردی نشانهٔ فساد آب است؛ و اگر آبی را چشیدی و خوش طعم نبود، آن آب ناسالم است.

اگر آب بادیدن و نوشیدن و چشیدن شناخته نشود ولی به سرعت گرم و سرد گردد مناسب و نیکو است، و هر آبی که مدتی در گودالها و چشمه‌ها را کد بماند فاسد است.

اگر بر دو آب شیرین دست یافتی که برتری یکی بر دیگری بوسیلهٔ حواس ممکن نشد، و خواستی سالمترین و بهترین آنها را بشناسی، دو پیمانهٔ مساوی از آنها را وزن کن؛ آن پیمانه که سبک‌تر است آبش سالمتر است، یا آنکه دو کوزهٔ آب ندیده را، که از لحاظ گنجایش و سختی و سستی سفال و رنگ مشابه یکدیگر باشند، از آن دو آب پر کن، و کوزه‌ها را روی دو سه پایه بگذار و همزمان با هم در زیر هر یک ظرفی لعاب‌دار یا شیشه‌ای قرار بده، یک ساعت یا بیشتر آنها را به حال خود بگذار؛ آنگاه آبهای را که از کوزه‌ها تراوش کرده است پیمانه کن. هر کدام از این دو آب حجمش بیشتر باشد آبش سبکتر و بهتر است. و اگر خواهی دو مقدار مساوی از این دو آب را در دو ظرف یک جنس و یک

۱. در اصل مقابل آنچه به «غلیظ» ترجمه شده کلمهٔ «السخينة» آمده، ولی ظاهراً تحریف شده و در اصل «الثخينة» بوده است.

شکل بریز و هردو را با دو مقدار مساوی خاک ساییده و بیخته شده در یک لحظه کَدر کن، و پس از گل آلود شدن آب ظرفها را به حال خود بگذار؛ آب هر ظرفی که زودتر لایش ته نشین شود و صاف گردد سالمتر است. یا آنکه دو مقدار مساوی از خاک ساییده و بیخته شده را برمی‌گزینی و دو مقدار مساوی آب انتخاب می‌کنی، هر قسمت از خاک را بوسیله یک قسمت از آبها خیس می‌کنی و آن دو را در سایه یا آفتاب قرار می‌دهی تا خشک شوند. آنگاه خاکهای خشکیده را وزن می‌کنی؛ آب آن خاک که در توزین سبکتر است بهتر و سالمتر است، زیرا همچنان که آب طعم و سنگینی خود را از خاک می‌گیرد، خاک نیز طعم و سنگینی آب را در خود نگاه می‌دارد 

طریقه اصلاح آبهای فاسد

پس از این بحث من می‌گویم: هرگاه در ظرف آب شور یا سنگین خاک ساییده شده خوب و تمیز بریزند و سپس آن را کنار بگذارند تا آبش آرام و صاف گردد، مقداری از سنگینی و شوری آن برطرف می‌شود. اگر این عمل را تکرار کنند آب صاف شده نوبت دوم بهتر خواهد بود؛ و اگر این آب را در کوزه نئی بریزند تا از ته آن چکه کند قسمتی از این شوری و سنگینی برطرف می‌شود.

باب

درباره فصلهای سال

خداوند خط سیر خورشید را در دایره‌ای قرارداده که نیمی از آن شمالی و نیم دیگر جنوبی است، بدین سبب سال، در مواضعی که عرض جغرافیایی معتدله‌ای دارند، به فصلهای چهارگانه تقسیم می‌شود. این فصلها وسیله آبادانی زمین هستند. و اگر خورشید بر دایره‌ای حرکت کند که در سطح دایره معدل النهار واقع شده باشد، این امر به کاهش و سستی آبادانی منتهی می‌شود، و در تمام ایام سال در شهر واحد اختلاف فصل وجود نخواهد داشت. یعنی هوا همیشه در هر شهر یا به لطافت بهار است یا به گرمی تابستان یا به سردی زمستان یا به پریشانی پاییز، و این حالت تغییر نمی‌کند. اگر در سال فصل زمستان - که باعث تکاثف هوا می‌گردد و رطوبت و باران و برف ایجاد می‌کند - وجود نداشته باشد، دره‌ها و دامنه کوهها از برف پر نمی‌شود تا چون فصل بهار فرا می‌رسد و تابش

آفتاب به خط قائم نزدیکتر می شود، برفها آب شوند و بر مرغزارها جاری شوند و خوراک حیوانات تأمین گردد و این موجودات پرورش یابند. و نیز تابستان ایجاد نمی شود تا پرورش آنها تکمیل گردد و نباتات رسیده خشک شوند.

و سپس پائیز نمی آید تا کاهشی ایجاد شود و در پی آن آبادانی باردیگر تجدید گردد. به هر حال در غیر این صورت موجود آبادانی، روی زمین باقی نخواهد ماند.

در فصل بهار آب چشمه ها و رودهای شمالی افزون می شود، زیرا برف کوهها به این مناطق مایه می دهد.

اگر آب در هوا منجمد نشود و به برف تبدیل نگردد تا در وقت نیاز آب شود، آبادانی کاهش می پذیرد.

منبع و مایه آبهای فراوان، مناطق بسیار سردی است که عرض جغرافیایی زیاد دارند، زیرا بر آن پیوسته برف دائمی وجود دارد و این چنین نواحی از آبادانی خالی هستند. و چون تابش خورشید در تابستان بر بقایای برفها شدت می یابد، رطوبتهای زمین از میان می رود، و آب چندان رقیق می شود که به هوا تبدیل می گردد. و خدای تعالی را در این کار حکمتی بزرگ است؛ حکمت او برف را آب می کند تا به طرف آبادانی جریان یابد، و سپس آب را کاهش می دهد و رطوبتهای زمین را که بر اثر فصل زمستان ایجاد شده می خشکاند تا زمین دوباره به باران و برف نیازمند شود، و راه آمدن زمستان گشوده گردد. اگر رطوبتهای زمستانی

در تمام سال بر یک حالت باقی بماند، بر اثر فراوانی آب، همهٔ سطح زمین زیر آب غرق خواهد شد.

اساس امر چنین است که هرگاه هوا در زمستان سنگین شود به آب تبدیل می‌گردد، و چون همین هوا در تابستان رقیق گردد از آبهای روی زمین مایه می‌گیرد، و بدین ترتیب با تبدیل شدن این دو عنصر به یکدیگر آبادانی زمین و زندگی حیوانات بر سطح زمین پایدار می‌ماند.

آنچه گفتیم در قسمت‌های شمالی زمین صادق است که عرضهای جغرافیایی آنها از میل دایرة البروج بیشتر است. مدت بهار به اندازهٔ مدت زمانی است که خورشید در برجهای حمل و ثور و جوزا قرار دارد. طول تابستان به اندازهٔ مدت زمانی است که خورشید در برجهای سرطان و اسد و سنبله باشد. طول پاییز به اندازهٔ مدت زمانی است که خورشید در برجهای میزان و عقرب و قوس بوده باشد. و طول زمستان به اندازهٔ مدت زمانی است که خورشید در برجهای جدی و دلو و حوت قرار دارد.

اما بلادی که عرضهای آنها از میل کمتر است، تماماً در ناحیهٔ شمال قرار دارند و تابستان این نواحی به طول می‌انجامد، و از سه ماه افزون می‌شود.

و اما در شهرهایی که زیر خط استوا قرار دارند، هرگاه خورشید در اول حمل (فروردین) یا در اول میزان (مهر) باشد، هوایشان بسیار گرم است. معتدل‌ترین فصول این شهرها وقتی است که خورشید در اول برج

سرطان (تیر) یا در اول برج جدی (دی) باشد. پس در هر سال دو زمستان و دو تابستان و دو بهار و دو پاییز وجود دارد.

باب

سخن دربارهٔ خاکهای زمین

بهترین خاکها آن است که از لحاظ سختی و نرمی معتدل باشد. خاک خوب، چسبنده و شیرین طعم و خوشبو است. اگر با خاک مقداری ریگ مخلوط باشد آن خاک برای جریان آب مناسب تر و بادوام تر است. در اینگونه خاکها رطوبت اصلی و طبیعی باعث می شود که خاک از حل شدن در آب محفوظ بماند.

هر خاکی که در آن رطوبت اصلی وجود داشته باشد، اگر در مجاورت هوا قرار گیرد، به محض آنکه رطوبت طبیعی خشک شود، در آب حل می گردد و دیگر چسبندگی ندارد، پس کاریزها و نهرهایی که در خشکی حفر می شوند، اگر خاک بسترشان دارای رطوبت اصلی باشد مسلماً جریان آب در آنها اثری باقی نمی گذارد؛ بدین سبب هرگاه کاریز یا جویی در این نوع خاک حفر شود، به محض آنکه قسمت حفر شده در

مجاورت هوا قرار گیرد، رطوبتش زایل می‌شود، و چون آب در آن جریان یابد، فرو می‌ریزد. پس کسی که می‌خواهد در خاکی که دارای رطوبت اصلی است نه‌ریز یا کاریز یا جویی ایجاد کند، بگونه‌ای که رطوبت اصلی آن با قرار گرفتن در مجاورت هوا از بین نرود، باید در قسمتهای حفر شده آب بیندازد تا خاک آن قسمت مرطوب بماند، و رطوبت اصلیش زایل نشود. البته آب باید به اندازه‌ای باشد که مانع حفر نگردد.

بیشتر مردم و مقنیان از این موضوع بی‌خبرند، بدین معنی که اول قسمتهای خشک کاریز را حفر می‌کنند و سپس به حفر چاههای آبدار می‌پردازند. بنابراین آن قسمتی که در خشکی حفر شده خاکش می‌خشکد و پیش از آنکه آب گمانه‌چاه^۱ به آنجا برسد رطوبت اصلیش زایل می‌شود، و چون آب به قسمتهای خشکیده برسد، اطراف نقب واریز می‌کند و فرو می‌ریزد. برای پیشگیری از این ریزش بایستی اول گمانه‌چاه را در خشکی و در قسمت آبدار با هم حفر کنند تا آب پیوسته در پشت کاریز ظاهر شود و در قسمتهایی که حفر می‌شود جاری گردد. این کار سبب می‌شود که رطوبت اصلی باقی بماند. اگر خاک کاریز سخت و سفت باشد، سختی خاک، قسمتهای حفر شده را استوار می‌دارد. و اگر مقداری سنگ و ریگ با خاک کاریز مخلوط باشد، راه آب با دوام‌تر خواهد بود.

۱. گمانه‌چاه، اولین چاهی است که برای آزمودن ژرفای آب حفر می‌کنند، تا بوسیلهٔ آن محل مناسب برای حفر قنات تعیین گردد.

باب

فصولی در مطالب گوناگون

فصل

پیشینیان گفته‌اند: هرگاه کاسه‌ای سربی یا مسی یا سفالی را که به شکل نیمکره باشد برگزینند و در ته آن مقداری پشم بوسیلهٔ موم بچسبانند، بطوری که چون کاسه را وارونه نگهدارند آن پشم نیفتد، و سپس گودالی به ژرفای سه ذراع یا بیشتر حفر کنند، و کاسهٔ نامبرده را در ته گودال وارونه بگذارند، و بر بالای ظرف برگی سبز قرار دهند (هر نوع برگی باشد فرق نمی‌کند) آنگاه گودال را با خاک پرکنند، و از هنگام غروب آفتاب تا لحظهٔ طلوع خورشید به حال خود بگذارند، سپس صبح زود کاسه را از محل بیرون بیاورند، اگر در داخل ظرف تر شده یا آنکه پشم داخل ظرف طوری مرطوب شده باشد که اگر فشارش دهند آب از آن بچکد، آن زمین دارای آب است. و اگر در گودال نامبرده پیش از دفن کاسه آتش

بیفروزند، و پس از خاموش شدن آتش کاسه را بر همان صفتی که گفته شد چال کنند و پس از یک شبانه روز ظرف را بیرون آورند، اگر به همان صورتی که گفتیم مرطوب بود آن زمین دارای آب است.

فصل

اگر زمینی دارای چاله‌ها و چاههای خشکیده باشد و بخواهند بدانند که آیا دارای آب است یا خیر، بایستی قطعه پشمی را - خشک یا به روغن اندود - به نخی ببندند و در چاه آویزان کنند، چنان که این پشم به ته چاه نرسد و به اطراف آن تماس پیدا نکند، و سه ساعت آن را به این حال نگاهدارند و سپس بیرون آورند، اگر در پشم رطوبتی دیده شد، آن زمین دارای آب است. و اگر قطعه پشم را یک شب تمام آویخته نگاهدارند اطمینان بخش‌تر است؛ و اگر به جای پشم شیئی را که مردم ابر (اسفنج) می‌نامند قرار دهند آزمایش دقیق‌تر انجام می‌شود.

فصل

هنگام زلزله چشمه‌ها فوران می‌کند و در بعضی مواقع چشمه‌های تازه پدیدار می‌شود، و یا آنکه محل چشمه‌ها از جایی به جای دیگر منتقل می‌شود. علت این امر آن است که در زیر زمین رگه‌هایی است که آب از آنها عبور می‌کند و از چشمه‌های روی زمین بیرون می‌آید؛ و خاکهایی که در اطراف این رگه‌ها قرار دارند سخت هستند، اگر زمین

لرزه‌هایی که بر اثر خروج بخارهای متراکم شده زیر زمین ایجاد می‌شوند، با مجرای این چشمه‌ها برخورد کرده و در خاک آن خُلل و فُرَج ایجاد کنند و برای آب روزنه‌های دیگری که به مرکز زمین نزدیک‌ترند ایجاد نمایند، آب از یکی از آن سوراخها بیرون می‌آید و مجرای اولی قطع می‌گردد. چه بسا که این بخار مخزن آبهای حبس شده در زیر زمین را بشکافد و برایشان بر سطح زمین راهی باز کند، و در نتیجه چشمه‌ای تازه ایجاد شود. این امر بسیار دیده شده است.

آنچه که گفتم جز در زمینهایی که دارای خاک مختلف هستند اتفاق نمی‌افتد. اما در زمینی که سختی یا نرمی آن یکسان باشد، فرورفتن آب چشمه و کاریز به ندرت اتفاق می‌افتد.

گاهی بر اثر آنچه که گفتم در هنگام زلزله آب کاریز کم و زیاد می‌شود، زیرا همچنان که در زیر زمین آب جاری و ساکن وجود دارد، هوای ساکن و متحرک نیز وجود دارد؛ پس هرگاه این هوا متراکم شود زمین را می‌شکافد و از آن خارج می‌شود، و همین امر سبب زمین‌لرزه می‌گردد.

فصل

نقل کرده‌اند که در جایی مردم بوسیله لوله‌های سربی - که هر یک به دیگری متصل شده - آب را از ته چاه بالا می‌آورند تا به حدی که آن آب بر سطح زمین جاری می‌شود.

راه کار، به ادعای ایشان این است که لوله پایینی را روی سوراخ سنگی قرار می دهند که آن سنگ در ته چاه بر روی منبع آب قرار گرفته است. این کار محال است، مگر با شرایطی که من ذکر می کنم.

یکی از خواص آب آن است که با حرکت خود خواستار نزدیک شدن به مرکز زمین است، و خاصیت صعود در آب نیست. اما بالا آمدن آن در جام عدل^۱ از آن جهت است که محل ریختن آب در محلی پایین تر از آنجا است که صعود کرده است. و همچنین است صعود آب در لوله شیشه‌ای زانودار [سیفون] که بوسیله آن از مجرای که در بلندی واقع است آب می گیرند. البته ممکن نیست آب چشمه یا چاه یا برکه‌ای فوران کند یا بالا آید، مگر آنکه منبع و منشأ آن در محلی باشد که از محل فوران یا بالا آمدن آب بلندتر باشد.

اما صعود آب در چاههای قناتی که بر اثر خرابی و ریزش، مجاری درونی آنها مسدود شده امکان دارد، و ممکن است که آب از بعضی از چاههای این قنات بیرون آید و بر روی زمین جاری شود. امکان این امر بدین صورت است که من می گویم: هرگاه منبع کاریزی که در زمینی ایجاد شده پر مایه باشد، مایه و منبع آب در قسمتهای اولیه این کاریز اندک است، و هرچه حفاری ادامه یابد افزون می شود تا آنکه ارتفاع آب در

۱. ظاهراً جامی بوده است که چون مایع ریخته شده در آن از حدی تجاوز می کرده، مازاد آن از لوله‌ای بالا می آمده و در سطحی پایین تر از سطح مایع، در جام فرو می ریخته است.

چاههای قنات به مقدار بسیار بالا می آید. گاهی این ارتفاع از پنجاه ذراع بیشتر می شود و زمانی کمتر. اگر در چنین کاریزی خرابی ایجاد شود و مجرای آن مسدود گردد، آب در آن انباشته می شود و بالا می آید تا آنکه در سطحی قرار می گیرد که آن محل با سطح بلندترین منبع در یک امتداد است. بنابراین هر چاهی که در پیشکار کاریز باشد، و ارتفاع دهانه اش از ارتفاع آب انباشته شده در مادرچاه کمتر باشد، در صورتی که آب در آن جمع شده باشد، آن آب از دهانه چاه بیرون می آید و بر روی زمین جاری می گردد.

علت این امر آن است که محل خروج آب از چاه و ظهور آن بر سطح زمین از محل منبع یا (مادرچاه) پایین تر است. همچنین است حال چاهی که فوران می کند، یا چشمه ای که در ارتفاعات پدید می آید، و دریاچه هایی که من دیده ام.

اگر گرد چشمه های منفردی که بدون حفر و کاوش می جوشند، دیواری از سنگ و آهک ایجاد کنند، آب انباشته می شود و سطحش بالا می آید تا آنکه اراضی مرتفع اطراف را، که پیش از ایجاد دیوار مشروب نمی شدند، سیراب می کند؛ زیرا مایه و منبع این آب در محلی است که از محل ظهور چشمه بلندتر است.

اگر اتفاق افتد که در ته چاهی منبعی نیرومند و پر مایه وجود داشته باشد و محل آن منبع از دهانه چاه بلندتر باشد، در چنین حالتی اگر برای جمع شدن آب همانطور که گفتم عمل شود، آب از دهانه چاه بیرون

می آید، و این امر نادر و کمیاب است. پس اگر چنین چاهی یافت شود، و بیرون آمدن آب از دهانه آن ممکن باشد، باید در ته چاه دایره‌ای با آجر و آهک بنا کنند و روی این دایره، سنگی مانند سنگ آسیا، که در وسط دارای سوراخی تنگ باشد، قرار دهند و روی سوراخ سنگ، لوله‌ای سربی نصب کنند که ارتفاعش به اندازه گودی چاه باشد، و اطراف لوله را با گل و آهک تالاب چاه پر و محکم کنند، در چنین حالتی آب از دهانه لوله بیرون می آید. این امر از چشمه‌هایی که بر فراز کوهها و در دامنه‌ها جاری هستند غریب‌تر و شگفت‌تر نیست، و بطوری که گفته شد علت هر دو یکی است.

فصل

پیشینیان گفته‌اند: هرگاه چشمه‌ای جوشان در زمینی سخت یافت شود که محل بیرون آمدن آب آن از زمینی که مشروب می‌شود بلندتر باشد، اگر بستر چشمه را حفر کنند و پایین ببرند آبش افزون می‌شود. ولی اگر خاک آن سست باشد نباید کف چشمه را پایین ببرند، چون ممکن است که آب فروکش کند. این یادآوری برای آن است که نیروی فوران هر آب جوشان، هرچه به مرکز زمین نزدیک شود افزون‌تر می‌گردد. و خاک موجود در اطراف دهانه چشمه‌های کوهستانی سست است، و اگر چشمه‌ای از خاک سست بیرون آید، باید دانست که این سستی فقط در نزدیکی دهانه است و قسمتهای زیرین سخت است. اگر کف اینگونه

چشمه‌ها را حفر کنند، ممکن است آب چشمه افزایش پیدا کند، که صحیح همین است. یا آنکه بر اثر حفر، مجرای زیر زمینی آن خراب شود و سطح آب پایین برود.



این امر به علت آن است که مجرای آب چشمه‌هایی که در مکانهای مرتفع قرار گرفته‌اند با خاکی سخت احاطه شده است، و چون عمل حفاری به مجرا آسیب برساند و در نقطه‌ای از سختی آن بکاهد و شکافی پیدا شود، آب در آن شکاف می‌افتد و از بالا رفتن به محل اولی باز می‌ماند.

باب

ذکر حریم چاه و کاریز بر موازین دینی

محمد بن الحسن گفته است که ابو حنیفه گفت: هر کس به اذن امام در محلی که مسلمانی را بر آن حقی نباشد، چاهی حفر کند، مالک آن است و حریم این چاه چهل ذراع است. و نیز گفته است: اگر کسی کاریزی ایجاد کند حریمش پانصد ذراع است. و نیز گفته است: هر کس بدون اجازه امام چاهی حفر کند، مالک آن نیست و چنین چاهی حریم ندارد. ابو یوسف گفته است: من عقیده دارم که مالک آن است. اگر چاه برای آبشخور گوسفند حفر شده باشد، حریمش چهل ذراع است، و اگر برای آبکشی و آبشخور چارپایان باشد حریمش شصت ذراع است، و اگر کاریز باشد حریمش پانصد ذراع است. و اندازه حریم بنا بر آنکه امام برای احداث آن اجازه داده باشد یا نه، تفاوتی پیدا نمی‌کند. اگر شخصی بخواهد در حریم چاه مالک اول چاهی حفر کند یا بنایی بسازد یا زراعتی

کند، یا آنکه چیز دیگری بوجود آورد، صاحب چاه می تواند مانع کار او شود، و اگر بر اثر اعمال شخص دوم به صاحب چاه زبانی وارد شود، زبان رساننده ضامن جبران خسارت . و گفته است: اگر مردی به اذن امام در خارج از حریم آن چاهی حفر کند، و آب چاه اولی فروکش کند، بر شخص دوم جرمی تعلق نمی گیرد. و گفته است: اگر مردی بدون دستور امام کاریزی احداث کند و آب آن را بر زمینهای احیاء شده جاری سازد، حقوق صاحب کاریز به اندازه حریم قنات و به نسبت زمینهای احیاء شده است. و گفته است: جایز نیست که دو نفر برای حفر چاهی به این صورت توافق کنند که هزینه حفر را مشترکاً پردازند، و شرط کنند که چاه از آن یکی و حریم از آن دیگری باشد. اگر مردی مالک نهری باشد که آن نهر از میان زمین دیگر عبور می کند، و صاحب نهر بخواهد برای اصلاح نهر خود داخل زمین شود، مالک زمین حق دارد که مانع شود، مگر آنکه صاحب نهر برای انجام مقصود خود فقط از وسط نهر عبور کند. و همچنین است که در میان زمین او چشمه یا کاریز یا چاهی باشد، مگر آنکه در این زمین راه عمومی وجود داشته باشد که در این صورت صاحب زمین حق ندارد مانع ورود صاحب آب شود.

