

## منشاء و استخراج آبهای معدنی

نوشته :

محمد رضا غفوری

استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه تهران

برطبق تعریف آبها و گازهای معدنی آندسته آبها و گازهایی هستند که از تشکیلات زمین شناسی خارج و دارای خواص درمانی بوده باشند .

آبهای معدنی یا گرم ممکن است علاوه بر اینکه دارای منشاء مختلف اند دارای اختصاصات فیزیکی-شیمیائی گوناگون نیز باشند . برخی دارای باقیمانده خشک بسیار کم در حدود چند دهم گرم در لیتر و برخی دیگر دارای مینرالیزاسیون بسیار زیاد تا حدود ۲۰ گرم در لیتر هستند . درجه حرارت آنها نیز متغیر و از درجات پائین شروع و تا حد نزدیک به جوشش در بعضی موارد پیش میرود . معذالک دارای اختصاصات مشترکی نیز هستند ، غالباً با فشار فراوان بطور صعودی در یک نقطه از زمین خارج می شوند و از عمق زیاد بصورت رگه ای بطرف سطح زمین در حرکت بوده و از شکافهای پوسته زمین خارج می شوند .

بطور کلی چنین می توان گفت که بین آبهای خوراکی چشمه و چاه و یک آب معدنی واقعی حد واسطه‌هایی را نیز می توان معلوم داشت .

آبهای معدنی غالباً از عمق زیاد که گاهی تا ۲۰۰۰ متر میرسد بطرف سطح زمین جریان دارند و چنین تصور می شود که می تواند حتی از حد لیتوسفر (Lithosphère) این جریان شروع شده باشد . این آبها را بدو منشاء نسبت داده اند :

۱- آبهای بامنشاء سطحی یا ژئوترمال (Géothermale) - این آبها دارای منشاء خارجی یا متئوریک (météorique) بوده که بداحل زمین نفوذ کرده و حتی تا عمق زیاد پائین رفته و در این جریان تغییراتی در ترکیب شیمیائی آب حاصل و در یک شاخه صعودی بطرف بالا جریان پیدا کرده است . آب در حرکت

پائین روسردوبالارو گرم راداراست. جذب حرارت توسط آب طبق گرادیان ژئوترمیک (Gradient géothermique) بوده که این گرادیان در زمین ها و مناطق مختلف یکی نیست ولی بطور کلی تغییر درجه در ۳ تا ۳۰ متر یک درجه سانتی گراد است .

برگشت آب بطرف بالا در اثر عمل ترموسیفون ها است . پائین آمدن چگالی آب در اثر انحلال گازهای موجود در عمق زیاد و دور شدن ملکولهای آب از یکدیگر در صورت بالا رفتن درجه حرارت در عمق زمین از عوامل اصلی حرکت صعودی آب هستند . در این حرکت فشار هیدروستاتیکی و خاصیت کاپیلاریته مجاری برگشت نیز در عمل مداخله دارند .

در صورتی که ستون آب گرم در نزدیکی زمین به یک منطقه بسته برخورد کند سفره آبدار محصور (Nappe captive) را بوجود می آورد مانند چشمه های Vittel فرانسه . در این صورت می توان از این آبها بمقدار فراوان با حفر چاههای عمیق بهره برداری کرد و گاهی ترکیب شیمیائی این آبها مشابه آبهای خوراکی می باشد . خواص فیزیکی شیمیائی این آبها بستگی به زمینهای دارد که از آنها عبور می کند و بعضی از اختصاصات هیدرولوژی آبها مانند درجه حرارت آن به عوامل جوی منطقه خروجی مربوط است . درجه حرارت این آبها ندرتاً از ۳۰ تا ۴۰ درجه بیابالا است .