 حسن بصری از رسول خدا (ص) نقل کرده است که فرمود: هرکس چاهی حفر کند، اطراف آن را تا شعاع چهل ذراع برای آبشخور گوسفند مالک می نهد  زهری از رسول خدا (ص) نقل کرده است که فرمود: حریم چشمه پانصد ذراع، و حریم چاه آبشخور چارپایان چهل ذراع، و

حریم چاه آبکشی شصت ذراع است. ابو یوسف گفته است که از ابوحنیفه پرسیدم: مردی مالک نهری است و آن نهر از میان زمین دیگری می‌گذرد، در دو کنار نهر خاک برآمده‌ای وجود دارد، و این دو مرد مدعی مالکیت آن هستند، آیا این برآمدگی از آن کیست؟ گفت. از آن مالک زمین است، و می‌تواند روی آن هر چه می‌خواهد بکارد، زیرا صاحب نهر تنها مالک منفعت خود نهر است. ابو یوسف و محمد گفته‌اند: برآمدگی از آن صاحب نهر است، زیرا حریم او محسوب می‌شود و خاک نهر او در آن محل ریخته شده است. ابو جعفر طحاوی در کتاب «مختصر» خود از ابوحنیفه نقل کرده است که: هیچ کس حق ندارد بدون اذن امام زمین مواتی را آباد کند، و نیز هیچ کسی بدون اجازه امام حق تملک و تصرف ندارد.

ابو یوسف و محمد گفته‌اند: هر کس زمین موات را آباد کند مالک آن است - خواه امام اجازه داده باشد یا نه. و نیز گفته‌اند: حریم نهر به اندازه خاکریز آن است و گفته‌اند: هر کس در زمین موات چاهی برای سیراب کردن چارپایان حفر کند، حریم آن از هر طرف چهل ذراع است و حفر کننده مالک این زمین است، مگر آنکه ریسمان چاه از چهل ذراع بیشتر باشد که در این صورت حریم چاه به اندازه طول طناب است. و حریم چاه آبکشی از هر طرف شصت ذراع است، مگر آنکه طول ریسمان چاه از شصت ذراع بیشتر باشد که در این صورت حریم چاه به اندازه طول ریسمان آن است. و گفته‌اند: هر کس در زمین موات چشمه‌ای احداث

کند و مالک آن شود، حریم آن چشمه از هر طرف پانصد ذراع است. از آراء نادر هشام است که حریم چشمه‌ای که بر سطح زمین جاری است از هر طرف پانصد ذراع است. و همو گفته است:

اگر کسی در حریم یا زمین خود، در نزدیکی چشمه‌ای، چاه یا کاریز حفر کند و آن را چندان پایین ببرد که آب چشمه فروکش کند و از محل تازه حفر شده بیرون آید، صاحب چشمه حق ندارد مانع او شود، زیرا وی در ملک خود چاه یا کاریز احداث کرده است. و نیز گفته است: اگر کسی در زمین موات کاریزی حفر کند، دیگری می‌تواند در نزدیکی آن کاریز دیگری احداث کند، به شرط آنکه فاصله این دو کاریز بیشتر از پانصد ذراع باشد. گفتند: این کاریز باعث زیان اولی می‌شود، گفت در این صورت شخص دوم به اینکار مجاز نیست، مگر آنکه عملش زیان‌بخش نباشد. و گفته است: صاحب کاریز حق دارد مانع آن کس شود که می‌خواهد در حریم کاریزش بنایی ایجاد کند.

هشام گفته است: از ابو یوسف پرسیدم: اگر کسی در زمین دیگری مالک چاهی باشد، آیا این چاه دارای حریم است؟ گفت: آری، به اندازه خاکریز چاه؛ از او پرسیدم: آیا می‌تواند خاک آن را جابجا کند و بیرون ببرد؟ گفت: آری. گفتم: آیا صاحب خانه حق دارد کنار این چاه، در ملک خود چاهی حفر کند و از آب چاه اولی بکاهد و بدین وسیله آب چاه اولی را به دومی منتقل کند؟ گفت: این عمل را نمی‌پسندم. گفتم: آیا محکمه شرع به جلوگیری از این کار حکم می‌دهد؟ گفت: نه. این موضوع

در احکام شرع در فصل تعیین حریم کاریز و چاه آمده است. و نیز گفته است حریم چاه آب و چاه هرز آب اگر در یک خانه وجود داشته باشند، پنج ذراع است. و همو گفته است: هفت ذراع. و نیز گفته است: حریم چاه آب باید به اندازه‌ای باشد که آب چاه هرز آب در آن سرایت نکند.

باب دیگر

سخن دربارهٔ حریم قنات

پس از این در مورد حریم قنات به تناسب اختلاف خاک آنها و دربارهٔ حریم قنات زمینی که آبش به جای دیگر سرایت می‌شود بحث می‌کنیم. این حریم برحسب اختلاف خاکها بسیار گونه‌گون است، و من به‌اندازهٔ قدرت و اطلاع خود در این زمینه سخن می‌گویم:

هرگاه کاریز در زمینی حفر شود که آن زمین دارای خُخل و فُرج یکسان باشد و در طول و عرض خاکش اختلافی موجود نباشد، و مادهٔ آبش از باران و رودهای موجود بر سطح زمین باشد، برای آن حریم و حدی لازم نیست؛ مانند سرزمین عراق که آب چاههای آن با افزونی و کاهش آب دجله زیاد و کم می‌شود. پس هر زمینی که مانند زمینهای اطراف دجله باشد، کاریزش دارای حریم نخواهد بود؛ زیرا اگر در اینگونه زمینها قناتی احداث کنند، آب از مسافتهای دور و از چپ و

راست به آنجا سرازیر می‌شود، مخصوصاً اگر پُر ژرفا باشد و جوشش آب از دو جانب باشد نه از کف کاریز.

اما کاریزهایی که در زمینهای پهناوری احداث شده‌اند که کوههای پربرف بر آنها محیط شده و مایه و منبع آبشان از زیر همین کوههاست و دارای آب اصلی نیستند، خاکشان سست و نرم و دارای خُلل و فُرج است. اگر در این زمینها کاریز احداث شود، و رشته کاریز به دامنه کوههای برف‌دار برسد، و در طول کاریز منشأ و منبعی وجود نداشته باشد، حریم آن از هر طرف تقریباً پانصد ذراع است. و اگر کاریز دیگری در این زمین احداث شود که راستای آن با راستای کاریز اول موازی یا نزدیک به موازات باشد، فاصله میان این دو کاریز باید هزار ذراع باشد تا برای هر یک پانصد ذراع حریم وجود داشته باشد، با این همه بایستی کف هر دو کاریز در ژرفای یکسان قرار گیرد، و نباید کف یکی از دیگری بلندتر باشد.

اگر کاریز اولی در دامنه کوه نامبرده احداث شده و به موازات طول کوه امتداد یافته باشد، فاصله میان این کاریز و کوه به تمامی، برای این کاریز حریم محسوب می‌شود، و اندازه حریم طرف دیگرش اندک است. و اگر کاریز دیگری به موازات این کاریز احداث شود و کف این کاریز با کاریز اولی برابر باشد، و ژرفای آن نیز در نزدیکی کاریز اول - در سمتی که به جانب دشت قرار گرفته است - گودتر نشود حریمش چهل

وسمار^۱ (کذا) باشد. در این صورت صاحب کاریز اولی نمی تواند مانع حفر کاریز دوم شود، زیرا مایه آب اولی از سمت کوه است نه از سمت دیگر، مگر آنکه کف کاریز دوم از کف اولی پایین تر باشد که در این صورت صاحب کاریز اول می تواند مانع شود، چه آبی که از زیر کوه در رگه های زمین جریان دارد، و از کاریز اولی بیرون می آید، هرگاه راه پایین تری بجوید، فروکش می کند و در کاریز دوم سرازیر می شود، و بدون شک آب کاریز اول نقصان می پذیرد.

کارشناسان این امور بایستی انواع خاک را بشناسند و در کار خود ورزیده باشند تا در تشخیص دچار لغزش نشوند و در داوری مرتکب اشتباه نگردند. حریم کاریز در خاک سخت از حریم آن در خاک سست کمتر است. و هرچه خاک کاریز سخت تر باشد، حریمش کمتر است تا آنکه به چهل ذراع کاهش می یابد. البته تشخیص و تحدید این امر موقوف به آن است که کارشناس، خاک شناس باشد. تمام آنچه را که در تعیین حدود حریم ذکر کردیم از روی گمان و تخمین است، زیرا تحقیق در این مورد بواسطه بسیاری اختلاف درون زمین غیر ممکن است.

در اینجا مطالبی که بر درستی گفته هایم گواهی دهد ذکر می کنم: صحرای پهناوری دیدم که در آن آبی، جز در ژرفای زیاد، یافت

۱. وسمار: ممکن است واحد طول باشد ولی در فرهنگهای فارسی و عربی این لغت دیده نشد. شاید در اصل «سمار» بوده که نوعی نئ است، و ممکن است گفت که همان گونه که اکنون «قَصَب» به معنی «نی» اندازه معینی از طول است که در پیمودن زمینهای زراعتی بکار می رود، در آن زمان هم سمار همین منزلت را داشته است.

نمی‌شد. در همان صحرا به محل مرتفعی برخورد کردم که دارای چند چاه آب بود، و آب آنها در ژرفای کم قرار داشت. مردی که من به سخن او اعتماد دارم، برایم نقل کرد که او کاریزی حفر کرده تا آنکه به رگهٔ پر آب برخورد کرده است. در آن رگه آب فراوان جریان داشته و در نتیجه آب کاریزش افزون شده است. اگر در این زمین کاریز دیگری در فاصلهٔ دور احداث شود و این کاریز در جهتی باشد که منبع آب کاریز اولی از آنجا می‌گذرد، و در هنگام حفر با آن رگه برخورد کند، مسلم است که آب کاریز اول قطع می‌شود و به کاریز دوم سرازیر می‌گردد. و سخن دقیق دربارهٔ حریم کاریز - با وجود این همه اختلاف موجود در زیرزمین - محال است، زیرا از مجاری و آبهای درون زمین تنها خدا آگاه است.

باب دیگر دربارهٔ حریم

آنچه را که شرع دربارهٔ حریم قنات دستور داده نقل کردم - چون اعتماد به شرع بر اعتماد به غیر شریعت مقدم است - و مباحث دیگری که کافی و جامع نبود بیان شد. اکنون به اندازهٔ توانایی، به معرفی حریمی که اختلاف خاکها ایجاب می‌کند می‌پردازم.

من می‌گویم: اگر کاریزی در زمین مباح احداث شده باشد، و کسی بخواهد در آن زمین برای خود کاریز دیگری احداث کند، در صورتی که فاصلهٔ میان مادرچاههای آن دو قنات هزار ذراع باشد، صاحب کاریز

اولی، به موجب حکم شرع، نمی‌تواند مانع احداث کاریز دومی گردد، به شرط آنکه دو کاریز هم کف باشند و ژرفای آنها برابر باشد. و اما از لحاظ اختلاف خاک، اگر در صحرایی دو کاریز وجود داشته باشد، و کاریزها در نزدیکی کوه واقع شده باشند، صاحب کاریز اول نمی‌تواند مانع احداث کاریز دوم شود. اگر صاحب کاریز دوم بخواهد که فاصله میان این دو کاریز کمتر از حریم «شرعی» باشد، و تو بخواهی درستی یا نادرستی این ادعا را بدانی، باید اول چاه گمانه را برای کاریز دومی حفر کنند تا به آب برسد، اگر سطح آب چاه گمانه از سطح آب کاریز اول بالاتر یا پایین‌تر بود، صاحب کاریز اول حق ندارد مانع احداث قنات دومی شود، زیرا اگر کف کاریز دومی از اولی بلندتر باشد، زبانی ایجاد نمی‌کند، و اگر پایین‌تر باشد بدیهی است که این آبی است که نمی‌تواند مایه کاریز اول باشد، ولی اگر آب گمانه چاه و کاریز در یک سطح باشد، باید از این گمانه چاه تا محل مادرچاه کاریز اول خط کشی کنند (تراز بگیرند) و در وسط این خط کشی چاهی حفر کنند تا به آب برسد. اگر سطح آب این چاه به اندازه کافی از سطح آب قنات اول بلندتر یا پایین‌تر بود، حفر کاریز تازه برای کاریز اولی زیان‌بخش نیست، و آب گمانه چاه دوم بر این حقیقت گواه است که این چاه، آب کاریز اولی را نمی‌کشد؛ زیرا اگر چنین بود بایستی سطح آب این چاه با سطح آب کاریز اولی یکی باشد، به علت آنکه خاک این دو چاه مشابهند و خُلل و فُرج آنها دارای یک خصوصیت است، و باید سطح آب در چاههای حفر شده‌ای که در

یک راستا و در جلو منبع قرار گرفته‌اند تقریباً یکی باشد، مگر وقتی که بواسطه اختلاف خاک از حرکت طبیعی آب جلوگیری شود، یا مانعی بر سر راه آب پیش آید که موجب عدم یکنواختی عمومی آن گردد.

اما سطح آب در طول منبع هرگز یکنواخت نمی‌شود، و به همین جهت است که بیرون آوردن یا استخراج آب ممکن می‌شود. اما اگر آب کاریز دوم پایین‌تر باشد، صاحب کاریز اول حق ندارد از احداث کاریز دوم جلوگیری کند، زیرا سطح آب کاریز اولی و سطح آب گمانه‌چاه دوم بالاتر از سطح کاریز اول است.

و آب این گمانه‌چاه از آب هیچ یک از دو کاریز تأمین نشده است، به دلیل آنکه سطح آب گمانه از هر دو کاریز پایین‌تر است. بنابراین چون این چاه حفر شود نه در حریم کاریز اول واقع شده و نه در حریم کاریز دوم. ولی اگر سطح آب این چاه با سطح آب کاریزهای نامبرده یکسان باشد، بایستی بر شیوه‌ای که ذکر شد، گمانه‌چاه دیگری حفر کنند و در احوال آن دقت نمایند. اگر آب این چاه بالاتر یا پایین‌تر از سطح آب دو کاریز بود، نمی‌توان مانع حفر کاریز دوم شد؛ و اگر سطحش با سطح آبهای نامبرده برابر بود، صاحب کاریز اولی حق دارد تا فاصله هزار ذراع مانع شود، تا آنکه مطابق شرع برای هر قنات پانصد ذراع حریم وجود داشته باشد.

اما اگر سطح آب کاریز دومی پایین‌تر یا بلندتر از کاریز اول باشد، در صورتی که آب کاریز دوم پایین‌تر باشد، من هنگامی به صاحب کاریز

اول حق می‌دهم که مانع حفر شود، که چون میان این دو کاریز چاهی حفر شود، سطح آبش بلندتر یا پایین‌تر از کاریز اول نباشد.

اگر در صحرائی که دیگری کاریز احداث کرده، کاریز تازه‌ای احداث شود، و میان دو مالک بر سر حریم، اختلاف پیش آید، حکم همان است که من در مورد حفر چاهها گفتم، و باید در چگونگی آن دقت شود تا اختلافی پیش نیاید. و در تمامی مواضعی که از سطح آب ذکر کردیم، مقصود سطح موازی با سطح افق است.

اگر یکی از سطحها اندکی بالاتر یا پایین‌تر باشد اهمیتی ندارد مگر وقتی که سطح یکی، به اندازه قابل ملاحظه، بالاتر یا پایین‌تر از سطح دیگری واقع شده باشد. هیچ کس حق ندارد در حریم کاریز دیگری تجاوز کند، یعنی در قسمت حریم او ساختمانی بنا کند یا به زراعت یا کار دیگری پردازد. حریم جویبار و نهر از هر طرف به اندازه خاکریز آنهاست و این حریم به سبب اندازه جوی فرق می‌کند و بیشترین اندازه آن هفت ذراع است.

باب

در حل مشکلاتی که مانع حفر می شود

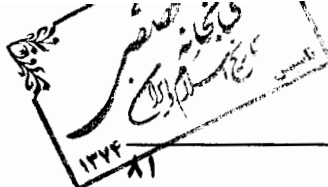
پس از این می گویم: مشکلاتی که مانع حفر چاه و احداث کاریز می شوند عبارت است از: برخورد با سنگ یا بخار، سستی خاک، فراوانی آب منبع، یا بسیاری آب چکه (چکه به). هرگاه حفر هنگام حفر با سنگ برخورد کند، آن سنگ باید بوسیله قطاطیس (قلم آهنین یا پتک) و چکشهای سنگین شکسته شود؛ و در صورتی که خاک نرم باشد یا آنکه سنگ در کمر چاه قرار گرفته، باید با کلنگ سنگ را بیرون آورند، که این عمل از ویران شدن چاه جلوگیری می کند. اما در جاهایی که حفر آنها باید از میان سنگ بگذرد، کار حفاری بوسیله کلنگ سنگتراشی آسان می گردد.

اگر بخواهند از سختی سنگ کاسته شود، باید روی سنگ، با چوبهایی که دارای آتش قوی هستند - مانند چوب درختهای تاغ و بلوط و مازو،

و دیگر درختان کوهی و درختان میوه‌دار - آتش بیفروزند، یا آنکه روی سنگ نفت بریزند و بالای آن آتشی ملایم روشن کنند. هر سنگی که داخل زمین باشد از سنگهایی که بر سطح زمین در مجاورت نور خورشید قرار گرفته نرم‌تر است. اگر قطعه‌ای از سنگهای سطح زمین را در خاک مدفون سازند از سختی آن کاسته می‌شود، همچنان که اگر سنگهای درون زمین را در مجاورت هوا و نور خورشید قرار دهند، بر سختی آنها افزوده می‌شود. اگر خاک کاریز سست و نرم باشد، باید در کنار چاه یا نقبهای زیرزمینی چاله‌ای حفر کنند و برای محکم کاری در آنجا پایه‌های سنگی قرار دهند.

در آن صورت که سستی خاک مانع حفر می‌شود چند حالت پیش می‌آید: یا آنکه خاک نقب ریگ به هم پیوسته است، که هر مقدار از آن را بردارند ریگهای اطراف جایش را پر می‌کنند؛ یا آنکه محل حفر پر از گلهای بدون چسب (شولات) است که معمولاً در نقبهای فرو ریخته وجود دارد؛ یا آنکه خاک آن خشک و نرم است و مختصر پیوستگی دارد، و به محض آنکه آب به آنها برسد از هم می‌پاشد و فرو می‌ریزد، یعنی اطراف نقب از دو طرف ریزش می‌کند و دهانه آن فراخ می‌شود و ویران می‌گردد. هرگاه محل نقب در میان گل قرار داشته باشد سستی و ناپایداری آن افزون‌تر است.

اما اگر محل حفر در میان ریگ ناپیوسته باشد، این پیش‌آمد یا در هنگام حفر چاه است، یا در وقت حفر نقب. این نوع زمینها بیشتر در



بیابانهای ریگزار واقع می شوند؛ و تا آنجا که من آزموده ام ارتفاع این ریگها زیاد نیست.

اگر در هنگام حفر چاه به این مانع برخورد شود، مقنی برای ادامه کار باید از تخته های محکم و عریض استفاده کند، و مربعهایی به شکل قالب خشت بسازد. دهانه هر یک از این مربعها بایستی به اندازه ته چاه، به اضافه کلفتی دیواره چاه که در داخل آن ساخته می شود، باشد.

شیوه کار چنین است: یکی از این قالبهای چهارگوشه را در محل حفر نصب می کنند و ریگهای میان آن را بالا می دهند تا آنکه قالب از محل اولیه فرو نشیند، سپس روی آن قالب دیگر یا بستهای آهنین سوار می کنند و باز ریگها را بالا می دهند تا قالب دومی نیز در درون چاه قرار گیرد، آنگاه روی قالب دوم قالب سوم را سوار می کنند و از میان آن ریگ بالا می دهند تا آن هم در بدنه چاه قرار گیرد. به این کار ادامه می دهند تا آنکه به خاک سخت برسند. چون محل حفر به خاک سخت رسید اول برای چاه حفر شده از قسمت پایین تا بالا با آهک و آجر سفید یا سبز دیواری بنا می کنند، و سپس برای تکمیل آن تا هر کجا که بخواهند به حفاری ادامه می دهند.

در بیابانی که ریگ ناپیوسته فراوان دارد وجود آب - از آن جهت که آب در شن فرو می رود - اندک است. ولی در زیر بستر رودخانه ها، در قسمتهایی که ریگ زیاد باشد منبع آب افزون می شود. اگر برای این

محلها تنبوشه‌های فراخ^۱ و به یک اندازه تهیه کنند و آنها را در چاههای کم عمق بجای قالبهای چوبین بکار برند به صرفه نزدیکتر است، و مقنی از بکار بردن آجر برای محکم کردن دیواره آن بی‌نیاز می‌شود، زیرا چوب می‌پوسد؛ ولی اگر سفال از خاک رُس خوب درست شده باشد تا سالیان دراز باقی می‌ماند، اما اگر خاک سفال خوب نباشد می‌شکند و خرد می‌شود و درهم می‌ریزد. با دوام‌ترین سفالها آن است که اصلش از خاک رُس و بدون ریگ باشد، خاکی را که شن با آن مخلوط شده باشد، باید شنهایش را بوسیله آب از آن جدا کنند.

اما ایجاد نقبهای زیرزمینی در میان ریگ ناپیوسته یا گل شولات و بدون چسب دشوار یا غیر ممکن است، و در بیشتر موارد نفعش با خرجش برابر نمی‌شود، پس اگر احداث این نوع کاریز بسیار ضروری و سودمند باشد، در صورت امکان باید آن را روباز بسازند که پایین رفتن و کار کردن در آن ممکن باشد.

و اگر مجرا پُر ژرفا باشد، قالبهای مربع نامبرده را بکار می‌برند. این قالبها باید بلند و به اندازه نقب، بر همان شیوه‌ای که تعریف کردم، بوده باشد. پس از آن اگر طول نقب به اندازه‌ای باشد که خرجش به دخلش بیزد، آن محل را بوسیله آجر محکم می‌کنند؛ و این در وقتی است که زمین نقب پر از شن باشد، و این نوع زمین در اقلیم چهارم بندرت یافت

۱. در متن «بربخ» بر وزن برزخ آمده است. امروزه در نقاط مختلف ایران به غیر از تنبوشه، کول، نا، مُلو و گلو هم می‌گویند.

می شود. اما اگر خاک محل نقب از گل باشد، برای جلوگیری از خرابی، مقنیه‌های اصفهان تنبوشه‌هایی بکار می‌برند که دو قطر دهانه آنها پنج و جب طول و سه و جب عرض دارد، یعنی به اندازه نقب است، پس از آن به اندازه‌ای که گل فرو نریزد زمین را حفر می‌کنند و تنبوشه‌ای را در آن محل قرار می‌دهند، سپس قسمت دیگر را به اندازه موضع تنبوشه حفر می‌کنند تا آنکه تنبوشه در جای خود استوار گردد. برای نصب هر تنبوشه به همین شیوه ادامه می‌دهند. و هرگاه قسمتهای حفر شده کم استقامت باشد آنجا را با چوب و بوته‌های خار و امثال آنها محکم می‌کنند تا محل تنبوشه را آماده سازند و آن را در محلش نصب کنند. مقنیان و کارگران این نقبها با مشکلات فراوان روبه‌رو می‌شوند. و اگر احداث و حفر نقب در خاک یا شن کم استقامت باشد باید آن قسمت را از دو طرف با آجر و سنگ محکم کنند و بدین وسیله نقبی بنا کنند که دهانه‌اش در قسمت پایین سه و جب و در قسمت بالا دو و جب و یک سوم و جب باشد، آنگاه بر روی آن تخته سنگ قرار دهند و پشت آن را با گل محکم کنند. اگر تخته سنگ یافت نمی‌شود باید روی آن را با آجر بپوشانند یا آنکه تنبوشه‌های فراخ بکار برند. آب نقبهای حفر شده نباید راکد باشد، بلکه باید در حدود اعتدال جریان داشته باشد، زیرا آب راکد مانع ورود مقنی می‌شود، و سرانجام به ویرانی نقب و کاریز منتهی می‌گردد. تمام نقبهایی که به این شیوه حفر می‌شوند به محض آنکه گل در آنها جمع شود باید اصلاح و لایروبی شوند.

از نوادر و شگفتیهایی که من در اصفهان دیده‌ام آن است که در آنجا تنبوشه‌هایی می‌سازند که پیرامون دهانهٔ هریک راکمانی فراگرفته است، و تنگی دهانهٔ آنها به اندازه‌ای است که مقنی با زحمت می‌تواند وارد شود. این تنبوشه‌ها را در مجرای آب به شکلی که من گفتم، ولی غیر مستوی، نصب می‌کنند، در نتیجه در داخل آنها گل و لای فراوان جمع می‌شود، و آب در درون نقب راکد می‌ماند. هرگاه بخواهند قسمت‌های مسدود شده را لایروبی کنند، آغاز و انجام نقب را می‌بندند، و سپس آبهای راکد را با دلوهای چرمین خارج می‌سازند تا آنکه مقنی بتواند آن قسمت را لایروبی کند. اگر از اول تنبوشه‌ها را به شکلی که من گفته‌ام نصب می‌کردند، از خرج زیاد و احداث نقبهای فراوان بی‌نیاز می‌شدند، و مقنی اصفهانی برای لایروبی و اصلاح دیگر خرابیها می‌توانست به آسانی داخل آن شود، همچنان که دیگر مقنیان داخل نقبهای خاکی می‌شوند.


فصل

دَم یا بخار چاه مانع حفر آن می‌شود. به عقیدهٔ من سه عامل در چاه و کاریز و نقب، باعث ایجاد دَم و بخار می‌شوند: اول بواسطهٔ ژرف بودن چاه است؛ دوم به علت طولانی بودن نقب است؛ سوم بر اثر فساد خاک است، و یا برای آن است که چون دهانهٔ چاههای کاریز بسته بوده، دَم 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

دَم می‌کنند، در آن زمین وجود داشته باشد.

هرچاه یا نقبی که چراغ در آنها خاموش شود، ذارای دَم است. نیرومندترین دَم در وسط روز ایجاد می‌شود. قوی‌ترین چراغهایی که می‌تواند در مجاورت دَم چاه روشن بماند، آن چراغی است که روغنش از موم یا پیه خوک یا گاو یا گوسفند باشد.

پس از اینها روغن زیتون و یا روغن دیگر دانه‌های روغنی مناسب است. اما بکاربردن نفت مناسب نیست، زیرا خودش دَم بسیار ایجاد می‌کند.

در کتب پیشینیان خواندم که بهترین و نیرومندترین روغن برای چراغ در مجاورت بخار، روغن زیتون و پس از آن موم است. هرگاه مقنی دریابد که چاه اندکی دَم دارد، اگر این دم موقت باشد، باید درون چاه در کنار او مقداری سرکه و هندوانه (اگر فصل آن باشد) قرار دهند. اگر بدین وسیله دَم کاهش نیافت، باید در کنار آن چاه، چاه دیگری حفر کنند و از چاه جدید نقبی به آن چاه بزنند، یا آنکه لوله‌ای دراز که سوراخ آن به اندازه غلاف نیزه، یا تنگتر باشد، از چرم درست کنند و یک سر آن را در تهِ چاه سرنگون سازند، و سر دیگرش را بر لب چاه قرار دهند. آنگاه سربالایی را به دَم آهنگری قوی متصل سازند، و بدین وسیله تا وقتی که مقنی مشغول حفر است پیوسته در لوله چرمین بدمند. این کار دَم کاریز را بسیار کم می‌کند.  تربیع^۱ چاه نیز باعث کاهش یا نابودی دَم می‌شود. خاک

۱. تربیع به معنی چهارگوش ساختن و نیز به معنی هرچهارروز یک بار آب دادن دانه

شیرین و خوشبو ایجاد بخار و دم نمی‌کند، مگر در ژرفای بسیار زیاد. بیشتر دَم‌ها از فساد خاک تولید می‌شود.

و شنیده‌ام، که در بعضی از زاغه‌های گوسفندان چنان بخاری از سرگین آنها جمع شده که سبب هلاک آنها شده است.

چاههای عمیق و نقبهای طولانی بواسطه شیرینی خاک و عاری بودن آنها از فساد، دم ندارند

کاریزی را که دهانه چاههایش بسته شده، هرگاه بخواهند برای جلوگیری از خرابی لایروبی کنند، باید سرچاههای بسته را باز کنند و چند روزی پیش از لایروبی آزاد بگذارند.

مقنایی که در چاههای دم‌دار کار می‌کنند باید خوراک رقیق بخورند، و از خوردن غذاهای پیازدار یا سیردار و دیگر مواد گندناک خودداری

کنند

فصل

هرگاه فراوانی آب سرچشمه یا بسیاری آب چگه از سقف کاریز مانع حفر شود، مقنی باید پیراهن چرمینی از پوست گوساله دباغی شده که رویش را با پیه مذاب گاو چرب کرده باشند، بپوشد؛ و نیز از همین چرم

→




کاشته شده است و معلوم نشد مقصود مؤلف چیست؟
اما امروز در بعضی از شهرستانها - از جمله کرمان - مقنیان هنگام حفر چاه سوراخهایی بشکل مربع در اندازه‌های یکسان برای استراحت مقنی و یا دم‌گیری حفر می‌کنند که ممکن است مقصود مؤلف از تربیع، همین حفره‌ها باشد.

کلاهی لبه‌دار همراه خود داشته باشد تا از جاری شدن آب بر صورت و پشتش جلوگیری شود. لبه پشت این کلاه باید آنقدر بلند باشد که از ناحیه پشت به پیراهن چرمین متصل شود و بوسیله قطعه چرمی برگرداگرد او

بسته شود 

باب

در جاری ساختن آب در تنبوشه

پس از این می‌گوییم که تنبوشه را به دو سبب در مجرای آب نصب می‌کنند.  آنکه نقب حفر شده آب را فرو می‌برد  یا هنگامی که آب بر سطح زمین در نقبهای کم ژرفا جریان دارد و از میان آبادی عبور می‌کند، برای جلوگیری از نفوذ پلیدها در آب . اولین مطلبی که در اینجا درباره‌اش سخن خواهیم گفت شیوه ساختن تنبوشه و شکل آن است. شکل تنبوشه باید چنان باشد که یکی از دو سرش از سر دیگر فراخ‌تر باشد، تا در هنگام نصب سرتنگ به اندازه دو انگشت در داخل سرگشاد جای گیرد. طول تنبوشه بایستی چهار برابر قطر دایره سر فراخ آن باشد، بلکه هرچه بلندتر باشد نشانه آن است که چسبندگی خاکش بیشتر بوده و دوامش افزون‌تر است.

ضخامت سفال سرتنگ تنبوشه باید کمتر از سر فراخ آن باشد. تنبوشه

باید راست باشد و از گل شیرین بدون شن تهیه شده و خوب آن را پخته باشند. گل خالصی که ریگ و شنش بوسیله آب گرفته شده باشد تنبوشه اش بادوام تر است.

اما در مورد نصب این تنبوشه‌ها: باید محل تنبوشه را مانند راه آب طوری حفر کنند که اگر کف آن را با نخي طراز بگیرند هیچگونه بلندی و پستی در آن دیده نشود، و نیز باید محل خروج آب بقدری از محل ورود آن در تنبوشه، پایین تر باشد که جریان طبیعی آب ادامه یابد. اولین تنبوشه را در محل نقب طوری قرار می دهند که آب از دهانه فراخ آن وارد شود و از دهانه تنگش خارج گردد. سر تنگ تنبوشه را به اندازه دو انگشت با خمیر آهک - به شیوه‌ای که آماده کردن آن را پس از این خواهیم 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 این تنبوشه‌ها هواکشی تعبیه کنند تا از تراکم باد و هوا، و در هم شکستن تنبوشه‌ها جلوگیری شود. هرگاه نصب تنبوشه - به شیوه‌ای که گفته شد - پایان پذیرفت، سه روز یا بیشتر، آن محل را به حال خود می گذارند و سپس به آرامی در آن آب می اندازند. اگر داخل تنبوشه را پیش از نصب با پیه مذاب یا روغن، رومالی کنند، دوام تنبوشه‌ها در نگهداری آب بیشتر خواهد بود. بنابراین هرگاه تنبوشه‌ها را - به شیوه‌ای که گفتم - در جایش استوار کردند، اطراف و جوانب آن را با گل رُس پُر می کنند تا آنکه در قسمت‌های

زیرینش محل خالی باقی نماند.

در بیان خمیر آهکی که برای اتصال تنبوشه‌ها بکار می‌رود

اگر به این کار نیازمند شدی، باید سنگ آهکی را که در حد اعتدال پخته شده باشد برگزینی، و با افشاندن اندکی آب آن را بگشایی، و سپس آهک کُشته را با غربال ریز بییزی؛ آنگاه با هر دوازده من آهک بیخته یک من روغن زیتون یا روغنی دیگر - البته روغن زیتون بهتر است - درآمیزی؛ و اگر آهک را با شیر خمیر کنند بهتر خواهد بود. پس از این باید آهک خمیر شده را در هاون سنگی بزرگی قرار دهند و آن را با دسته چوبی آهسته بکوبند، و اندک اندک روغن بر آن بیفزایند. پس از آماده شدن خمیر بلافاصله باید آن را بکار برند تا خشک و فاسد نگردد. اگر آهک را با تخم مرغ خمیر کنند با دوام‌تر می‌شود، و هرچه روغن آهک بیشتر باشد دوام آهک افزون‌تر است.

یکی از پیشینیان گفته است: اگر در آبی که می‌خواهند آهک را با آن بکشند، اندکی سرکه بیفزایند بر دوام آهک افزوده می‌شود. دیگری گفته است: زنگ آهن ساییده و بیخته که با سفیده تخم مرغ خمیر شده باشد، برای بستن شکاف و سوراخ برکه‌ها و حوضها و آبگیرها بسیار نیکو است. اما اگر آهک را با آب نکشند، بلکه آن را بکوبند و غربال کنند و با روغنی خمیر کنند و بلافاصله بکار برند از آن یکی بهتر است، و برای گرفتن درز و شکاف ظرف و جز آن مناسبتر خواهد بود.

آماده کردن زمینهای آبکش برای عبور آب، بدون نصب تنبوشه

اگر مجرای آب سست و آبکش باشد، باید کف جوی را با آجر بزرگ و آهک کبود (ساروج) فرش کنند - آهک کبود عبارت است از آهکی که با مقداری کمتر از وزن خود از خاکستر کوره آهک پزی درآمیزند - البته، پیش از مخلوط کردن باید خاکستر را با تخماق آهنین، نرم بکوبند. علاوه بر این آجر فرش شده در کف جوی باید در میان ساروج کاملاً استوار شده باشد، و دو طرف نهر را نیز با آجر و ساروج محکم می‌کنند. طریق دیگر این است که کف جوی را به اندازه یک ذراع یا کمتر - به نسبت افزونی یا کمی آب - گود کنند، و خاک آن را بیرون آورند و در جایش گل رُس بریزند، آنگاه گِلها را با تخماق آهنین بکوبند تا آنکه مجرای آب بالا بیاید و به سطح اول برسد. دو طرف نهر را نیز باید بوسیله همین گل به اندازه ارتفاع آب و بصورت مؤرَب (پخدار) بالا بیاورند. اگر در خاکی که برای این منظور بکار می‌رود اندکی رطوبت اصلی موجود باشد، بر استواری مجرا افزوده می‌گردد، به شرط آنکه آب را از این خاک قطع نکنند تا آنکه رطوبت اصلیش باقی بماند، و اگر با خاک رُس نامبرده سنگ و ماسه نرم مخلوط کنند و در جوی بریزند و سپس گِلها را بدقت و محکم بکوبند بر استحکام جوی افزوده می‌شود.

پیشینیان گفته‌اند: چارپایان را در کف جوی رها کنید تا آنجا را بسیار

لگدکوب کنند. اما اگر خاک رُس را — در حالی که رطوبت اصلی در آن باقی است — برگزینند و با هموزن آن آهک مُرده و به همان اندازه ماسه مخلوط کنند و در کف جوی بریزند و با تخماق آهنی بکوبند و روی آن آب، جاری سازند، آن محل باگذشت زمان مانند سنگ محکم می شود؛ گاهی گِل و لای کف کاریز به سنگ تبدیل می شود و چنان سخت می گردد که کندن آن برای مقنیان دشوار است. در بسیاری از موارد زمینهای سست را با تخته های سنگ فرش می کنند و خُلَل و فُرَج آن را با خاک رُس آمیخته با ماسه و آهک پر می سازند.

باب

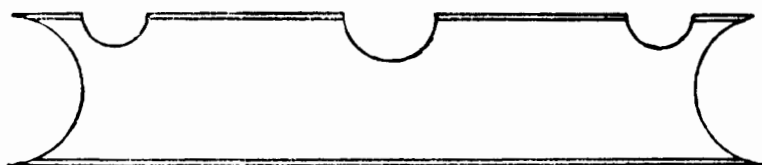
در بیان ترازهایی که بوسیله آنها زمین را تراز می‌کنند

در زمینهایی که کاریز احداث می‌کنند، برای شناختن مقدار ارتفاع محلی از محل دیگر که با آن فاصله کم یا زیاد دارد، زمین را وزن [= تراز] می‌کنند، و این کار با ترازوها [= ترازها] صورت می‌گیرد.

یک نوع تراز، لوله‌ای است که از شیشه یا چوب سخت یا نی کلفت درست شده است. این لوله باید کاملاً راست و ضخامت سراسر آن به یک اندازه باشد؛ همچنین سطوح داخل و خارج آن نیز کاملاً با یکدیگر موازی باشد. طول لوله باید یک و جب و نیم، یا اندکی کمتر باشد. فراخی دهانه این لوله نیز باید به اندازه‌ای باشد که تقریباً انگشت کوچک در آن جای گیرد. در دو طرف این لوله دو سوراخ به یک اندازه، و در نقطه

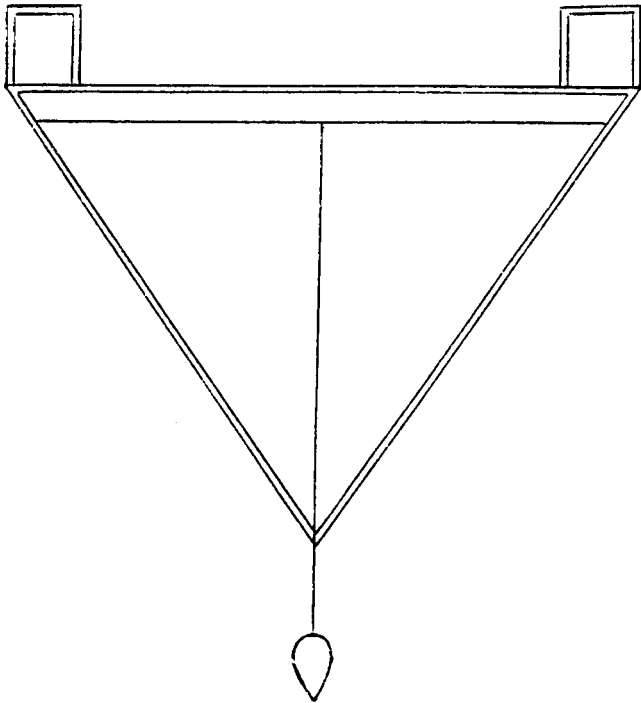
وسط آن سوراخی به فراخی یک انگشت ایجاد می‌کنند. این سوراخهای سه‌گانه باید در یک ردیف و بر یک خط باشند؛ آنگاه دو نخ بر می‌گزینند که طول هر یک پنج ذراع - به اندازه ذراع دست - یا اندکی کمتر یا بیشتر باشد. این دو نخ را باید از ابریشم یا کتان رشته و تاییده شده تهیه کنند و آنها را موم اندود کنند تا کش نیاید سپس هر یک از نخها را در یکی از دو سوراخی که در دو جهت لوله قرار دارد ببندند.

این است شکل آن لوله (شکل ۱):



شکل ۱

☰ نوع دیگر صفیحه [= صفحه] کوچکی است [مثلث شکل] که از روی یا از چوب سختی که پیچیدگی نمی‌پذیرد ساخته شده است. این صفحه باید تا حد امکان سبک باشد تا بر استقامت خود باقی بماند. دو ساق صفیحه متساوی است، و در دو طرف قاعده آن دو رزّه [زرفین] یکسان چنان نصب شود که چون خطی از مرکز سوراخ یکی از دو رزّه به مرکز سوراخ رزّه دیگر امتداد یابد، آن خط با قاعده موازی باشد. فاصله این دو باید تا حد امکان اندک باشد.

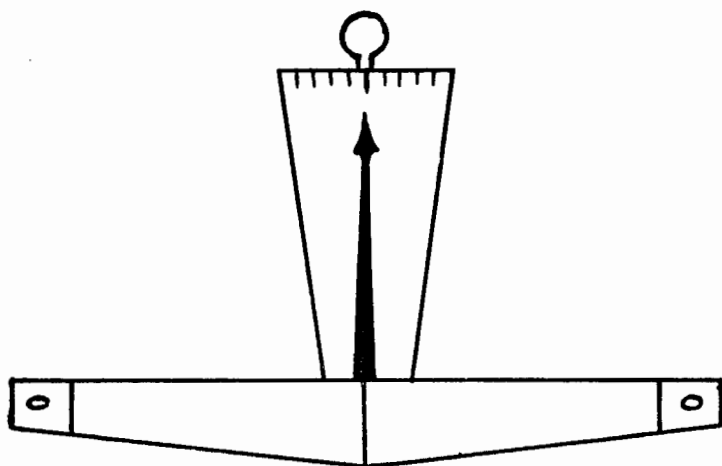


شکل ۲

خط قاعده بوسیله عمودی به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود؛ این عمود نمیساز زاویه‌ای است که دو ساق صفيحه، آن را در میان گرفته است. آشکار است که این خط قاعده را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کند. آنگاه در نقطه تقاطع عمود منصف با قاعده سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند و از آن نقطه شاقولی را با نخ نازک ابریشمین، که از عمود نامبرده

به اندازه دو انگشت یا بیشتر، بلندتر باشد می‌آویزند. وزن شاقول باید به اندازه سه درهم و جنس آن از برنج یا سرب باشد. آنگاه نخى به‌درازى سى ذراع برمی‌گزینند، و [باگذراندن آن از رزّه‌ها] صفيحه را در وسط آن قرار می‌دهند، بگونه‌ای که از هر یک از رزّه‌ها نیمی از نخ بیرون آمده باشد و این است شکل آن (شکل ۲) [صفحه ۹۵].

تراز نوع دیگر به شکل شاهین ترازو است. برای این کار شاهینی آهنین و تا حد ممکن سبک - اختیار می‌کنند، ولی نباید چنان باشد که از سستی آهن کج شود. طول شاهین یک وجب و نیم است و طول زبانه آن نیز به همین اندازه یا اندکی کمتر است، و رکاب شاهین باید تنگ و ظریف باشد. از نقطه زیرین شاهین شاقولی به وزن تقریبی پنج درهم، با نخى نازک می‌آویزند، که وزنه آن را صاف و خدنگ ساخته باشند.



شکل ۳

در دو سر شاهین حلقه‌هایی نصب می‌کنند، و در هر حلقه نخ می‌بندند یا آنکه برای بستن نخ، دو سر شاهین را سوراخ می‌کنند. و این است شکل آن (شکل ۳) [صفحه ۹۶].

شیوه تراز کردن با این ترازها

پس از آن دو قطعه چوب [با مقطع] مربع و راست و متوازی‌السطوح انتخاب می‌کنی که ارتفاع هر یک حدود شش وجب یا کمتر باشد؛ این چوبها را قائمه^۱ می‌نامند. آنگاه هر قائمه را به مردی می‌سپاری و به یکی از آن دو مرد دستور می‌دهی که قائمه را در محلی نگاه دارد که اندازه گیری از آنجا شروع می‌شود، و دیگری را در جهت مقابل تراز قرار می‌دهی چنانکه هر دو چوب و تراز بر یک استقامت باشند. سپس دستور می‌دهی نخ را که هر یک از دو سر آن بر رأس یکی از قائمه‌ها قرار گرفته است بکشند، البته قائمه‌ها باید بر خطی که با سطح افق موازی است عمود باشند، و برای این کار از رأس هر قائمه شاقولی با نخ نازک می‌آویزند و بر سر هر قائمه زرفین نازکی نصب می‌کنند که نخ شاقول در آن بسته شود. اگر تراز کردن بوسیله لوله انجام شود، باید همراه خود ظرفی پر از آب داشته باشی و نیز پنبه‌ای، که آن را خیس کنی و در سوراخ وسطی لوله بفشاری تا قطرات آب در سوراخ بچکد. اگر آب از هر دو طرف لوله در

۱. قائمه: در اصطلاح امروز این نوع چوب را «شمشه» می‌گویند. (مترجم)

یک لحظه بیرون بیاید، ارتفاع دو سمت میزان که قائمه‌ها در آنجا نصب شده یکی است. اما اگر آب فقط از یک سوراخ خارج شود، آن محلی که قائمه‌اش برابر سوراخی است که آب از آن بیرون آمده، ارتفاعش از محل دیگر کمتر است، پس به کسی که قائمه دیگر در دست او است دستور دهی که نخ را از سر قائمه، اندک اندک پایین بیاورد و تو پیوسته در سوراخ لوله، آب می‌چکانی تا آنکه خروج آب از هر دو سوراخ همزمان شود.