۲- آبهای سنتز و ژونیل (Juvénile) یا بکر (Vierge) در بین قالب آبهای معدنی که در طبیعت دیده می شوند و از دسته آبهای خارجی هستند آبهایی نیز وجود دارند که از اعماق زیاد خارج می شوند و می توانند حاصل بخار آخرین مرحله ماگمای مذاب درون زمین بوده که با تظاهرات آتشفشانی در ارتباط می باشند . نیروی خارج کننده آب از عمق زمین مربوط به بخار آب و گازهای بحالت محلول یا امولسیون در تحت فشار بسیار زیاد است .

فرضیه ژونیل آبهای معدنی که در اواسط قرن نوزده بیان شده است منشاء این آبها را مانند منشاء رگه های معدنی فلزی دانسته اند . طبق نظر Suess ژنز آبهای گرم در ارتباط با ولکانیسم و آبهای ژونیل حاصل اعمال بین هیدرژن و اکسیژن پیرو سفر و حتی باریسفر می باشد .

آرمان گوتیه (Armand Gautier) چنین عقیده دارد که آتشفشانها در منشاء آبهای گرم مداخله قطعی دارند و پیرو لیز سنگها در آزمایشگاه مانند سنگهای گرانیات و پرفیر مقدار قابل ملاحظه ای آب و گاز مشابه گازهای آبهای گرم حاصل می کند . همچنین تفسیر می کند که عمل آرام و مداوم گرمای بینهایت هسته مرکزی زمین بر روی سنگهای موجود در عمق زیاد عمل فوق را انجام داده و باعث ایجاد آب می شود .

مطالعات اخیر درباره مقدار اکسیژن ایزوتوپیک تعیین شده با اسپکترومتری جرمی

(Spéctrométrie de masse) آبهای گرم Massif Central فرانسه نشان داده است که ساختمان

اکسیژن ایزوتوپی که بطور فرضی به منشاء ژونیل نسبت داده شده است با اکسیژن ایزوتوپی آبهای حاصل مواد آذرین متفاوت است. بکمک مطالعات فوق معلوم شده که این آبها کلاً مشابه آبهای جوی و آبهای سطحی مناطق اطراف ناحیه مزبور می باشند.

مطالعه کربن ایزوتوپیک آنها نیز که در ساختمان گازهای آب مانند  $CO_2$  بکار رفته است چنین نشان داده که این گازها می توانند دارای منشاء عمیق و منشاء خارجی باشند.

نتیجه آنکه هیچ یک از متخصصان چنین عقیده ندارند که آبهای معدنی فقط از بخارات ماگمای درونی زمین یا اثر اکسیژن و هیدرژن و یا فعل و انفعالات شیمیائی در عمق بسیار زیاد حاصل می شوند بلکه بیشتر بر این عقیده هستند که آبهای معدنی قاعده<sup>۲</sup> دارای منشاء خارجی بوده و برخی از آنها دارای منشاء ژونیل می باشند که احتمالاً با آبهای خارجی مخلوط شده و بصورت چشمه از زمین خارج می شوند.

ساختمان شیمیائی اصلی آب معمولاً در جریان حرکت آب در زمین حاصل می شود. در این عمل پدیده های فراوان و پیچیده ای دخالت دارند که عبارتند از؛ اعمال مکانیکی، انحلال فیزیکی، جذب و تبادل یونها، فعل و انفعالات شیمیائی کربن ها، فعل و انفعالات شیمیائی کربن ها، اکسیداسیون و احیاء، هیدرولیز و اعمال بیولوژیکی.

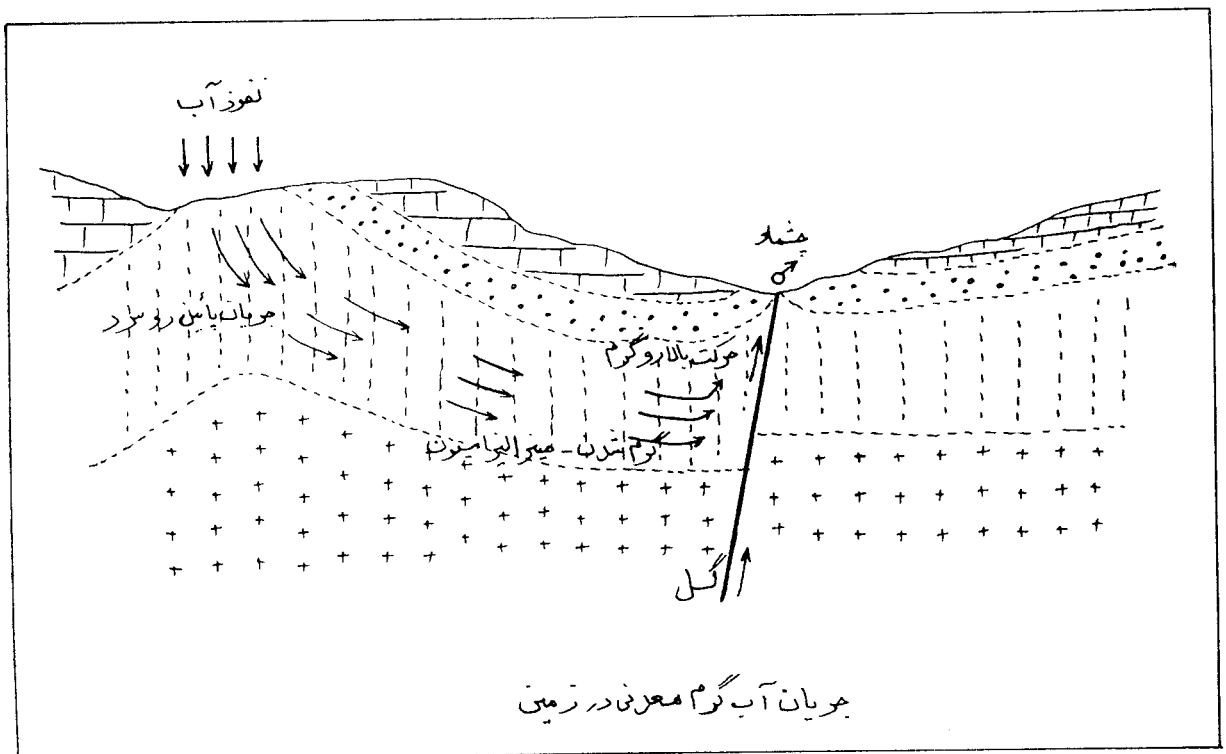
سنگهای سیلیسی مانند گرانیت بمقدار کم آبرآمینرالیزه می کند. آبهای بی کربناته سدیک از زمینهای آذرین و آبهای بی کربناته کلسیک از زمین های آهکی خارج می شوند. آبهای سولفور سدیک معمولاً در محور کوههای گرانیتی، میکاشیستی گنیسی دیده می شوند. زمینهای مردابی دوره تریاس در ساختمان شیمیائی آبهایی که با آنها تماس پیدا کنند با توجه به دربرداشتن مقدار زیاد کلرور و سولفات به آنها اثر فراوان دارد. به همراه دوسلح فراوان فوق برسورها ویدورها نیز در ترکیب شیمیائی ایندسته آنها وارد می شوند. بدین سبب آبهای کلروسولفات کلسیک، کلرور سدیک، سولفات کلسیک و منیزین از زمین های تریاس منشاء می گیرند. همچنین آبهای سولفور کلسیک احتمالی که از احیاء بیولوژیکی آبهای سولفات کلسیک حاصل می شوند نیز از چنین زمین ها خارج می شوند.

رگه های معدنی فلزی که در زمین های دوران اول دیده می شوند مانند سنگهای پیریت دار که در تماس با آب باعث گوگردی کردن آن می شوند نیز یکی از عواملی هستند که سازنده املاح موجود در آب می باشند. بالاخره درباره رادیوآکتیویته آنها می توان آنرا خصوصاً به سنگهای گرانیتی خروجی نسبت داد، ولی اخیراً در مطالعاتی که انجام شده است رادیوآکتیویته آنها را در ارتباط با زمین های سطحی و آبرفتی نیز پیدا کرده اند.