هنگامی که بر اثر این کار، نخ با سطح افق موازی گردید، آن اندازه‌ای را که نخ پایین آمده، با نخ‌ی که همراه داری مشخص می‌کنی، پس از آن به دارنده قائمه اول دستور می‌دهی که بر آن کس که قائمه دوم در دست اوست تقدم جوید و در راستایی که می‌خواهی کار اندازه‌گیری را ادامه دهی، به اندازه طول نخ پیشی بگیرد ولی دارنده قائمه دوم در جای خود باقی می‌ماند. سپس بار دیگر به شیوه‌ای که گفتم آب در سوراخ میانی لوله می‌چکانی، اگر ارتفاع این دو محل یکی بود کاری نداری و به دارنده قائمه دوم دستور می‌دهی که در جهت اندازه‌گیری از رفیقش پیشی بگیرد، و اگر محلی از محل دیگر بلندتر بود یادداشت می‌کنی و به این کار ادامه می‌دهی تا آنکه به مقصد برسی. اگر اندازه‌گیری از محلی پست‌تر شروع شود، ارتفاع قائمه مقدم را اندازه می‌گیرند، و ارتفاع قائمه مؤخر را از آن می‌کاهند؛ این تفاضل بلندی مکان بلندتر را نسبت به مکان پست‌تر، یعنی ارتفاع محلی را که اندازه‌گیری به آن ختم شده، نسبت به

محلّی که اندازه‌گیری از آن شروع شده، نشان می‌دهد، و این از آن جهت است که سطح زمین سطح مستوی نیست و جایی برآمدگی دارد و جایی فرو رفتگی، و اگر ابتدای تراز کردن از مکان بلند باشد، نقصان ارتفاع برخلاف آن است که ذکر کردیم. اما اندازه‌گیری با صفیحه سه گوش (مثلث) بر همین شیوه است، جز آنکه بوسیله شاقولی که در وسط آن آویخته شده اندازه ارتفاع را در هر جهت که باشد تعیین می‌کنند، زیرا اگر شاقول از نشانه قائمی که در وسط است به یکی از دو طرف متمایل شود، آن طرف پایین‌تر است. پس به آن کس که در سوی دیگر، نخ را بدست گرفته دستور می‌دهی که نخ را فرود آورد تا نخ شاقول بر نشانه قائم مطابق شود. آنگاه اندازه ارتفاع برای تو معلوم می‌شود، و باقی کار به همان شیوه‌ای است که گفتم.

اما اندازه‌گیری با شاهین ترازو: این شیوه با انحراف رکاب به یکی از دو جهت شناخته می‌شود، زیرا زبانه رکاب این ترازو در زیر شاهین آویخته است. بنابراین رکاب ترازو به هر سمتی که متمایل شود آن محل پایین‌تر است. پس به مردی که در نقطه بلندتر قرار گرفته دستور می‌دهی که نخ را اندک اندک پایین بیاورد تا آنکه زبانه در وسط رکاب قرار گیرد و از وسط رکاب ذره‌ای پس و پیش نباشد. در این هنگام اندازه ارتفاع برای تو مشخص می‌شود، و دنباله کار به همان شیوه‌ای است که قبلاً گفتیم.

وقتی لوله‌ای شیشه‌ای و میان تهی دیدم که تمام جوانبش مسدود بود،

و تنها سوراخی در وسط، بر دو سر لوله رژه داشت، و خط مازاز مرکز سوراخ یکی از دو رژه به مرکز سوراخ رژه دیگر، با سطح داخلی و خارجی لوله موازی بود. طول این لوله بوسیله خطی که بر دو سر آن مرور کرده و موازی با خط داخل میان مراکز رژه‌هاست، به دو نیمه مساوی تقسیم شده بود، و سطحی که بر این خط می‌گذشت، حجم لوله را به دو نیمه مساوی تقسیم می‌کرد، و با خطی که از دو مرکز رژه‌ها می‌گذشت موازی بود.

اگر بخواهی با این لوله اندازه‌گیری کنی، باید آنقدر در آن آب بریزی که به خط نشانه سراسر طول لوله برسد، و سپس لوله را در وسط نخ‌کی که سی ذراع طول داشته باشد - و در میان آن دو قائمه به شیوه‌ای که گفتم کشیده شده باشد - قرار دهی. اگر سطح آبی را که در جوف لوله است با خط طولی لوله در یک سطح دیدی، ارتفاع دو جهت یکی است. و اگر آب در یکسوی لوله جمع شود، طرفی که آبش افزونتر است گودتر است. بنابراین به مردی که در سمت دیگر ایستاده دستور می‌دهی که نخ را اندک اندک پایین بیاورد تا آنکه آب با خط نامبرده در یک راستا قرار گیرد، و اندازه ارتفاع محل برای تو معلوم گردد. باقی امور برای اندازه‌گیری همان است که قبلاً گفته‌ام. اگر هر یک از دو قائمه به شصت قسمت تقسیم شود، و هر قسمت تا آنجا که ممکن است به قسمتهای دیگر تقسیم گردد، تعیین اندازه ارتفاع دقیقتر می‌شود، زیرا هرگاه نخ از نقطه ارتفاع پایین بیاید، تعداد اندازه‌ها و کسرهای آن معلوم می‌شود.

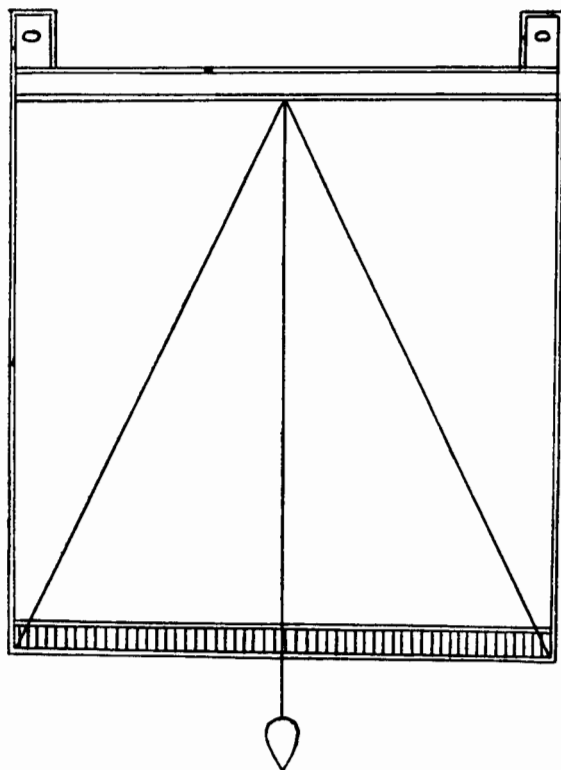
ترازهایی که من اختراع کرده‌ام

پس از این می‌گوییم: اگر خواستی تراز را بکاربری که در آن به کشیدن نخ نیازمند نباشد، بلکه اندازه ارتفاع بر روی صفیحه تراز مشخص شود، باید صفیحه سبک و چهار گوشه‌ای از چوب یا برنج که دارای دو رژه باشد - بر شیوه‌ای که گفتم - انتخاب کنی و در نزدیکی رژه‌ها خطی مستقیم ترسیم کنی و در وسط این خط سوراخی ریز احداث کنی، و از مرکز این سوراخ عمودی بر این خط رسم کنی که به ضلع مقابل این خط در صفیحه رسد.

سپس در طرف دیگر صفیحه خطی مستقیم چنان رسم می‌کنی که با آن عمود زاویه قائمه بسازد. این خط روبروی خطی است که در آن طرف صفیحه، نزدیک رژه‌ها رسم کرده بودی. آنگاه از سوراخ نامبرده شاقولی با نخ نازک می‌آوری. و این است شکل آن. (شکل ۴) [صفحه ۱۰۲].

و آن چهار ضلعی که نیمی از صفیحه است، باید با آن چهار ضلعی که یکی از دو قائمه و نخ بر آن محیط می‌شود متشابه باشد، بلکه بهتر است که تا اندازه‌ای، نسبت اندازه نیمی از خط بلندتر به عمود، بیشتر باشد از نسبت اندازه نخ به قائمه، آنگاه به شیوه‌ای که گفتم دو قائمه اختیار می‌کنی، و [بجای نخ] زنجیری از مس یا آهن بر شیوه‌ای که می‌گویم تهیه می‌کنی، تا در هنگام اندازه‌گیری و کشیدن کش نیاید، و طول آن افزون

نشود، در صورتی که با زیاد کشیدن بر طول نخ افزوده می‌گردد.



شکل ۴

اما طرز ساختن زنجیر چنین است که مس را بصورت مفتول یکنواخت در می‌آورند؛ پس از آنکه مفتولی با قطر یکسان و یکنواخت آماده شد، آن را به اندازه‌های یک و جب یک و جب، یا کمی بلندتر قطعه قطعه می‌کنند، و دو سر هر قطعه را کج می‌کنند تا بصورت حلقه

کوچکی در آید. این حلقه‌ها را به یکدیگر متصل می‌کنند، و اگر ممکن باشد که محل اتصال دو سر حلقه را لحیم کنی این کار را بکن، زیرا لحیم کردن این حلقه‌ها برای سازنده آنها غیر ممکن نیست.

طول این زنجیر باید سی ذراع باشد، و سطح هر قائمه باید به شصت قسمت تقسیم شود. آنگاه دو محل هم سطح و مقابل هم انتخاب می‌کنند که هیچ‌گونه اختلاف ارتفاعی میان آنها موجود نباشد. فاصله میان این دو محل باید به اندازه فاصله زنجیر باشد. محل قرار گرفتن یکی از دو قائمه را به وسعت مناسب صاف و کاملاً افقی می‌کنند، چه با فرود آوردن سر زنجیر باید بتوانند یکی از دو قائمه را از جای خود حرکت دهند و به دیگری نزدیک کنند.

سپس صفيحه را در وسط این زنجیر قرار می‌دهند، و زنجیر را در وسط دو قائمه می‌کشند تا آنکه شاقول آویخته از صفيحه بر خط قائم وسط صفيحه منطبق شود. آنگاه زنجیر را از نوک یکی از دو قائمه به اندازه یک جزء از اجزایی که روی قائمه‌ها رسم شده پایین می‌آورند؛ در این حالت شاقول به یکی از دو جهت صفحه متمایل می‌شود و نقطه‌ای را که با نخ شاقول با خط پایین صفحه برخورد می‌کند نشانه می‌گذارند. به شیوه‌ای که گفته شد پیوسته زنجیر را اندک اندک فرود می‌آورند و تمام نقاط تقاطع متوالی میان نخ شاقول و نیمه خط زیرین صفحه را علامت می‌گذارند، تا آنکه آن نیمه از خط که در پایین قرار گرفته به اجزایی تقسیم می‌شود. اگر هر جزء از اجزاء قائمه را تا حد امکان به قسمتهای

کوچکتری تقسیم کنند این کار دقیق تر انجام خواهد گرفت. پس از آنکه عمل تقسیم و نشانه گذاری یک نیمه از خط نامبرده پایان رسید، برای تقسیم بندی نیمه دیگر به شیوه ای که در نیمه اول انجام شد عمل می کنی. چون از این تقسیم بندی فارغ شدی و خواستی میزان گیری را شروع کنی، نخ میان دو قائمه را در حالی که میزان در وسط آن قرار گرفته می کشی، و به شاقول نگاه می کنی. اگر شاقول از امتداد قائم منحرف شده باشد، تعداد اجزایی را که منحرف شده است در نظر می گیری و یادداشت می کنی، و این تعداد عبارت است از اجزاء قائمه. و آن کس که به این کار می پردازد باید در تقسیم خط نامبرده بسیار خوب و دقیق عمل کند.

این را نیز باید دانست که قسمتهای روی قائمه با یکدیگر مساوی هستند، ولی قسمتهایی که روی خط صفحه نشانه گذاری می شود، با یکدیگر مساوی نیستند، و با وجود این اختلاف در طول، هر قسمت از آنها نماینده جزیی از اجزاء قائمه است.

و دلیل اینکه پاره های خط صفحه مانند اجزاء قائمه با یکدیگر برابر نیستند، این است که چون نخ از نوک قائمه تا پای آن حرکت کند، مسیر آن بصورت قوس است نه خط مستقیم، چه به محض آنکه نخ را به اندازه یک جزء پایین بیاوری، قائمه را باید از جای خود حرکت دهی و به طرف قائمه دیگر نزدیک کنی و اثبات آن چنین است:

مربع مستطیلی مانند (ا ب ج د) رسم می کنیم. خط (ا ب) نماینده نخ ممتد میان دو قائمه است، و خط (ا ج) یکی از این دو قائمه و خط (ب د)

قائمة دیگر. سپس خط (ا ج) را، مثلاً، به شش قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم، و از مرکز (ب) با شعاع (اب) در داخل مستطیل (اب ج د) قوس (اف) را رسم می‌کنیم. آنگاه از نقطه (ف) عمودی بر خط (اب) - که همان نخ فرضی است - اخراج می‌کنیم. این عمود عبارت است از (فه). تقسیمات خط (ا ج) چنین است: (اص) - (ص ق) - (ق ر) (ر ش) - (ش ت) - (ت ج).

از نقطه‌های (ص، ق، ر، ش، ت) بر خط (ه ف) عمودهای (ص ح) - (ق ک) - (ر م) - (ش ن) - (ت ع) - (ج ف) را بر خط (ه ف) فرود می‌آوریم. چون خط (ه ف) با خط (ا ج) موازی است، قسمتهای ششگانه خط (ه ف)، یعنی (ه ح) - (ح ک) - (ک م) - (م ن) - (ن ع) - (ع ف) با قسمتهای خط (ا ج) مساوی خواهند بود.

آنگاه بر نقطه (د) که در وسط خط (ب ف) قرار گرفته، و نماینده نخ است در آن هنگام که تا پایین قائمه فرود آمده باشد، نیمدایره (ط ه س) را به شعاع دلخواه رسم می‌کنیم، و از نقطه (ه) عمودی بر خط (ب ف) فرود می‌آوریم، و از قوس (ه ط) قوسی شبیه به قوس (اف) جدا می‌کنیم، و این قوس را (ه ح) می‌نامیم. سپس خط (د ح) را موازی با خط (ه ف) رسم می‌کنیم تا آنکه به خط (ب ا) وصل شود.

شک نیست که این خط بر خط (اب) عمود است، زیرا خط (ح د) در این تصویر همان ریسمان شاقول است. برای اثبات مدعا گوئیم: قوس (ح ه) با قوس (اف) متشابه است، و زاویه (ح د ه) با زاویه (اب ف)

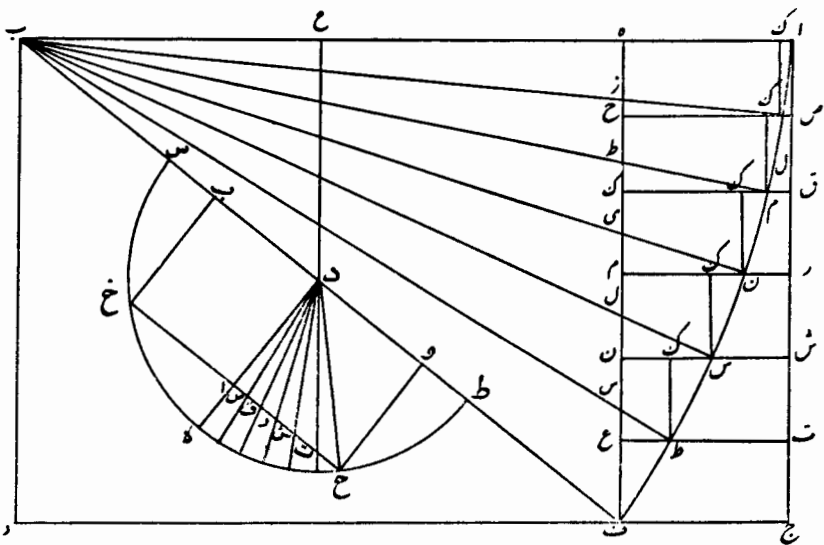
مساوی است، و زاویه (ط د ح) با زاویه (ع د ب) مساوی است، و مجموع دو زاویه (ط د ح) و (ح د ه) مساوی با یک قائمه است، و این دو زاویه با دو زاویه (ع ب د) و (ع د ب) مساوی هستند. بنابراین دو زاویه (ع ب د) و (ع د ب) نیز برابر با یک قائمه می‌شود، و چون زوایای هر مثلث برابر است با دو قائمه، پس زاویه (د ع ب) قائمه است. به این ترتیب ثابت شد که خط (ح ع) بر خط (ا ب) عمود است.

پس از این می‌گوییم: نقطه (ا) که عبارت است از رأس نخ، هرگاه به اندازه یک جزء از اجزاء ششگانه قائمه فرود آید، فرود آمدنش بر قوسی (ا ل) [در امتداد قائم] به اندازه خط مستقیم (ک ل) است. پس نخ شاقول در [خط زیرین (ح خ)] صفيحه بر نقطه (ص) می‌گذرد، و در این نقطه علامتی می‌گذاریم. و چون سر نخ را یک جزء دیگر، یعنی به اندازه قوس (ل م) فرود آوریم که نزول قائم آن به اندازه خط مستقیم (ک م) است، نخ شاقول به نقطه (ق) می‌رسد، و این نقطه را نیز علامت می‌گذاریم. سپس که سر نخ به اندازه قوس (م ن) فرود آید، فرود آمدن آن در امتداد قائم، خط مستقیم (ک ن) می‌شود، و شاقول از نقطه (ر) می‌گذرد که در آنجا علامتی می‌گذاریم؛ تنزل بعدی قوسی سر نخ قوس (ن س) و تنزل قائم آن خط مستقیم (ک س) است، و در این حالت نخ شاقول بر نقطه (ش) می‌گذرد، و در آنجا علامت می‌گذاریم؛ تنزل بعدی قوسی سر نخ قوس (س ط) و تنزل قائم آن خط مستقیم (ک ط) است، و در این حالت نخ شاقول بر نقطه (ت) می‌گذرد که در آنجا نیز علامت می‌گذاریم؛ تنزل

بعدی قوسی سر نخ قوس (ط ف) و تنزل قائم آن خط مستقیم (ع ف) است که در این صورت به پایین قائمه می‌رسد، و نخ شاقول به نقطه (ح) منتهی می‌شود.

خط (اح) به شش قسمت تقسیم شده است، زاویه‌هایی که در نقطه (د) ایجاد شده‌اند با زاویه‌هایی که در نقطه (ب) هستند، یک به یک، با یکدیگر مساویند، یعنی اولی با اولی و دومی با دومی و قس علی هذا. و نیز اندازه‌های این شش زاویه با یکدیگر متفاوت است، یعنی زاویه (ه ب ز) با زاویه (ز ب ط) و نیز با هیچ یک از چهار زاویه دیگر مساوی نیست، زیرا زاویه (ب ز ط) از زاویه قائمه بزرگتر است، در حالی که فزونی زاویه (ط ز ب) بر زاویه قائمه، مساوی نقصان زاویه (ز ط ب) از زاویه (ه ز ب) نیست. پس زاویه (ز ب ط) با زاویه (ه ب ز) مساوی نیست، و چون زاویه‌های نقطه (د) با زاویه‌هایی که در نقطه (ب) هستند، نظیر به نظیر مساوی هستند، مثلثهایی که قاعده تمام آنها خط (اح) است، با مثلثهایی که قاعده آنها خط (ه ف) است نظیر به نظیر متشابهند. در این صورت خطهای (ه ز) - (ز ط) - (ط ی) - (ی ل) - (ل س) و (س ف) با خطهای (ا ص) - (ص ق) - (ق ر) - (ر ش) - (ش ت) و (ت ح) متناظر می‌شوند؛ و چون خطهای (ه ح) - (ح ک) - (ک م) - (م ن) - (ن ع) و (ع ف) متساویند، پس خطهای (ه ز) - (ز ط) - (ط ی) - (ی ل) - (ل س) و (س ف) و نیز خطوط: (ا ص) و (ص ق) و (ق ر) و (ر ش) و (ش ت) و (ت ح) مساوی نخواهند بود؛ و این همان مطلبی است که می‌خواستیم بیان

کنیم. و قائمه (اج)، با حرکت نقطه (ا)، به سوی قائمه دیگر بحرکت در می آید، و چون از نقطه (ا) به نقطه (ل) برسد، قائمه برخط (ک ل) منطبق می شود؛ و چون نقطه (ا) به نقطه (ص) برسد قائمه بر خط (ک ص) منطبق می گردد؛ و چون نقطه (ا) به نقطه (ن) برسد قائمه برخط (ک ن) منطبق می شود؛ و چون نقطه (ا) به نقطه (س) برسد قائمه بر خط (ک س) منطبق می گردد؛ و چون نقطه (ا) به نقطه (ط) برسد، قائمه بر خط (ک ط) منطبق می گردد؛ و چون نقطه (ا) به نقطه (ف) برسد، خط (ه ف) همان قائمه می شود؛ و چهار گوشه (ح خ ب و) همان تراز است که نیمی از آن با چهار گوشه ای که قائمه و نخ بر آن محیط شده شبیه است. و این است آن شکل (ش ۵):



شکل ۵

و اگر صفيحه، نيمدايره باشد بهتر است، مخصوصاً اگر سوراخش کنند و قسمتهای میانی آن را بردارند تا آنکه از این نیم صفحه کمائی باقی بماند که بتوان روی آن علامتها و نقشهای مورد نیاز را رسم کرد؛ و این کمان را سهمی باشد تا آنکه مانند خط عمود بر روی آن قرار گیرد، و نیز وتری داشته باشد که به منزله قاعده باشد و دو رزّه بر روی آن نصب گردد، و نخ شاقول به آن متصل شود، و در عین حال سبک باشد تا اندازه گیری، دقیق صورت گیرد.

من ترازوی بهتر از همه این ترازها اختراع کرده‌ام که برای اندازه گیری راحت تر و دقیق تر است، به شرط آنکه اندازه گیر آزموده و ورزیده باشد. مشخصات این میزان چنین است که صفيحه گرد یا چهار گوشه‌ای از برنج یا چوب سخت انتخاب می‌کنند و در وسط آن سوراخ معتدلی ایجاد می‌کنند، و لوله‌ای برنجین به اندازه یک و جب و نیم یا اندکی کمتر یا بیشتر برمی‌گزینند که در نهایت راستی و محکمی باشد و فراخی سوراخ آن به اندازه حجم سوزن جوال دوز باشد. این لوله را در وسط صفيحه بوسیله محوری که بتواند در سوراخ مذکور دور بزند نصب می‌کنند که به شکل عضاده اسطرلاب می‌شود. اگر این لوله از قطر صفحه بلندتر باشد عیبی ندارد. به این صفيحه رزّه‌ای متصل می‌کنند که رشته یا حلقه‌ای برای آویختن دارد. آنگاه چوبی انتخاب می‌کنند که در سرش میخی سرشکافته کوفته‌اند و صفيحه را به آن میخ می‌آویزند. این چوب باید در نهایت راستی ساخته شود، و طولش چهار و جب باشد تا هرگاه صفيحه را



استخراج آبهای پنهانی

از آن آویختنی و بر قدمهایت نشستی چشمت به محاذات سوراخ لوله که بر روی صفيحه قرار گرفته است باشد. و اگر نیازی بود که طول چوب را اندکی کم یا زیاد کنی، یا آنکه رشته آویخته را کوتاه و بلند کنی این کار را بکن تا اندازه گیری به همان شیوه‌ای که گفتیم انجام شود.

آنگاه تخته ضخیم چهارگوشه‌ای [شمشه] را که طولش به اندازه قامت مردی که دستش را بلند کرده است باشد، انتخاب می‌کنی، و این اندازه تقریباً نه و جب است. این تخته باید در نهایت راستی و درستی باشد، و در اطراف آن هیچ‌گونه کجی وجود نداشته و متوازی السطوح باشد. طول یکی از رویه‌های این تخته را به شصت قسمت مساوی و هریک از این قسمت‌ها را تا آنجا که ممکن است به قسمتهای کوچکتری تقسیم می‌کنند. در قسمت بالای این تخته به اندازه یک قبضه و نیز در قسمت پایینش نیز به همین اندازه خالی می‌گذارند و داخل در تقسیم‌بندی نمی‌کنند. در قسمت بالا یعنی انتهای تقسیم‌بندی، به شیوه‌ای علامت قرمز یا سفید یا سیاه می‌گذارند که برای رسیدن به مقصود مناسب باشد. اندازه علامت باید بقدر کافی از سگّه یک درهمی بزرگتر باشد تا از مسافت دور بخوبی دیده شود و واضح و روشن باشد.

آخرین خط از خطوط تقسیم شده در سمت بالای تخته قائمه، این علامت رنگین را به دو نیمه مساوی تقسیم می‌کند. در روی خط پایینی نیز علامتی مانند بالا چنان رسم می‌کنند که آخرین خط تقسیم شده زیرین از مرکز این علامت عبور کرده باشد.

چون از این کار فارغ شدی برای این چوب شمشه‌مانند، طوقی چهارگوش درست می‌کنی که دهانه این طوق درست به اندازه حجم چوب باشد، بطوری که حلقه در جای خود نلغزد. در روی ضلعی از این حلقه که بر سطح نقشدار شمشه در حرکت است، علامتی مانند همان علامتها روی چوب بدقت رسم می‌کنند.

آنگاه نخ‌ی از ابریشم یا کتان - که خوب تاییده و محکم شده باشد و کلفتی آن از سوزن جوال دوز کمتر باشد - تهیه می‌کنند.

طول این نخ باید یکصد ذراع یا بیشتر باشد؛ زیرا چشم قادر است از فاصله یکصد ذراع علامتهای نامبرده را بخوبی ببیند. تعیین طول نخ به اندازه قوه دید چشم نگرنده بستگی دارد، چه ممکن است نگرنده‌ای بتواند از داخل سوراخ لوله نامبرده این علامتها را از مسافت دورتری ببیند، که در این صورت طول نخ را به اندازه این مسافت تعیین می‌کنند.

در دو سر این نخ دو حلقه نصب می‌کنند. یکی از دو حلقه را برگرد چوب نقشدار می‌اندازند که می‌تواند بر روی آن پایین و بالا رود. حلقه دیگر در دست مردی است که نخ را می‌کشد و از چوب به اندازه طول نخ دور می‌شود، و نیز تراز - یعنی صفیحه مذکور - در دست اوست، برای تراز کردن، حلقه‌ای را که در سر نخ بسته است با تراز برمی‌داری و در محلی که اندازه‌گیری باید از آنجا شروع شود قرار می‌گیری، و به همکارت دستور می‌دهی که شمشه نقشدار را بردارد و به اندازه طول نخ‌ی که یک سرش به حلقه بسته شده و آن حلقه در روی چوب نقشدار

در حرکت است، از تو دور شود. هر یک از شما دو نفر که در محلی بلندتر قرار گرفته باشد، حلقه نخ‌دار را روی زمین می‌گذارد، و آن دیگری که در محل پایین‌تر جای گرفته، حلقه نخ‌دار را چندان بالا می‌گیرد که امتداد نخ با مشاهده تقریبی با سطح افق موازی گردد. و این توازی با افق با نگرش مرد ثالثی که به وسط نخ می‌نگرد معلوم و شناخته می‌شود.

پس از آنکه نخ با سطح افق موازی شد، آن کس که تراز در دست اوست، اگر در محل پایین‌تر واقع شده است از سرنخ، سنگی به سوی زمین رها می‌کند و هر جا که سنگ قرار گرفت سرچوبی را که صفحه تراز از آن آویخته است در آنجا قرار می‌دهد، بطوری که کاملاً قائم باشد و به هیچ سمت مایل نباشد. اما اگر آن شخص در محل بلندتر واقع شده بود، چوبی را که تراز به آن آویخته است در محل سرنخ بر روی زمین قرار می‌دهد و صفحه را رها می‌کند که به حالت طبیعی معلق شود و آرام بگیرد.

سپس این مرد از سوراخ لوله به سوی چوب نقش‌دار می‌نگرد و لوله را بر گرد محور آن چندان می‌چرخاند که امتداد آن از علامت پایین صفحه مقابل بگذرد و علامت از سوراخ لوله دیده شود؛ و این در صورتی است که نگرنده در مکانی پست‌تر از مکانی باشد که چوب نقش‌دار به فاصله طول نخ در جهت دیگر - یعنی همان جهتی که می‌خواهی اندازه‌گیری را در آن سمت ادامه دهی - قرار گرفته باشد. این طریقه را هر آدم با بصیرتی می‌تواند به‌رأی‌العین، در صحراهای مسطحی که بلندی و پستی

در آنها اندک است، ببیند و بیازماید، اما اگر محل اندازه گیر از مکان نامبرده بلندتر باشد، سوراخ لوله را به کمک چشم با علامت بالایی مواجه می‌سازد.

پس از آنکه ترازباب از این کار فارغ شد، با تراز به جهت دیگر می‌رود و به مقدار طول نخ از شمشه فاصله می‌گیرد، تا یکی از دو سرنخی که در دست اوست در جهتی که می‌خواهد اندازه گیری کند - مستقیم یا غیرمستقیم - قرار گیرد. آنگاه نخ را آنقدر می‌کشد که با سطح افق، به شیوه‌ای که گفتم، تقریباً موازی گردد. اگر سرنخی که در دست اوست (در این حالت) در هوا واقع شده بود، از سرنخ سنگی به سوی زمین رها می‌کند تا محل نصب پایه میزان را بشناسد.

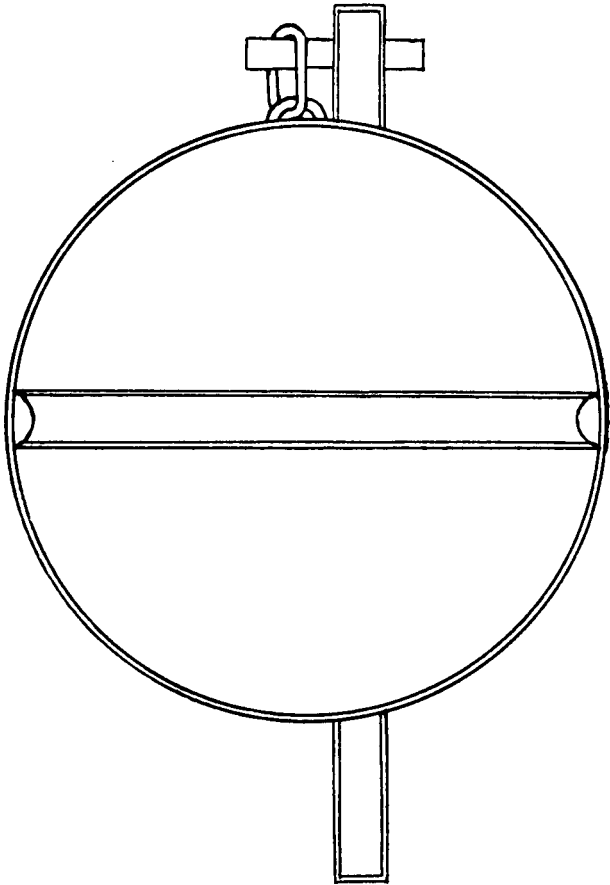
اگر سرنخی که در دست اوست بر روی زمین قرار گرفت، پایه تراز را در محل سرنخ نصب می‌کند و از درون سوراخ لوله به سوی شمشه نقشدار می‌نگرد - در حالی که شخص شمشه‌دار بدون آنکه شمشه را جابجا کند روی آن را، یعنی طرفی که دارای علامت است، به سوی او گردانیده باشد و به شمشه‌دار دستور می‌دهد که طوق نامبرده را بالا و پایین ببرد تا علامت روی طوق از سوراخ لوله دیده شود. پس از آنکه این علامت دیده شد، فاصله میان مرکز این علامت و میان مرکز علامتی را که از محل اول بوسیله نگریستن از سوراخ لوله معین شده، بدست می‌آوری (و این دو فاصله را از هم کم می‌کنی) باقیمانده هرچه بود، همان ارتفاع است، و برتری یکی از این دو محل را مسلم می‌دارد.

این دو محل عبارتند از مکانهای میزان و شمشه. این نتیجه گیری از اندازه گیری مرتبه اول و دوم بدست می آید.

پس این دو اختلاف را یادداشت می کنی و به آن کس که میزان در دست اوست دستور می دهی که به اندازه طول نخ به پیش برود. باقی کار در مورد شناختن پستی و بلندی زمین به همان شیوه ای است که شرحش گذشت. (به این کار ادامه می دهی تا آنکه به نتیجه مطلوب برسی، و هرگاه علامت طوق در وسط شمشه نقشدار قرار گیرد کفایت می کند).

در مورد اندازه گیری زمین مسطحی که پستی و بلندی در آن اندک است: هرگاه شعاع دید از داخل لوله میزان، بالای علامت طوق واقع شود، فاصله میان نقطه دیده شده با مرکز این علامت به اندازه مقدار بلندی مکان دومی است نسبت به مکان اول. و اگر در زیر علامت (ی)، واقع شود نشانه پست تر بودن این محل است از محل دیگر. و اگر فاصله را سه قسمت کنند، یعنی شمشه دیگری در وسط این فاصله قرار داده شود، با این تراز یابی کاملتر صورت می گیرد.

و اگر محل اندازه گیری بطوری پر شیب و فراز باشد که شمشه دار از نظر اندازه گیر ناپدید شود، نخ را کوتاه می کنند و آن را به اندازه ای در می آورند که شمشه دار از چشم تراز یاب پنهان نشود، به شرط آنکه در مرتبه دوم هم فاصله میان اندازه گیر، یعنی آن کس که تراز در دست اوست، تا محل شمشه به همان اندازه ای باشد که در اولین مرحله تراز یابی بوده است. و این است شکل آن (شکل ۶):



شکل ۶

اثبات این مسأله:

روی زمین خطی که دو محل اول و دوم را به هم متصل کند رسم می‌کنیم، این دو محل جایگاه تراز است در مرتبه اول و دوم که خط

(ه ی) فرض شده است. و خط (ب ه) را فاصله سطح زمین تا مرکز تراز - یعنی دایره‌ای که شرحش گذشت - فرض می‌کنیم، و خطی را که از سوراخ لوله به سوی شمشه خارج شود، خط (ب ا) فرض می‌کنیم، و خط (ل ا) را بجای شمشه نقشدار قرار می‌دهیم؛ چون نگرنده جای خود را عوض کند، پایه تراز را در نقطه (ی) قرار می‌دهد. خط (ک ی) فاصله زمین تا مرکز تراز در این حالت است، شعاع چشم نگرنده که از درون لوله خارج می‌شود خط (ک د) است، حال می‌گوییم که خط (د ا) همان ارتفاع نقطه (ه) نسبت به نقطه (ی) است؛ و اثبات این مطلب چنین است:

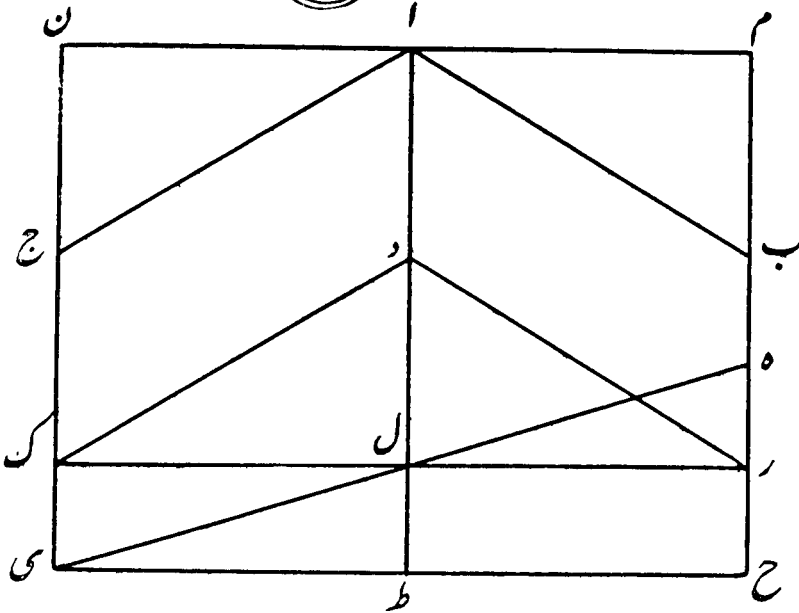
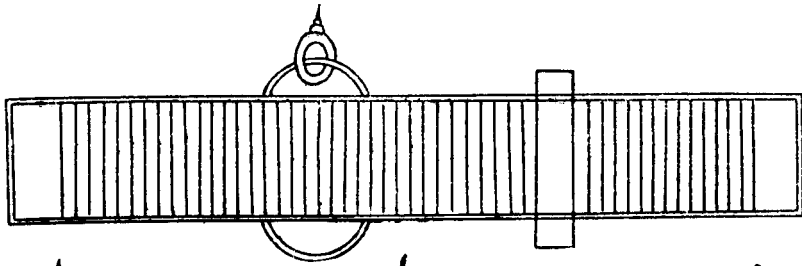
خط (ح ی) را از نقطه (ط) موازی با سطح افق رسم می‌کنیم؛ این خط بر هریک از دو خط، (ی ج) و (ح ب) - که امتدادهای پایه تراز در دو وضع اندازه‌گیری هستند - عمود است. آنگاه خط (ر د) را از نقطه (د) موازی با خط (اب)، و خط (اج) را از نقطه (ا) موازی با خط (دک) رسم می‌کنیم. حال می‌گوییم: دو چهارضلعی (ب ر د ا) و (ج ک د ا) متوازی‌الاضلاع هستند؛ زیرا خط (ب ر) با خط (ج ک) موازی است، و این دو خط متساوی نیز هستند، به دلیل آنکه خط (م ا) که عبارت است از ارتفاع سطح (د ر ب ا) نسبت به قاعده (ب ر) با خط (ان) که عبارت است از ارتفاع سطح (ج ک د ا) نسبت به قاعده (ج ک) مساوی است. و هرگاه دو سطح متوازی‌الاضلاع بر دو قاعده متساوی بنا شده باشند و ارتفاعشان مساوی باشد، خود متساوی خواهند بود. و بنا بر آن خطهای (ب ر) و (ا د) و (ج ک) متساوی هستند.

پس از بیان این مطلب می‌گوییم: در دو مثلث (ر د ل) و (ک د ل) خط (ر د) با خط (د ک) برابر است و خط (د ل) مشترک است، و زاویه (ر د ل) مساوی زاویه (ل د ک) است، در نتیجه مثلث (ر د ل) با مثلث (ل د ک) برابر و زاویه (ر ل د) با زاویه (د ل ک) مساوی است، یعنی این هر دو زاویه قائمه هستند. زاویه (ل ط ی) نیز قائمه است، پس خط (ر ک) با خط (ح ی) موازی است، و خط (ر ح) با خط (ک ی) برابر است. و چون هر یک از این دو خط فاصله بین زمین و مرکز تراز را مشخص می‌کنند، پس خط (ر ح) با خط (ب ه) مساوی است. حال چون خط (ه ر) را میان این دو خط مشترک قرار دهیم، در این صورت خط (ب ر) با خط (ه ح) مساوی خواهد شد؛ ولی چون خط (ب ر) با خط (ا د) مساوی بود، پس خط (ه ح) نیز با خط (ا د) مساوی می‌شود.

از طرف دیگر خط (ه ح) ارتفاع نقطه (ه) است نسبت به نقطه (ی)، پس خط (ا د) که با آن - یعنی با (ه ح) - مساوی است، همان ارتفاع مطلوب است، و این همان چیزی است که ما می‌خواستیم اثبات کنیم. (شکل ۷)

می‌توان این تراز را به شیوه دیگر نیز درست کرد: صفحه‌ای را - به شرحی که گفته شد - انتخاب، و بر مرکز آن لوله‌ای نصب می‌کنیم و شمشه‌ای را - به همان صورتی که شرح دادم - آماده می‌سازیم و بر روی نقشدار آن تنها یک علامت می‌گذاریم که فاصله میان مرکز آن و سطح زمین درست مساوی فاصله میان مرکز تراز با سطح زمین در حالتی باشد

که پایه تراز روی زمین قرار گرفته است.



شکل ۷

هرگاه بخواهی با این وسیله اندازه گیری کنی، لوله را روی خطی که از مرکز صفیحه می‌گذرد و آن را به دو نیمه مساوی تقسیم می‌کند، قرار

می‌دهی، این لوله روی خطی از صفیحه که با سطح افق موازی است قرار می‌گیرد. آنگاه از سوراخ لوله در هر فاصله‌ای که می‌خواهی به سوی شمشه نقشدار نگاه می‌کنی. اگر نقطه دید شمشه درست روی مرکز علامت قرار گیرد، در این صورت دو محل، هم‌سطح هستند و هیچ یک از دیگری بلندتر نیست. اگر نقطه دید بالای علامت قرار گیرد، در این حالت فاصله میان نقطه دید و مرکز علامت به اندازه ارتفاع محل تراز بر محل شمشه است؛ و اگر این نقطه زیر علامت قرار گیرد، در این حالت فاصله میان نقطه دید و مرکز علامت به اندازه ارتفاع محل شمشه بر جایگاه تراز است؛ و بر همین قیاس تا آخرین نقطه‌ای که می‌خواهی به اندازه گیری ادامه می‌دهی. این کار از شیوه پیشین ساده‌تر است، زیرا در این حالت از بکار بردن نخ بی‌نیاز می‌شوی و به هر اندازه‌ای که از تراز دور شوی اشکالی ندارد. و اگر نقطه دید در خارج شمشه بیفتد، فرمان می‌دهی که شمشه‌دار، شمشه را به تو نزدیک کند، تا اندازه گیری هیچ قسمت از قلم نیفتد. در اینگونه اندازه گیری، تراز باید بی‌نهایت دقیق و درست باشد تا آنکه اندازه گیری صحیح شود. و اگر اندک اعوجاجی در آن موجود باشد، اشتباه به این ترتیب جبران می‌شود که نگرستن به شمشه نقشدار را هر مرتبه از سوی دیگر انجام می‌دهند، یکبار از سمت ابتدا، و بار دیگر از سمت مقابل آن^۱؛ به شرط آنکه فاصله شخص میزان‌دار از

۱. مقصود از این عبارت معلوم نشد، و مفهوم نشد که «جهت‌الابتداء» ابتدای چیست. عین

شمشه در هر دو مرتبه - خواه نزدیک، خواه دور - به یک اندازه باشد. با این ابزار می‌توانی به شیوه دیگر عمل کنی: و آن چنین است که صفيحه چهارگوشه‌ای انتخاب می‌کنی که لوله بتواند برگرد مرکز آن بگردد. بر این مرکز بزرگترین دایره ممکن را رسم می‌کنی و برایش پایه و تسمه یا بندی که در آن گره خورده باشد - همچنان که توصیف کردم - درست می‌کنی، آنگاه شمشه چهارگوشه‌ای را که حدود ده و جب طول داشته باشد آماده می‌سازی. یکی از سطوح آن را - به شیوه‌ای که گفتم - علامت‌گذاری می‌کنی. فاصله این علامت از زمین، در آن حالت که شمشه روی زمین قرار داشته باشد، باید به اندازه ارتفاع مرکز تراز تا سطح زمین باشد، البته در آن صورت که پایه تراز را روی زمین قرار داده باشی. آنگاه روی شمشه را از مرکز علامت تا سر شمشه به شصت قسمت و هر قسمت را تا آنجا که ممکن است به قسمتهای کوچکتر تقسیم می‌کنی. و نیز از مرکز علامت تا پایین شمشه را به اجزاء متساوی تقسیم می‌کنی، بدانسان که هر جزء از اجزاء موجود با قسمتهای بالایی مساوی باشد.

پس از آنکه از این کار فارغ شدی، زنجیری - به شیوه‌ای که گفتم - انتخاب می‌کنی تا فاصله‌ای که چشم از آن فاصله می‌تواند به شمشه نقشدار نگاه کند تغییر نپذیرد و ثابت بماند. سپس دو محل را که فاصله

→

عبارت عربی چنین است: «و يجب ان يكون الميزان في هذا على غاية الصحة حتى يستوى العمل به، فان كان فيه ادنى اعوجاج فان الخطأ فيه ينجر بان يكون النظر الى الخشبة المنقشه كل مرة من جهة اخرى، مرة من جهة الابتداء و مرة من الجهة الاخرى».

میان آنها به اندازه طول زنجیر باشد، چنان آماده می‌کنی که هر دو محل هم سطح باشند و ارتفاع یکی بر دیگری افزون نباشد. تراز را در یک محل و شمشه را در محل دیگر قرار می‌دهی و از سوراخ لوله می‌نگری تا علامت اولین جزء پس از مرکز را بروی شمشه ببینی. پس در نقطه تقاطع طول تراز [مقصود ضلع قائم صفیحه است] و نخ‌ی که در جوف لوله است و از مرکز آن می‌گذرد علامت می‌گذاری.

آنگاه سر لوله را بالا می‌بری و آن را می‌چرخانی تا آنکه علامت دوم را ببینی، و محل نقطه تقاطع نامبرده را در روی صفیحه علامت می‌گذاری، و پیوسته جزء جزء بالا می‌روی تا آنکه به سر شمشه برسی. در این حالت طول صفیحه در نیمه بالایی به شصت جزء منقسم می‌شود. آنگاه قسمت پایینی شمشه را به قسمتهایی تقسیم می‌کنی. تعداد این اجزاء هرچه باشد فرق نمی‌کند، ولی باید هر جزء آن با اجزایی که در قسمت بالای شمشه تقسیم‌بندی شده مساوی باشد، و این کار باید در نهایت دقت انجام شود.

آنگاه خط کش را چنان می‌گذاری که بر هریک از علامتهایی که مشخص کرده‌ای، یعنی نقطه‌هایی که گفتیم، و نیز بر مرکز میزان بگذرد، و از محل علامت تا کنار دایره خطی رسم می‌کنی، تا هر وقت کنار لوله بر این خطها بگذرد، از روی آن، اجزاء و قسمتها شناخته شود. این نوع ترازبایی بیشتر رواج عام دارد. هرگاه بخواهی با این ابزار ترازبایی کنی، نقطه آغاز کار را معلوم می‌کنی و به آن کس که شمشه در دست اوست دستور

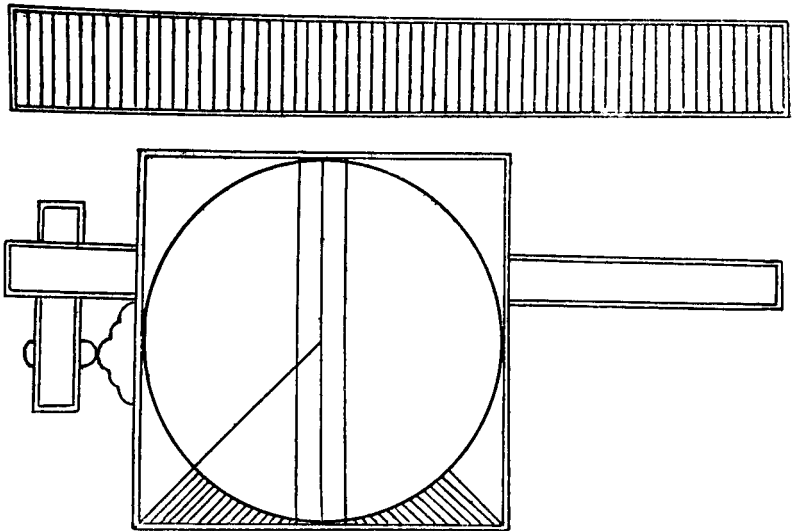
می‌دهی که به اندازه طول زنجیر از این محل دور شود تا آنکه فاصله میان پایه میزان و شمشه به اندازه طول زنجیر بشود.

آنگاه لوله تراز را به طرف علامت شمشه نشانه می‌گیری. اگر لوله روی خطی که با سطح افق موازی است - و صفیحه مربع تراز را به دو نیمه قسمت می‌کند، و از مرکز مدار لوله می‌گذرد - منطبق شود، دو محل در یک ارتفاع قرار گرفته‌اند؛ و اگر سر لوله زیر خط موازی با سطح افق باشد، تعداد قسمت‌های پایین افتادگی سر لوله را یادداشت می‌کنی، که همان اندازه ارتفاع محل پایه تراز بر محل نصب شمشه است. و اگر سر لوله بالای خط موازی با سطح افق قرار گیرد، اندازه قسمت‌ها را یادداشت می‌کنی، که همان مقدار پایین بودن محل پایه تراز از محل نصب شمشه است.

بدین شیوه به اندازه‌گیری ادامه می‌دهی تا به انتهای مطلوب برسی. و ابتدای اجزایی که بر روی صفیحه در نیمه بالا و در نیمه پایین رسم شده، از کنار خط موازی با سطح افق است، و پیوسته باید که هنگام نگاه کردن در لوله علامت منقوش بر شمشه را در نظر بگیری، و آنچه روی صفیحه خوانده می‌شود همان قسمت‌های شمشه نقشدار است. و این است تصویر میزان و شمشه (شکل ۸) [صفحه ۱۲۳].

اگر بخواهی این تقسیم‌بندی را به شیوه هندسی انجام دهی - چون این نوع تقسیم‌بندی بر خلاف شیوه‌های گذشته مطمئن‌تر است - باید چنین عمل کنی: هنگامی که میزان را در راستای شمشه قرار می‌دهی باید فاصله

میان آنها به اندازه طول زنجیر باشد، و نباید ارتفاع مرکز میزان از مرکز علامت روی شمشه بلندتر باشد، بلکه باید هر دو در یک امتداد باشند، تا اندازه میان مرکز میزان و مرکز علامت روی شمشه نقشدار معلوم شود، و از خطی که از بالای شمشه به مرکز میزان منتهی می‌شود، مثلث قائم‌الزاویه‌ای ایجاد گردد.



شکل ۸

هرگاه روی خط موازی با سطح افق که در نیمه بالایی روی صفحه واقع شده خطی رسمی کنی، اگر این صفحه معلق (آویخته) باشد، مثلی متشابه این مثلی که من گفتم ایجاد می‌شود و یکی از اضلاع این مثلث،

نصف خطی است که صفحه را به دو نیمه موازی با سطح افق تقسیم کرده است، و ضلع دیگر آن عبارت می‌شود از طول میزانی که دنبال شمشه نقشدار قرار می‌گیرد، البته در حالی که میزان معلّق باشد. و ضلع سوم همان خطی است که از مرکز میزان به سوی ارتفاع نامبرده خارج می‌شود، و این خط قسمتی از خطی است که از سر شمشه به مرکز میزان امتداد یافته است. پس هرگاه این مثلث را بر روی صفحه ترسیم کنی، ضلعی که در طول یا جانب صفحه معلّق واقع شده به تعداد قسمتهای نیمه بالایی شمشه نقشدار تقسیم می‌گردد، و این قسمتها متساوی هستند.

اثبات این مسأله چنین است:

۱. نسخه اصلی بخصوص در جاهایی که پای استدلال هندسی و استعمال حروف الفبا به میان آمده، بسیار معشوش و مغلوط است، و ما غالباً ناچار از تصحیح قیاسی متن شده‌ایم. برای آنکه اندازه غلط بودن نسخه اصلی معلوم شود عین استدلالی را که در نسخه عربی آمده و ترجمه آن را پس از تصحیح آورده‌ایم، با شکل ضمیمه آن در این حاشیه نقل می‌کنیم:

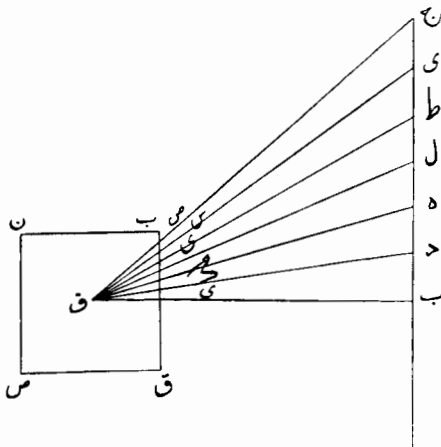
«برهان ذلك انا نجمل مربعه - ب ت س ق - صفحه المیزان و خط - ج ص - طول الخشبة و نقطة - ب - العلامة عليها و نقطة - ف - مرکز المیزان و هو لایرتفع علی نقطة - ب - ولا ینخفض عنها و یخرج خط - ف ب - و هو طول السلسلة فی هذه الصورة و خط - ف ج - و هو الذی یخرج من مرکز المیزان ال نقطة - ج - و هو عالیه الخشبة المنقشة و ین أن خط - ی ف - مواز لخط - ج ص - و ان مثلث - ف ی ص - شبیه به مثلث - ف ی ج ج - لان زاویه - س ی ص - قائمة و كذلك زاویه - ف ی ج - و زاویه - ص ف ی - مشترکة و زاویه - ف ص ی - مساویه لزاویه - ف ی ج ا - و قد قسم خط - ب ج - * هو مافوق علامة - ب - من الخشبة بستة اقسام و ان قسمته باکثر منه اواقل للمثال

* - ب - ، ب ج -

فرض کنیم مربع (ق ر ش ت) صفحه تراز، و خط (ج ن) طول شمشه و نقطه (ب) علامت روی شمشه باشد؛ و نقطه (ف) مرکز تراز است، که

→

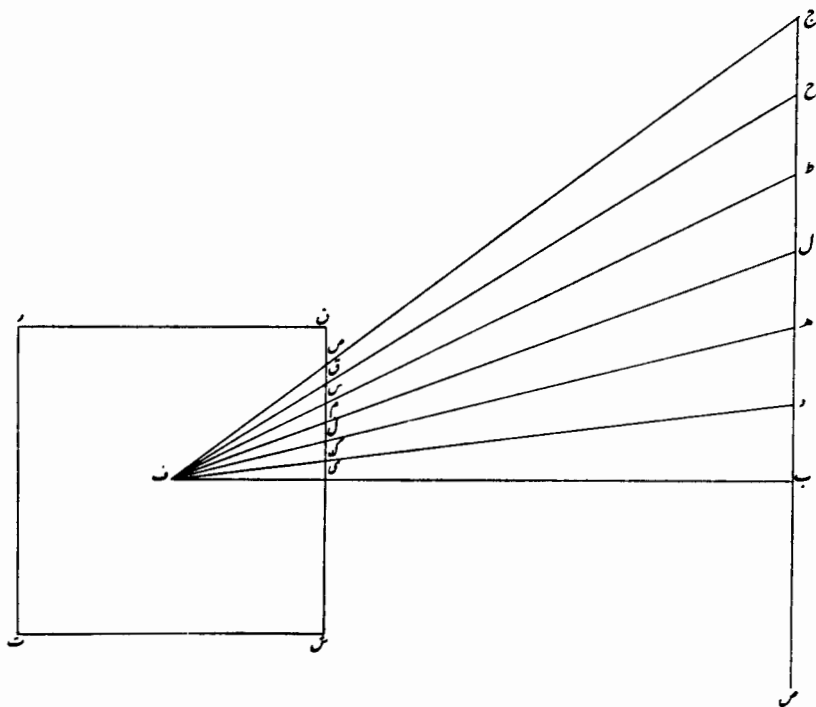
جازه و اقسام خط - ج ب - متساویه فاقول ان اقسام خط - ی ص - ایضاً متساویه. برهان ذلك ان مثلث - ل ه ف - شبیه به مثلث - ف ی ل - فنسبه - ب ه - الی - ل ی - کنسبه - ی ف - الی - ف ی - و كذلك نسبة - م د - الی - ک ی - کنسبه - ی ف - الی - ف ی - فنسبه - ه ب - الی - ی ل - کنسبه - ب د - الی - ک ی - فاذا بدلنا کانت نسبة - ب ه - الی - ب د - کنسبه - ل ی - الی - ک ی - و اذا فصلنا کانت نسبة - ه د - الی - ب د - کنسبه - ل ک - الی - ک ی - و - ه د - مثل - ب د - فیکون - ل ک - مثل. ک ی - و ایضاً فان نسبة - ب ج - الی - ی ص - کنسبه - ب د - الی - ف ی - و كذلك نسبة - ط ب - الی - س ی - کنسبه - ب د - الی - د ی - فاذا نسبة - ب ج - الی - ی ص - کنسبه - ط ب - الی - س ی - فاذا بدلنا کانت نسبة - ب ج - الی - ط ب - کنسبه - ی ص - الی - ی س - و اذا فصلنا کانت نسبة - ج ط - الی - ط ب - کنسبه - ص س - الی - س ی - و خط - ج ط - خمس خط - ط ب - فیکون خط - ص ی - خمس خط - س ی - فهو مثل واحد من اقسامه و ذلك ما اردنا بیانه و بمثل هذا البرهان تبیین ان - س ب - هو مساو لساير اقسام خط - ص ی - و هذه صورة الشكل».



نباید از نقطه (ب) بالاتر یا پایین تر باشد. خط (ف ب) در این تصویر عبارت است از طول زنجیر، و خط (ف ج) همان خطی است که از مرکز تراز به نقطه (ج) یعنی به رأس شمشه نقشدار، وصل شده است.

خط (ش ق) با خط (ج ن) موازی است، و مثلث (ف ی ص) با مثلث (ف ب ج) متشابه است، زیرا زاویه (ف ی ص) قائمه است، و همچنین زاویه (ب ف ج)، و زاویه (ب ف ج)، و زاویه (ص ف ی) مشترک است. پس زاویه (ف ص ی) با زاویه (ف ج ب) متساوی است. خط (ب ج) که عبارت است از قسمت بالایی شمشه، به شش قسمت تقسیم شده، و البته می توان آن را به قسمتهای بیشتر یا کمتر تقسیم نمود، و قسمتهای خط (ب ج) مساوی با یکدیگرند. حال می گوئیم که قسمتهای خط (ی ص) نیز متساوی هستند. اثبات این مطلب چنین است:

مثلث (ب ه ف) با مثلث (ف ی ل) متشابه است. و نسبت (ب ه) به (ل ی) برابر است با نسبت (ب ف) به (ی ف) و همچنین در دو مثلث متشابه (ب د ف) و (ی ک ف) نسبت (ب د) به (ک ی) برابر است با (ب ف) به (ی ف). در اینصورت نسبت (ه ب) به (ی ل) برابر خواهد بود با (ب د) به (ک ی). اگر این نسبتها را تبدیل کنیم [= با هم مقایسه کنیم] نسبت (ب ه) به (ب د) برابر می شود با نسبت (ل ی) به (ک ی) و اگر تفضیل کنیم [= مخرجها را از صورتها بکاهیم]، نسبت (ه د) به (ب د) برابر می شود با نسبت (ل ک) به (ک ی) و چون خط (ه د) مساوی (ب د) است، پس خط (ل ک) نیز مساوی خط (ک ی) خواهد بود.



شکل ۹

و نیز نسبت (ب ج) به (ص ی) برابر است با نسبت (ب ف) به (ی ف)،
 و همچنین نسبت (ح ب) به (ق ش) برابر است با نسبت (ب ف) به (ی
 ف)؛ بنابراین نسبت خط (ب ج) به (ی ص) برابر خواهد بود با نسبت (ح
 ب) به (ق ی)؛ هرگاه تبدیل کنیم نسبت (ب ج) به (ح ب) برابر خواهد بود
 با نسبت (ی ص) به (ی ق) و اگر تفضیل کنیم می‌شود نسبت (ج ح) به

(ح ب) مانند نسبت (ص ق) به (ق ی) و چون خط (ج ح) برابر با خمس $(\frac{1}{5})$ خط (ح ب) است، پس خط (ص ق) نیز خمس $(\frac{1}{5})$ خط (ق ی) خواهد بود که با سایر اجزاء آن برابر است؛ و این همان مطلبی است که می‌خواستیم اثبات کنیم.

و نیز با برهانی نظیر این ثابت می‌شود که خط (ص ق) با دیگر قسمتهای خط (ص ی) برابر است. این است شکل آن [صفحه ۱۲۷].

باب

چگونگی سنجش ارتفاع کوهها

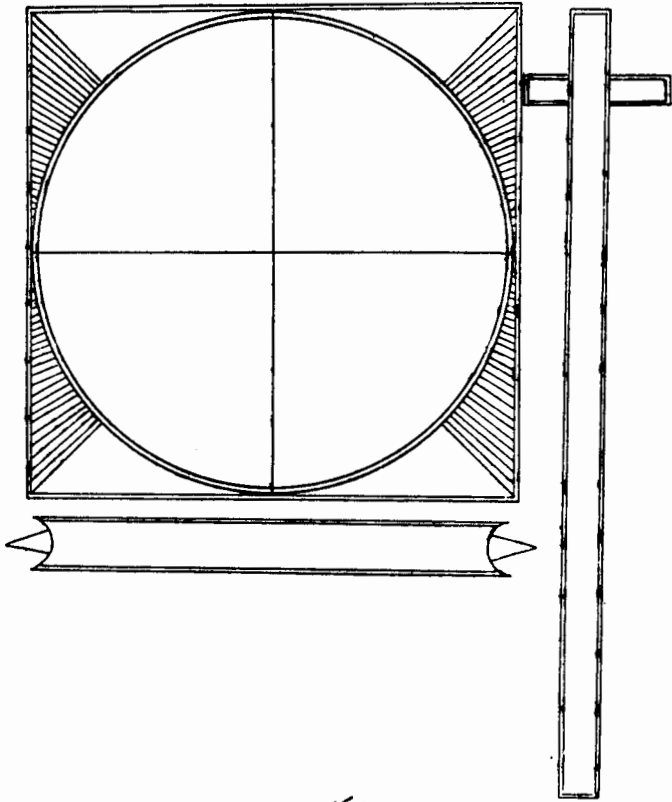
در تعریف ابزاری که بوسیله آن ارتفاع کوهها شناخته می شود، و می توان به کمک آن فاصله میان محلی که تو ایستاده ای با قله هر کوه یا هر شاخص مرئی را اندازه گرفت، یا فاصله میان قله های دو کوه یا دو شاخص مرئی را تعیین نمود، یا آنکه زمین را تراز یابی کرد.

* * *

صفیحه مربعی را که در وسطش سوراخی باشد و در آن سوراخ محور دوران لوله براحتی بچرخد، انتخاب می کنی. از مرکز صفیحه بزرگترین دایره ممکن را که محیطش با وسط اضلاع مربع مماس باشد رسم می کنی. آنگاه دایره را با دو قطر متقاطع که از مرکز سوراخ صفیحه می گذرند بطوری تقسیم می کنی که این دو قطر از نقاط مماس - یعنی محل هایی که محیط دایره با اضلاع مربع مماس شده - بگذرند. روی یکی از اضلاع

این صفيحه رزّه‌ای قرار می‌دهی که امتداد یکی از این دو قطر از مرکز آن بگذرد. آنگاه لوله‌ای که طولش به اندازه طول قطر دایره نامبرده باشد، و سطحش با سطح این صفيحه مماس باشد، انتخاب می‌کنی. دو طرف این لوله، به علت زیادی اجزاء صفيحه باید دو خار نازک داشته باشد. دو طرفی از صفيحه را که هنگام آویختن به حال قائم درمی‌آید، به آن ترتیب که در تراز پنجم گفتیم، تا حد ممکن به قسمتهای کوچک و دقیق تقسیم می‌کنی، بطوری که در هر طرف از این صفيحه اندکی خالی بماند، و خط موازی با افق نیز باید به تعداد همین اجزاء تقسیم شود، و ابتدای تقسیم‌بندی از مرکز صفيحه باشد، و هریک از دو جانب لوله را پس از آنکه هر نیمه از صفيحه بصورت دو مربع درآمد تقسیم کند، و هر جزء با جزیی از اجزاء دو طول برابر باشد. سپس خط کشی دقیق برمی‌گزینی، و آن را در امتداد مرکز و تقسیمات طولی دو طرف صفيحه می‌گذاری، و از کنار صفيحه تا دایره خطهایی رسم می‌کنی تا هرجا خار سر لوله بر دایره قرار گیرد، بفهمی که لوله بر چند قسمت از طول صفيحه واقع شده است. و این است تصویر صفيحه و حامل آن (شکل ۱۰) [صفحه ۱۳۱].

اگر بخواهی ارتفاع کوه را - چه دور باشد چه نزدیک - بشناسی، - و می‌دانی که ارتفاع کوه عبارت است از طول خطی که بصورت قائم از قله کوه بر سطح زمین فرود می‌آید، تا آنجا که سطح افقی ما بر محل ایستادن تو را که در زیر کوه امتداد یافته باشد قطع کند - و نیز اگر بخواهی فاصله میان خود و قله کوه را بشناسی، به طریق ذیل عمل می‌کنی:



شکل ۱۰

دو محلی را که در یک سطح هستند انتخاب می‌کنی و اسباب را بر پایه آن می‌آویزی، آنگاه قاعده حامل را در نزدیکترین فاصله با کوه قرار می‌دهی و سپس لوله را با نگاه به جانب قلّه کوه نشانه می‌گیری و محلی را

که پهلوی لوله بر طول تقسیم شده صفیحه قرار گرفته علامت می‌گذاری^۱. پس از آن در همان راستا از آن مکان دور می‌شوی، بطوری که پایه قائم ماژ بر قله کوه و دو نقطه دید اول و دوم بر یک امتداد باشند. و شناختن این امر آسان است. اسباب راروی زمین قرار می‌دهی و لوله را با نگاه به قله کوه نشانه‌گیری می‌کنی و محلی را که کنار لوله روی آن واقع می‌شود علامت می‌گذاری. آنگاه اجزایی را که میان دو علامت قرار گرفته‌اند بدست می‌آوری و اختلاف آنها را یادداشت می‌کنی. و نیز اجزاء فاصله شده میان طرف خط موازی با افق و علامتی را که خار لوله در نوبت دوم روی صفیحه تعیین کرده است یادداشت می‌کنی. و نیز فاصله میان مرکز اسباب و میان علامت اولی روی صفیحه را یادداشت می‌کنی و این را از روی تقسیماتی که آن را برای این اندازه‌گیری از مرکز اسباب آویخته باشی پیدا می‌کنی^۲. پس از آن فاصله میان مرکز اسباب، کنار خطی را که از مرکز آن عبور می‌کند و با سطح افق موازی است معلوم می‌کنی، و آن را نیز یادداشت می‌کنی؛ در نتیجه اندازه چهار بعد برای تو بدست می‌آید.

آنگاه اجزاء ارتفاع دوم را که عبارت است از فاصله میان کنار خط

۱. بیانی که در اینجا آمده با آنچه مؤلف بعدها با استدلال و از روی شکل نشان داده متفاوت است. در اینجا شرط نکرده است که حتماً خار لوله از گوشه مربع صفیحه و انتهای تقسیمات بگذرد، ولی در شکل چنین شرطی را مراعات کرده است.

۲. مقصود از این جمله معلوم نشد؛ عین متن عربی چنین است: «و ذلک تعرفه باجزاء الانبوه بأن تعلقها لتقدير ذلک بها».

موازی با افق و میان علامت دوم، در طول مسافتی که به آن اندازه عقب رفته‌ای ضرب می‌کنی، و حاصل ضرب را بر مقدار اجزاء خط موازی با افق که از مرکز میزان حساب شده، تقسیم می‌کنی. خارج قسمت هرچه باشد محفوظ اول نامیده می‌شود و اندازه آن را به ذراع یادداشت می‌کنی. سپس اجزائی را که از اندازه‌گیری فاصله میان مرکز اسباب و علامت اول بدست آمده در محفوظ اول ضرب می‌کنی، و حاصل ضرب را بر اجزاء موجود میان دو علامت اول و دوم تقسیم می‌کنی، خارج قسمت هرچه بود عبارت است از فاصله میان مکان اول با رأس کوه برحسب ذراع؛ آنگاه اجزاء نصف خط موازی سطح افق را در فاصله میان مرکز اسباب و میان علامت اولی ضرب می‌کنی؛ حاصل ضرب هرچه بود، عبارت است از فاصله پایه خط قائم ماژ بر قله کوه بر روی سطح افقی ماژ بر موضع اول تا این موضع؛ و چون مربع^۱ آن را از مربع فاصله میان قله کوه و مکان اول کم کنی و جذر آن را بگیری، حاصل جذر عبارت خواهد بود از ارتفاع کوه.

اما اگر بخواهی فاصله میان دو شاخص [یا دو شخص] مرئی را تعیین کنی - خواه این دو شاخص از هم دور باشند یا بهم نزدیک - باید ابتدا فاصله موضع واحدی را تا هریک از این دو شاخص حساب کنی، و سپس اسباب را بصورت افقی روی سر چوبی کوچک چنان نصب کنی

۱. مربع عبارت است از حاصل ضرب هر عدد در خود آن عدد. (مترجم)

که طرف منقوش آن به طرف آسمان باشد.

آنگاه کنار لوله را روی خطی که رزّه اسباب را به دو نیمه قطع می‌کند قرار می‌دهی، و اسباب را روی قاعده‌اش چندان بحرکت درمی‌آوری تا یکی از دو شاخص را از سوراخ لوله ببینی. پس از آن اسباب را در جایش ثابت می‌کنی تا با حرکت لوله از جایش تکان نخورد، آنگاه لوله را بحرکت در می‌آوری تا از سوراخش شاخص دوم را ببینی و در محلّ سرلوله روی صفحه علامت می‌گذاری. بعد بر روی صفحه میزان دو طولی را می‌جویی که با دو فاصله نامبرده متناسب باشند و زوایه دو خطی را که از مرکز میزان به سوی دو شاخص خارج شده‌اند در میان گرفته باشند. یکی از آن دو طول بر روی خطی است که لوله در مرتبه اول روی آن منطبق شده و دیگری بر روی خطی است که لوله در مرتبه دوم به روی آن قرار گرفته است. پس از آنکه این دو طول را بدست آوردی، انتهای آن دو را با خط دیگری به یکدیگر وصل می‌کنی و این خط را با واحدی اندازه می‌گیری که دو خط مطلوب نامبرده را اندازه گرفته‌ای.

هنگامی که تعداد اجزاء آن را بصورت دقیق شناختی، نسبت آن را به هر یک از دو خط نامبرده [یعنی دو ضلع دیگر مثلث] شناخته‌ای؛ از روی این نسبت، با دانستن فاصله‌های دو قله تا محل اندازه‌گیری، تعیین فاصله دو قله آسان است^۱. برهان درستی این شیوه چنین است:

۱. عبارتی که در اینجا آمده مغشوش است و به همین جهت از ترجمه آن صرف نظر شد.

خط (ا ب) را ارتفاع کوه فرض می‌کنیم و نقطه (ج) را مرکز صفيحه (ی ع ک ط) در موضع اول؛ خطی که از نقطه (ج) به قله کوه خارج می‌شود خط (ا ج) است، و خطی که از نقطه (ج) به پایه قائم ماز بر قله کوه وصل شود خط (ج ب) است. اکنون می‌خواهیم اندازه این خطوط سه گانه را بشناسیم:

خط معلومی را که به اندازه آن در راستای خط (ب ج) از کوه عقب رفته‌ایم خط (ج ص) فرض می‌کنیم، و خطی که از مرکز (ص) به سر کوه در نوبت دوم و از موضع دوم وصل می‌شود خط (ص ا) است، و خط (ص ر) با خط (ج ع) مساوی است، و این خط دوم همان است که در مرتبه اول به سر کوه امتداد یافته است. مربع (ع ط ی ک) عبارت است از وضع آلت در مرتبه اول، مربع (ر س و ذ) وضع آلت است در مرتبه دوم و خط (ر ص) همان خط (ج ع) است. دو مثلث قائم‌الزاویه (ص ق ه) و (ص ج ف) با یکدیگر متشابهند، پس نسبت (ق ص) به خط (ص ج) مانند نسبت (ه ق) است به خط (ف ج)، ولی خط (ه ق) معلوم است، چون اندازه آن عبارت است از اجزاء ارتفاع دوم از طرف خط موازی با افق (ق د) که از مرکز (ص) عبور کرده است. و خط (ق ص) نیز معلوم است، زیرا نصف خط (ق د) می‌باشد، و خط (ج ص) معلوم است، چون

→

در جای دیگر - یعنی در پایان همین باب - مؤلف گفته است که چگونه می‌توان از روی دو مثلث متشابه فاصله دو شاخص یا دو قله را اندازه گرفت.

اندازه‌اش با ذرع کردن معلوم می‌شود. پس اگر خط (ه ق) در خط (ص ج) ضرب شود و بر خط (ص ق) تقسیم گردد، خارج قسمت خط (ف ج) خواهد بود. و نیز مثلث (اج ف) با مثلث (ه ر ص) متشابه است، و برهان آن چنین است:

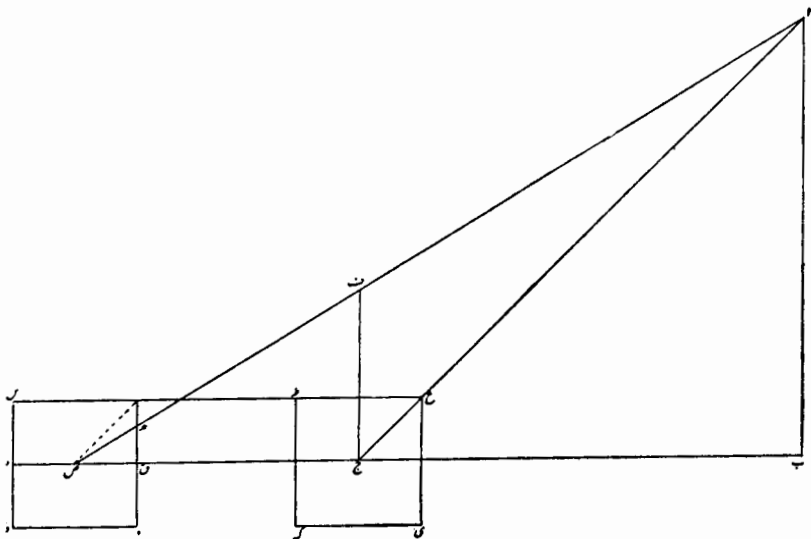
زویه (ا ف ج) با زویه (ف ه ق) مساوی است، زیرا خط (ف ج) با خط (ه ق) موازی است؛ پس زویه (ر ه ص) متقابل به رأس با (ف ه ق) نیز با زویه (ا ف ج) مساوی خواهد بود و زویه (ب اج) با زویه (ه ر ص) مساوی است. ولی زویه (ب اج) با زویه (اج ف) مساوی است، زیرا خط (اب) با خط (ف ج) موازی است، پس زویه (اج ف) با زویه (ه ر ص) مساوی است و در نتیجه زویه (ج اف) با زویه (ه ص ر) مساوی خواهد بود. بنابراین ثابت می‌شود که مثلث (ه ر ص) با مثلث (اج ف) متشابه است.

حال می‌خواهیم بدانیم که خط (اج) که عبارت است از فاصله میان نقطه (ج) یعنی مکان اول نقطه (ا) یعنی قلّه کوه چه اندازه است؟

طول خط (ف ج) پیش از این بدست آمد. [از تشابه دو مثلث اخیر] نتیجه می‌شود که نسبت اجزاء خط (ر ه) که عبارت است از فاصله میان علامتهای اول و دوم [از یک مثلث]، به خط (ف ج) که نظیر آن در مثلث دیگر است، برابر خواهد بود با نسبت خط (ر ص) به خط (اج) که نظیر آن است؛ پس هرگاه اجزاء خط (ص ر) را در اندازه‌های خط (ف ج) ضرب کنیم، و حاصل ضرب را بر اجزاء خط (ر ه) تقسیم کنیم، اندازه

خط (ج ا) بدست می آید.

مثلث (ا ب ج) نیز با مثلث (ر ق ص) متشابه است پس نسبت خط (ص ق) به خط (ج ب) برابر خواهد بود با نسبت خط (ر ص) به (ا ج) و چون اجزاء خط (ق ص) را در اندازه های خط (ج ا) ضرب کنیم و حاصل ضرب را بر خط (ر ص) تقسیم کنیم مقدار خط (ج ب) بدست می آید. و اگر مربع خط (ب ج) را از مربع خط (ا ج) کسر کنیم، و جذر باقیمانده را بگیریم، حاصل جذر عبارت خواهد بود از خط (اب) که عبارت است از ارتفاع کوه، و این فواصل بدست آمده نتیجه ای است که از نقطه (ج) حاصل شده است. این است شکل آن:



شکل ۱۱

و افزودن فاصله مرکز اسباب تا سطح زمین بر ارتفاع کوه، که به ترتیب فوق بدست آمده، کار دشواری نیست. و برای این شکل فروع بسیار است؛ و ترازها انواع فراوان دارند، ولی من برای آنچه مورد نظر بود به همین اندازه بسنده کردم.

و اما برهان برای شناختن فاصله میان دو شاخص یا دو قله کوه خود معلوم است، زیرا هنگامی که بر روی اسباب مثلثی بسازی که با مثلث حاصل از دو خط واصل به دو قله و خط مرسوم میان آن دو قله متشابه باشد، پس از آنکه اضلاع این مثلث روی اسباب را اندازه بگیری، و دو فاصله میان مکانی که بر آن قرار گرفته‌ای با دو قله کوه را تعیین کنی، شناختن فاصله میان دو کوه آشکار و روشن است، و هیچگونه تردیدی در آن نیست؛ زیرا در دو مثلث متشابه هرگاه همه اضلاع یکی و یک ضلع از دیگری معلوم باشد، بدست آوردن ضلعهای مجهول امکان پذیر است.

باب

شناسایی شیوهٔ احداث کاریز

اگر از مطالبی که ذکرش گذشت اطلاع حاصل کردی و خواستی کاریزی احداث کنی، و در جستجوی محل مناسب برآمدی، باید بدانی که بهترین محل برای حفر کاریز جلگه‌های دامنهٔ کوههایی است که دارای رطوبت و برف دائمی باشند؛ یا زمینهایی که میان درّه‌های این کوهها واقع شده باشند. پس از این دو محل، صحراهایی که به سلسله جبال مرطوب و طولانی مربوط می‌شوند برای احداث کاریز مناسب و مفیدند.

اگر چنین موضعی برای حفر کاریز پیدا کردی از آن چشم‌پوش، و اگر صحرائی پیدا شد که از کوههای نامبرده بدور است ولی دارای گیاهان شاداب فراوان است و سبزیهایی که بر وجود آبهای زیر زمینی گواهی می‌دهند در آن زیاد است، به حفر پرداز، زیرا مقدار آبهای پنهانی در زیر این زمینها همیشه یکنواخت است و کمی باران و برف در کاهش آنها

مؤثر نیست. با دانستن مطالبی که ذکرش گذشت انتخاب محل مناسب برای ایجاد کاریز آسان می‌نماید.

ممکن است حفر کاریز را در هنگام کم‌آبی آغاز کرد، یعنی در دو ماه شهریور و مهر. اگر خاک زمین قنات سست نباشد، می‌توان نقبهای آن را از حد معمول طولانی‌تر و فراختر احداث کرد، و اگر خاکش سست و بی‌دوام باشد، باید نقب را تنگ بگیرند و کف آن را بصورت مدور و غیرمسطح درآورند. اگر در طول و عرض سطح زمینی زه‌آب و چشمه‌های فراوان وجود داشته باشد، کاریزهای موجود در این نوع زمین پرآب خواهد بود، مخصوصاً اگر خاک زمین مایل به سیاهی باشد.

هرگاه محل مناسب پیدا کردی، از موضعی که می‌خواهی آنجا را دهانه یا مظهر قنات قرار دهی، از پایین به بالا تراز می‌گیری تا به محلی که می‌خواهی گمانه‌چاه را در آنجا حفر کنی برسی. سپس گمانه‌چاه را حفر می‌کنی و چون به آب رسیدی، اگر ارتفاع سطح آب درون گمانه‌چاه از ارتفاع مظهر یا دهانه قنات بلندتر بود، آن محل را برای احداث قنات اساس و مبدأ قرار می‌دهی. اما اگر گمانه‌چاه در ارتفاعی هم سطح دهانه کاریز به آب نرسید، برای حفر، گمانه‌چاه دیگر را با تراز گیری مجدد انتخاب می‌کنی و تا فاصله دورتری جلو می‌روی تا به نتیجه مطلوبی که وصف کردم برسی. هرگاه محل مناسب برای حفر گمانه‌چاه - به شیوه‌ای که گفتم - یافتی، نقبهایی که از محل گمانه به طرف پایین حفر می‌شود در خشکی خواهد بود، و نقبهایی که به سمت بالا امتداد می‌یابد در منبع و

مخزن واقع می‌شوند. اگر ممکن شود که قنات را در زمین سخت احداث کرد نباید در قسمت‌های سست به حفر پرداخت و اگر در موقع حفر در قسمت خشکی به خاک بدبو برخورد شود، باید مجرا را عوض کنند. پیشینیان گفته‌اند از احداث کاریز در خاک بد بو باید چشم پوشید.

باب

حفظ استقامت نقبهای زیرزمینی

در بیان حفظ استقامت نقبهای زیرزمینی که در قسمتهای خشک قنات و در منبع آب احداث می‌شوند.

* * *

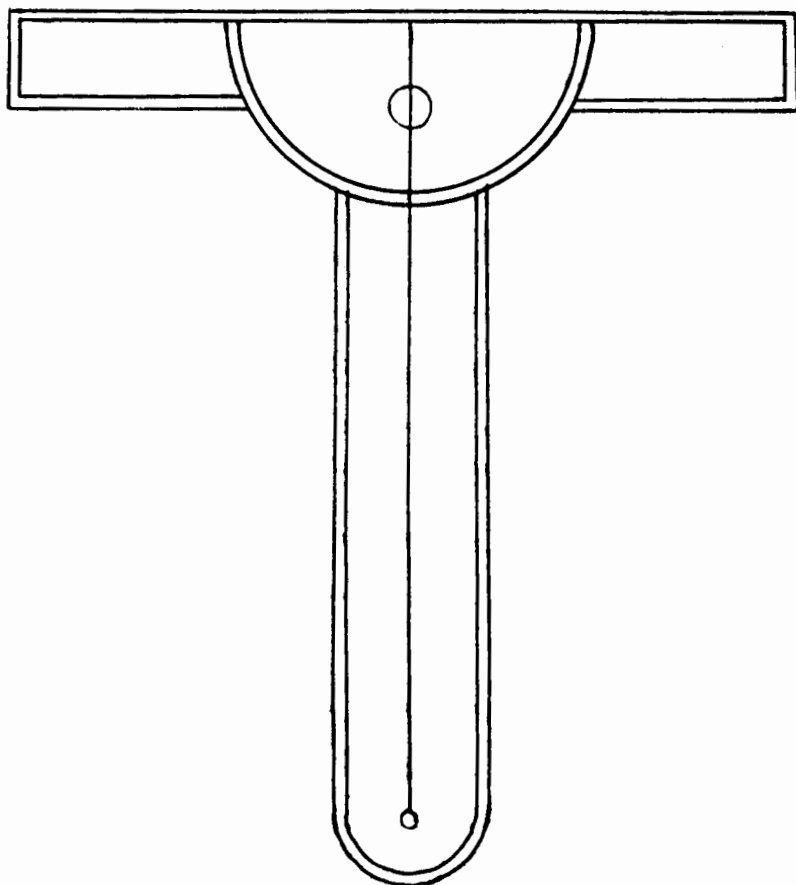
بیشتر مقنیانی که مدّعی این صنعت هستند و من دیده‌ام، در حفر مجاری و نقبها در قسمت خشکی منحرف و نامساوی پیش می‌روند، و از کف مجرا بیش از اندازه لازم پایین می‌روند، یا بالا می‌آیند. آنگاه پس از آنکه راه نقب را به چاهها باز کردند، و رگه‌های خشک را بوجود آوردند، کجیهای نقب را با فراخ کردن اطراف آن بر طرف می‌سازند. این کار برای قنات زیان بسیاری دارد، مخصوصاً اگر خاک قنات سست باشد.

اگر بخواهی همواری و راستای نقب (بانجه)^۱ در قسمتهای خشک قنات محفوظ بماند، وضع از دو حالت بیرون نیست، یا آنکه نقب در امتداد چاهی معلوم حفر می‌شود، یا آنکه چنین نیست. در آن حالت که نقب به طرف چاه معلومی حفر نمی‌شود، باید آن را چنان حفر کنند که راستای آن محفوظ بماند و کف نقب بالا و پایین نرود.

برای حفظ این یکنواختی، چوبی که طولش سه ذراع و مقطعش مربعی به عرض چهار انگشت باشد برمی‌گزینی. بر سر این چوب چوب دیگری را بصورت عمود بر آن نصب می‌کنند که ارتفاعش در حدود یک ذراع است. از بالای عمود شاقولی با نخ نازک می‌آویزند. در قسمت زیرین عمود که روی چوب نامبرده قرار گرفته، سوراخی به شکل نیمدایره ایجاد می‌کنند تا هرگاه شاقولی از عمود نامبرده آویخته شد در جوف آن قرار گیرد. و بر روی عمود خطی قائم در راستای طول چوب از محل سوراخ شاقول رسم می‌کنند. این است شکل آن (شکل ۱۲) [صفحه ۱۴۴].

این چوب را مقنی همراه خود برمی‌دارد و حفر اولین نقب یا کوره را در ته چاه آغاز می‌کند. پس از آنکه یک ذراع حفر شد، این چوب را در

۱. این لغت در فرهنگهای عربی و فارسی دیده نشد ولی در دهات خراسان امروز محل تلاقی ته چاه را با نقب «بُنجه آب رو» می‌گویند که در حقیقت نقب است و در خراسان و کرمان «سو» یا کوره می‌نامند. (مترجم)



شکل ۱۲

کف چاه و کف نقب حفر شده می‌گذارد، اگر اندکی از آن زیادی بود، در نقب یا کوره دیگر داخل می‌شود و از آنجا به نخ شاقول می‌نگرد. اگر نخ شاقول روی خط ترسیم شده بر عمود قرار گرفت عمل انجام شده صحیح

است. ولی اگر نخ به سمتی مایل شده بود، آن طرف از سمت دیگر پایین تر است. پس آن محل را به اندازه‌ای که با کف چاه تراز و برابر گردد بالا می‌آورند، یا به مقداری که باعث اشتباه شده پایین می‌برند، و یک ذراع دیگر حفر می‌کنند. و آن را نیز با این چوب می‌آزمایند، تا آنکه سه ذراع راست و درست حفر گردد.

پس از آن اگر مقنی بخواهد راستای کف نقبی را که حفر می‌کند محفوظ بماند باید بوسیله این چوب بر شیوه‌ای که گفتیم تا آخر نقب ترازگیری کند. اگر بخواهد می‌تواند میخی در سقف نقب دیگر بکوبد و نخ‌ی به آن میخ ببندد. هرگاه مقداری از نقب را حفر کرد، باید نخ را در طول قسمت حفر شده بکشد؛ اگر اندازه تمام قسمتهای نقبی که مشغول حفر آن است در امتداد نخ، از سقف تا کف، به یک اندازه باشد، و مانند فاصله محل بستن نخ به میخ در نقب دیگر بوده باشد، کار حفاری درست انجام شده است. ولی اگر اندازه‌ها متغیر و مختلف باشند عمل حفار نادرست می‌باشد.

اگر مقنی دریافت که فاصله میان سقف نقب و میان نخ بیشتر از اندازه نامبرده است، مسلم است که آن محل بالا آمده است، و بایستی آن محل را پایین ببرد، و یا برعکس.

ارتفاع نقب در هر موضع باید به یک اندازه باشد و نباید تغییر کند. مقنی ورزیده هرگاه نقبی به طول سه ذراع در نهایت استقامت و راستی حفر کند، می‌تواند برای ادامه کار صحیح با نگاه راستای آن را حفظ کند.

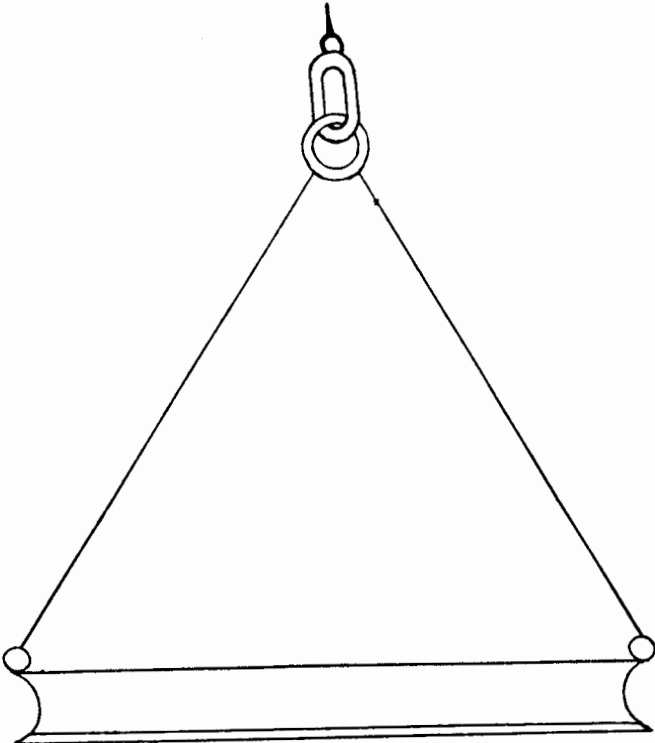
هرگاه هنگام نگرستن از تِه نقبی که مشغول حفر آن است، با یک چشم، اندکی از دهانهٔ نقب به چشمش نیاید معلوم می‌شود که در کار حفاری خطا کرده است، و باید از جانبی که دهانهٔ نقب پنهان نمی‌شود برگردد - فرق نمی‌کند که اشتباه در بلندی یا پستی محل باشد، یا آنکه مقنی به سمت چپ یا راست منحرف شده باشد^۱.

اما بهتر از تمام اینها آن است که لوله‌ای برنجین تهیه کنند که دهانه‌اش به فراخی سرانگشت کوچک و طولش در حدود یک وجب و نیم باشد. باید در دو سر این لوله دو رزّه یا دو حلقه نصب شده باشد و در هر حلقه زنجیری نازک یا مفتولی یک تگّه قرار دهند و دو سر دیگر این مفتولها را به یکدیگر وصل کنند. طول این دو مفتول باید به یک اندازه و هریک در حدود یک وجب و نیم باشد؛ و باید در محل اتصال این دو مفتول حلقه‌ای و میخی وصل کنند.

لوله، پس از آنکه از حلقهٔ میخدار آویخته شد، باید در خط مستقیم قرار گیرد. و خطی که از مرکز داخل لوله می‌گذرد، می‌بایست در تمام طول لوله با سطح افق موازی باشد. امتحان این کار چنین است: در حدود پانزده ذراع تقریبی از پای دیواری عقب می‌روی و این لوله را بوسیلهٔ حلقهٔ نامبرده از سرچوبی می‌آویزی و از سوراخ آن به سوی دیوار

۱. متن عربی این باب از اول تا اینجا بسیار مبهم است. تا آنجا که ممکن بود برای رعایت صحت و امانت در ترجمه از کاوش و مشورت با اهل فن کوتاهی نشد؛ با این همه اعتراف می‌کنم که ترجمهٔ این قسمت آن است که من فهمیده‌ام. (مترجم)

می‌نگری تا نقطه تلاقی شعاع دید خود را با دیوار بدست آوری. آنگاه آن سر لوله را که به جانب دیوار است به طرف خود قرار می‌دهی و سر دیگر را به سوی دیوار نشانه می‌گیری، و از سوراخ لوله می‌نگری. اگر از آنجا علامتی را که روی دیوار مشخص کرده‌ای دیدی، در ساختمان لوله عیب و نقصی وجود ندارد، و دو مفتول آهنین که در دو سر لوله نصب شده‌اند مساوی هستند. ولی اگر خلاف این بود به اصلاح آن می‌پردازی تا به حالتی که وصف شد درآید. و این است شکل آن (شکل ۱۳):



شکل ۱۳

هنگامی که از این آزمایش و انتخاب فارغ شدی و خواستی بوسیله این ابزار، راستای نقب را در خشکی مستقیم نگاه داری، و حفر قنات در امتداد چاهی معین نباشد، و بخواهی از اعوجاج نقب جلوگیری کنی، راه کار این است: یک ذراع و نیم از نقب را در جهت مورد نظر حفر می کنی. آنگاه لوله را از وسط سقف قسمت حفر شده می آویزی و از سوراخ لوله به سوی چاهی که حفر نقب را از آنجا آغاز کرده ای می نگری. در مقابل سوراخ لوله برکنار چاه گلوله ای کوچک، به اندازه بلوط یا بزرگتر، با نخ می آویزی. ارتفاع این گلوله از کف چاه باید به اندازه ارتفاع لوله آویخته از سقف از کف چاه باشد، تا این گوی از سوراخ لوله قابل رؤیت باشد. آنگاه حفاری را شروع می کنی، و هر وقت قسمتی از این نقب را حفر کردی، لوله را در قسمت حفر شده به شیوه ای که گفته شد از سقف می آویزی و از سوراخ آن در حالی که به گوی آویخته نامبرده نشانه گیری شده است، می نگری. اگر گوی را دیدی و توانستی لوله را به جانب آن نشانه گیری کنی، عمل حفاری درست انجام شده، ولی اگر این نشانه گیری ممکن نشد به خطا رفته ای. در این صورت از جوانب چهارگانه می نگری، یعنی از جهات لوله، تا دریابی که کدام جهت از گوی منحرف شده است. اگر گوی در سمت بالا قرار گرفته باشد کف نقب بالا آمده است، و اگر در جهت پایین بوده باشد کف نقب گود شده است، و اگر به طرف راست منحرف شده باشد، در سمت راست زیاده روی شده، و اگر به طرف چپ منحرف شده باشد حفاری به سمت چپ متمایل شده است. در تمام این

حالات در خلاف جهتی که گوی به آن سمت مایل شده به حفاری ادامه می‌دهی. و هرکس که در کار کردن با این شیوه ماهر باشد، هرگز در حفر نقبهایی که بدون چاه مورد نظری حفر می‌شود، دچار اشتباه نخواهد شد. اما اگر بخواهی نقب را به سوی چاهی معلوم و معین حفر کنی، بر سطح زمین نخ‌ری را در امتداد چاهی که نقب از آنجا شروع می‌شود و چاهی که باید نقب به آن منتهی شود، چنان می‌کشی که این نخ دهانه هر دو چاه را به دو نیمه تقسیم کند و از مرکز هر دو بگذرد. آنگاه از این نخ دو نخ به درون چاه شروع کار، می‌آوری که طول هر کدام یک ذراع از ژرفای چاهی که نقب از آنجا شروع می‌شود کمتر باشد. سپس حفاری نقب را شروع می‌کنی، و هر قسمت که حفر شد، از آخرین نقطه حفر شده با یک چشم به سوی آن دو نخ می‌نگری. اگر دیدی که نخ اول روی نخ دوم واقع شده و آن را پوشانیده است، عمل حفاری درست انجام شده، و اگر خلاف این بود، به خطا رفته‌ای. در این صورت عمل حفر را به طرفی که نخ اول، یعنی نخ نزدیکتر به تو، متمایل شده است می‌گردانی و امتداد می‌دهی. اگر حفاری در قسمت خشکی بود، و مقداری از نقب را در راستای دو نخ حفر کردی، سپس لوله را به شیوه‌ای که گفتم می‌آوری، طوری نشانه می‌گیری که از سوراخ آن، دو نخ را مانند یک نخ (یعنی کاملاً روی هم منطبق بینی). آنگاه گوی نامبرده را به شیوه‌ای که گفتم در مقابل سوراخ لوله می‌آوری و نخها را برمی‌داری و طبق دستور قبلی به حفاری ادامه می‌دهی. در این صورت حتماً بدون انحراف و اشتباه به چاه

مورد نظر خواهی رسید.

اما اگر حفر نقب در قسمت آبدۀ قنات باشد، انجام این امر از قسمت خشکی آسانتر خواهد بود، زیرا سطح آب در قنات، مقدار پستی و بلندی را نشان می‌دهد. در اینجا مقنی باید تنها راستای مستقیم را در نظر بگیرد تا به سمت چپ و راست منحرف نشود.

پس از آنکه حفر قنات به پایان رسید، باید ژرفای آبش در اول و آخر به یک اندازه باشد، و آسمانه آن بربیک استقامت پیش رفته باشد، و مقدار شیب کف قنات باید از آغاز منبع تا اول دهانه یا مظهر در هر فرسخ تقریباً یک ذراع باشد.

باب

شیوه حفر چاههایی که در انتهای نقبهای پیچ و خم دار قرار گرفته اند

هرگاه نقب چاهی از چاههای قنات را حفر کردی و بواسطه موانعی که در سر راه بود، نقب منحرف شد یا پیچ و خم برداشت و سرانجام به محلی رسید که لازم است روی آن محل چاهی دیگر حفر کنی، باید پرگاری چوبین یا آهنین تهیه کنی که دو سطح خارجی مقابل با دو سطحی از آن که روی همه قرار می‌گیرد، کاملاً صاف و مستوی باشد.

آنگاه خط کشی که به قسمتهای متساوی دقیق تقسیم‌بندی شده - به هر مقدار که می‌خواهد باشد - برمی‌گزینی و سپس داخل چاهی که حفر نقب از آنجا آغاز شده می‌شوی. نخ را از وسط آن چاه در نقب پیچ و خم دار تا آنجا که ممکن است و کج نمی‌شود می‌کشی؛ پس از آنکه به

محل کجی رسیدی و نخ به کنار نقب گیر کرد، در آن محل میخی می‌کوبی، و نخ را در حالی که به اعتدال کشیده شده به آن میخ می‌بندی. آنگاه باقیمانده را از سر پیچ رد می‌کنی تا به نقطه کج شدن دیگر نقب برسی؛ در آن محل نیز میخ دیگری می‌کوبی و نخ را به شیوه‌ای که گفتیم به آن می‌بندی. همچنین در تمام پیچ و خمهای نقب به شیوه‌ای که گفته شد، عمل می‌کنی.

طول نخ را باید زیاد گرفت تا برای تمام نقب بسنده باشد. تردیدی نیست که رشته پیوسته نخ در محل اتصال هر میخ زاویه‌ای ایجاد می‌کند. این زاویه را با خط کش و پرگار اندازه می‌گیری. شیوه این کار چنین است: لولای پرگار را در محل اتصال نخ به میخ قرار می‌دهی، و دهانه پرگار را چندان باز می‌کنی تا دو سطح خارجی آن روی دو نخ که از محل میخ به سمت چپ و راست امتداد یافته قرار گیرند. پس از آنکه دو پایه پرگار روی دو نخ قرار گرفت، گشادگی پرگار را با خط کش مدرج اندازه می‌گیری و اندازه آن را یادداشت می‌کنی. به همین شیوه اندازه تمام زاویه‌هایی را که در محل آن میخها ایجاد شده از روی قسمت‌های خط کش بدست می‌آوری و یادداشت می‌کنی. یعنی مقدار زاویه اول و دوم و سوم تا آخر...

آنگاه اندازه طول نخ را از وسط چاه تا محل میخ اول بدست می‌آوری و نیز مقدار آن را از محل میخ اول تا میخ دوم تعیین می‌کنی و بدین شیوه ادامه می‌دهی تا طول نخ را در محل آخرین میخ و انتهای

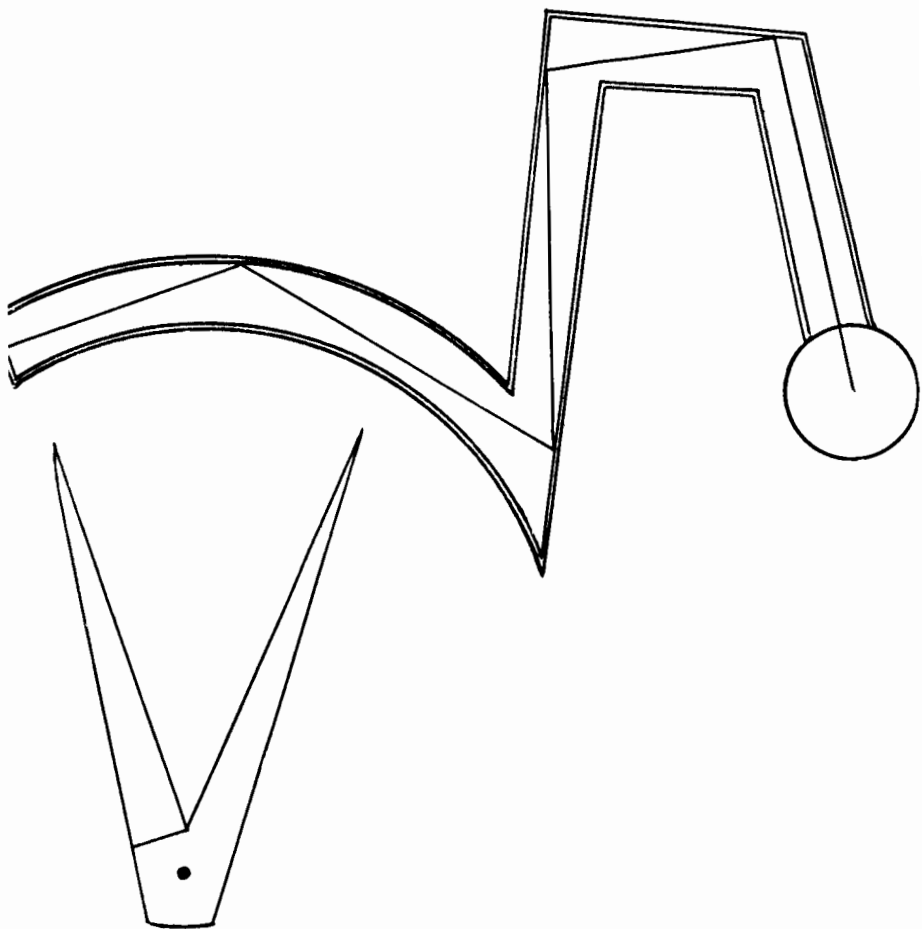
نقب، یعنی مرکز چاهی که می‌خواهی آن را حفر کنی، بدست آوری. سپس اندازه قسمت‌های اول و دوم و سوم و ... نخ را تا محلی که انتهای نخ به آنجا بسته شده یادداشت می‌کنی. آنگاه از چاه بیرون می‌آیی و در این چاه دو نخ را که به انتهای هریک از آنها شاقولی بسته باشد از چوبی که روی دهانه چاه قرار گرفته می‌آویزی. چوب روی چاه باید در امتدادی باشد که نخ‌های دو شاقول متصل به آن، هنگام نگرستن از محل اولین میخ داخل نقب روی هم قرار گیرند و یکی دیده شوند.

آنگاه بر سطح زمین، در راستای چوبی که روی دهانه چاه قرار گرفته، نخ می‌کشی که فاصله یک سر آن تا سر دیگرش - که بر مرکز چاه قرار دارد - مساوی با اولین طول نخ اندازه گرفته شده در داخل نقب باشد.

آنگاه امتداد نخ را چندان منحرف می‌کنی که زاویه‌ای به اندازه نخستین زاویه داخل نقب ایجاد شود. سپس از آنجا نخ را به اندازه قسمت دوم می‌کشی و در این نوبت نیز زاویه‌ای برابر با دومین زاویه زیرین ایجاد می‌کنی. و به این کار ادامه می‌دهی تا نخ امتداد یافته روی زمین به همان صورتی در آید که در داخل نقب از پیچ و خمها عبور کرده بود. انتهای این نخ محل حفر چاه است.

شکل ۱۴ نمودار پرگار و خط کش و نخ امتداد یافته در داخل نقب

است.



باب

در نگاهداری کاریز از خرابی

نگاهداری قنات به این است که لایروبی شود و پاک بماند؛ مخصوصاً توجه به مظهر قنات لازمتر است، چه در آن گل بیشتر جمع می‌شود و بر بستر آن خزه بیشتر می‌روید. کار دیگری که برای حفظ قنات لازم است این است که در فصل زمستان دهانه چاهها را با آجر و تخته سنگ مسدود کنند؛ اگر این وسایل بدست نیامد، باید بر دهانه چاه با خشت، طاق ضربی بزنند؛ دیگر آنکه در هنگام حفر باید دهانه چاهها را با سنگ یا آجر یا گِلِ رُس بالا آورند، و گلهای بیرون آمده از نقب و چاه را در پشت دیواره‌ای که برگرد دهانه چاه بنا شده بریزند تا از ورود آب در چاه جلوگیری شود. دیواره اطراف دهانه چاه باید مرتفع باشد و کاملاً روی دهانه چاه قرار گرفته باشد. این شیوه برای مصون ماندن قنات از ویرانی بهترین وسیله است، و مالکان را از مسدود کردن دهانه چاهها بی‌نیاز

می‌کند، و نیز آبادی قنات را پایدار می‌سازد، زیرا بیشتر فساد قنات بر اثر خرابی دهانه چاهها ایجاد می‌شود. دیگر از ضروریات حفظ قنات این است که نگهداری تعیین شود تا در هر ماه یک مرتبه به درون آن رود و اطراف و جوانبش را به دقت بررسی کند تا اگر در محلی مقداری گل ریزش کرده، بلافاصله برداشته شود. دیگر اینکه در آغاز هر سال قنات را از رسوبات لایروبی و تنقیه کنند. اگر بعضی از چاههای قنات در مجرای سیل واقع شده، باید دهانه آنها را با سنگ و آجر بالا آورد و در اطرافش مقداری خاک و گل، بیش از آنچه از چاه و نقب خارج می‌شود، ریخت، تا آن محل بصورت تپه‌ای درآید. این گل باید رُس و مانع نفوذ آب باشد. و اگر اطراف این تپه را با سنگ بالا آورند بهتر خواهد بود.

شایسته نیست که قنات در مجرای سیل یا میان درّه احداث گردد مگر وقتی که خاک اینگونه زمینها چسبنده و سخت باشد. احداث قنات در خاک سست، پول تلف کردن است، مگر آنکه خاک کمی چسبندگی داشته باشد و برنقبها طاق آجری بزنند.

اگر قنات در وسط درّه یا مسیل واقع شده و آب در فصلهای پرآبی از روی دهانه چاههای آن بگذرد و ممکن نباشد که دهانه چاههای آن را به شیوه‌ای که گفته شد بالا آورند، باید دهانه چاههای واقع شده در محل سیل را تا نیمه با گل رُس پر کنند و محکم ببندند. و راه پر کردن این چاهها چنین است: در دو طرف دیواره آن را حفر می‌کنند و با سنگ و آجر این قسمت حفر شده را چنان می‌چینند که چون قسمت چیده شده به اندازه

پنج و جب بالا آمد، به اندازه دو سه انگشت در چاه پیشامدگی و لبه پیدا کند. سپس روی این لبه قطعات کالار (تخته سنگ) قرار می دهند و روی آن را گل می ریزند تا به دهانه چاه برسد؛ و نیز ممکن است به جای تخته سنگ طاق بزنند. گل ملاطی که در این دیواره بکار می رود باید از خاک چسبنده ای که دارای رطوبت اصلی است تهیه شده باشد.

اگر آب منبع از تمام جهات نقب زیاد باشد و خاکش چسبندگی نداشته باشد، چاره آن است که در آن تنبوشه سفالین نصب کنند. فراخی دهانه تنبوشه ها باید به اندازه ای باشد که مردی بتواند در آنها وارد شود. در اطراف تنبوشه باید سوراخهای ریزی ایجاد کنند تا محل تراوش آب مسدود نگردد.

باب

شیوه گشودن مجاری مسدود شده

گاهی، بر اثر ریزش گل از آسمانه نقب یا از دهانه چاهها، آب کاریز بند می آید. در صورتی که در خاک قسمتهای ریزش کرده سنگ وجود داشته باشد، جریان تمام یا قسمتی از آب متوقف می شود. ممکن است اندازه آب بند آمده یا ارتفاع گلهای ریزش کرده بسیار یا اندک باشد. اگر مانع، اندک باشد گشودن راه آب آسان است. در مواردی که از محل خرابی مقداری آب جریان داشته باشد، احتمال می رود که راه آب بدون اقدام و اصلاح خودبه خود باز شود، مخصوصاً اگر بیشتر فروریختگی خاکی باشد. من می گویم: اگر تا نزدیکی محل خرابی لایروبی و تنقیه شود و چند روزی آن را به حال خود بگذارند، آب راه خود را باز می کند. و همچنین است اگر در کف نقب، نزدیک محل ریزش کرده، حوضچه ای حفر کنند. اگر به این دو شیوه راه آب باز

نشد، و ارتفاع آب در چاهها زیاد بود می توان بوسیله تحویل، راه آب را باز کرد.

شیوه کار چنین است: نقبی حفر می کنی که بین آن و آب بند آمده در حدود سه ذراع یا کمتر فاصله باشد. سپس چوبی که طولش بیشتر از سه ذراع باشد می گیری و بر این چوب سر نيزه ای سنگین نصب می کنی تا ریشه کن ساختن اشیاء بوسیله آن ممکن باشد. با کمک این ابزار سوراخی به اندازه چهار انگشت ایجاد می کنی تا آنکه سر نيزه در سمت دیگر به آب برسد. آنگاه از نقب بیرون می آیی. به ناچار راه آب باز می شود و نقب فراخ می گردد.

اما اگر ارتفاع آب اندک باشد، می توان راه آب را از چاهی که ریزش کرده باز نمود. شیوه این کار چنین است: مقنی به درون چاه می رود و خاکها را بالا می دهد تا آنکه به خاک گل شده برسد. آنگاه بر دیواره آن چاه پله هایی از چوب - که در چند محل داخل چاه نصب می شود - ایجاد می کند تا بتواند به راحتی از چاه بالا بیاید. آنگاه بر روی پله ای قرار می گیرد و با کج بیل دسته فلزی خرده خرده گلها را از چاه بالا می کشد، تا آنکه اندک اندک راه آب باز شود. پس از آنکه راه آب اندکی باز شد آن را به حال خود می گذارند تا خود به خود تمامش گشوده شود.

اما اگر آب در وسط نقب بند آمده باشد، باید از سطح زمین چاهی تا محل ریزش حفر کنند تا به محل مسدود شده برسند، و چون به آن رسیدند، شیوه عمل همان است که قبلاً گفته ام.

باب

دربارهٔ تحویل گرفتن کار از مقنیان

اما قنات تازه احداث شده^۱ باید که بر امتداد مستقیم حفر شده و بستر آن یکنواخت باشد، و ارتفاع آب در همه جای آن به یک اندازه باشد، زیرا افزونی آب در یک نقطه از کاریز نشانهٔ وجود نابسامانی و کجی در آن است.

هرگاه قناتی نادرست حفر شده باشد، آبش در یک نقطه راکد می ماند و در نقطهٔ دیگر سرعت جریان پیدا می کند. مخصوصاً اگر خاکش سست باشد، سرانجام ریزش می کند و قنات ویران می شود. در صورتی که ممکن نشود نقبهای قنات بر یک خط مستقیم و راستای معلوم حفر شود، باید سعی شود که بستر نقبها بر یک تراز حفر شود، و آسمانهٔ نقب تقریباً با

۱. در اصل «التوکان» است که شاید معرب «نوکن» فارسی یعنی تازه حفر شده باشد.

سطح افق موازی درآید و ارتفاع آب در سرتاسر قنات به یک اندازه باشد.

اما لایروبی و تنقیه، در حکم زندگی قنات محسوب می‌گردد. و کارشناسی که می‌خواهد مزد لایروبی قنات را تخمین بزند، باید پیش از شروع کار، داخل قنات شود و از محل دیدن کند، و در مورد اجرت لایروبی هر نقب از قنات - برحسب آنکه گل سخت یا نرم باشد^۱ - با مقنی شرط کند. باید اجرت هر «شاه و سمار»^۲ آن را با دقت کامل و با حساب ذراع تعیین کند. پس از آنکه مقنی لایروبی را تمام کرد، کارشناس پایین می‌رود و کار او را از اول تا آخر بررسی و تقویم می‌کند. اگر کار، مطابق شرط، درست و صحیح انجام شده بود، مزدش را می‌پردازد، وگرنه به اندازهٔ سهل انگاری و تقصیر مقنی از اجرتش کم می‌کنند. این است نتیجهٔ پسندیده‌ای که از بستن قرار قبلی بدست می‌آید. اما آن کسی که خاکهای خارج شدهٔ از قنات را کیل می‌کند و مزد می‌دهد، بسیار زیان می‌برد. زیرا مقنی مقداری گل جمع می‌کند و یک یا دو دلو (از گل چاه) روی آن می‌ریزد، و آن را برای تخمین زدن صاحب کار یا مباشر آماده می‌سازد. و نیز در این صورت مقنی قسمتهای دوردست قنات را لایروبی نمی‌کند، بلکه گلهای کف چاه را که در

۱. چون عبارت نامفهوم و بصورت «و یشارط القناء علی تنظیف کلی بانجه [= بن چاه؟] منها ان کان لازویاً اوسوائین» است، به قرینه ترجمه شد.
 ۲. به پاورقی صفحهٔ ۷۴ مراجعه شود.

فاصله‌های نزدیک قرار گرفته بالا می‌دهد، و از لایروبی دیگر قسمت‌ها خودداری می‌کند.

و هر مقنی که از قبول تشخیص کارشناس ناصح خودداری کند، ادامه کار او بی‌فایده است و کارش دقیق نخواهد بود. همچنین است کار کسی که گلهای بیرون آمده از چاه را کیل می‌کند و می‌گوید: این یک سوم شوه^۱ است و اجرش اینقدر است و این یک چهارم شوه است و مزدش اینقدر می‌شود. کارفرمایی که از چاه پایین نمی‌رود تا کار مقنی را از نزدیک بررسی کند، فردی فریب‌خورده و بی‌احتیاط و سهل‌انگار محسوب می‌شود.

اما درباره استوار کردن کاریز با سنگ یا آجر پیش از این سخن گفتیم و چگونگی ساختن آن را بیان کردیم.

این بود مطالبی که به اختصار درباره «استخراج آب» گفتم. با دانستن همین مختصر از مطالبی که بواسطه پرهیز از طول کلام و فزونی سخن، ناگفته مانده باخبر خواهی شد. بر نعمتهای فراوان و الطاف بیکرانی که نصیب من شده خدا را سپاس می‌گوییم، و بر پیامبرش محمد و خاندان پاک و منزّه او درود می‌فرستم.

پایان

۱. این لغت در فرهنگهای عربی و فارسی یافت نشد. گمان می‌رود معرب «سو» باشد که امروز در اکثر نقاط ایران به جای «نقب» بکار می‌رود. (مترجم)

مجلس شورای اسلامی ایران

و ایران

شماره ۱۳۸۷

**ABUBAKR MOHAMMAD
EBN AL-HASAN AL-HĀSEB AL-KARAJI**



**EXTRACTION
OF
UNDERGROUND WATERS**

**TRANSLATED FROM ARABIC INTO PERSIAN BY
HOSEYN XADIV JAM**



INSTITUTE FOR HUMANITIES AND CULTURAL STUDIES



IRANIAN NATIONAL COMMISSION FOR UNESCO