**خروج آبهای معدنی** - اکثر چشمه ها بطور غیر مترقبه پس از طی راهی در مناطق چین خورده و جابجا شده طبقات زمین در نقاط مختلف از زمین خارج می شوند. بعضی از چشمه ها نیز در عملیات ساختمانی و پی کنی

در زمین ظاهر می‌شوند و یا با حفر چاه بطور خود بخود از زمین خارج می‌شوند . نقطه خروج آب را از زمین مظهر یا Griffon می‌نامند که این نقطه انتهای شکستگی ها ، شکافها و یا برخورد طبقات مختلف می‌باشد . این نقطه معمولاً در کف دره‌ها، مجاور بستر رودخانه‌ها یا بعبارت دیگر نقاطی که فشار هیدروستاتیکی حداقل است قرار دارد .

آنچه که در ایجاد چشمه‌های معدنی مؤثر است وجود کوه‌های فراوان و چین خورده نیست بلکه وجود شکستگی و گسل‌هاست که عامل خروج آب می‌باشد . ساختمان زمین‌شناسی محل خروج آب نیز در شکل ظاهری چشمه‌ها بسیار مؤثر است، چنانچه ممکن است آب قبل از خروج از زمین در یک شبکه شکافهای سطحی وارد شود و از نقاط بیشمار از زمین خارج شود . از طرف دیگر بعضی چشمه‌ها با عمل رسوبگذاری، هنگام خروج مانند توفهای آهکی یا املاح آهن دار می‌توانند محل خروج را تغییر دهند ، چنانچه این عمل می‌تواند تولید رگه‌های معدنی فلزی را بکند . گاهی اوقات نیز بجای رسوبات سخت آنها باقیمانده‌هایی کم و بیش مایع بجا می‌گذارد که ایجاد گل ولجن مخصوص آبهای معدنی را مینماید که در درمان‌شناسی ارزش فراوان دارا هستند .



استخراج آبهای معدنی - بهره‌برداری از یک چشمه معدنی آبگرم با کاپتاژ صحیح امکان پذیر است . کاپتاژ (Capatage) عبارت از تدارکاتی است که در مظهر چشمه بدو منظور اصلی زیر فراهم می‌شود ؛ الف) حصول به حداکثر آبده چشمه ،

ب) درحفاظت گذاردن اصالت آب با بعبارت دیگر جلوگیری از کم شدن حرارت ، آلودگی میکروبی و اختلاط با آبهای سطحی نافذ .

عملیات کاپتاژ را بعد از یک مطالعه کامل زمین شناسی انجام میدهند و اطلاعات لازم را درباره رگه آب معدنی ، عمق جریان آب که باعث ساختمان شیمیائی و رادیوآکتیویته آب می شود بایستی قبلاً در اختیار داشت . بهر نحوی که رگه آب معدنی بسطح زمین برسد بایستی عملیات کاپتاژ را تا نقطه اصلی خروج آب از گسل یا شکافها ادامه داد که ممکن است بصورت حفریات ، گالری افقی ، چاه عمیق یا مجرای خروجی کاملاً ایزوله باشد . لازم است که رگه آب خروجی خصوصاً در مقابل آبهای خارجی که در سفره های سطحی غالباً جمع می شوند محافظت شود . عدم رعایت این مسئله علاوه بر آنکه احتمال بهم زدن ترکیب اصیل شیمیائی آبر را در بردارد میتواند باعث آلودگی میکروبی نیز بشود . در بعضی موارد برای جلوگیری از وارد شدن آبهای نافذ به رگه آب معدنی ساختن زه کش هائی در اطراف آن الزامی است .

یکی از عواملی که در جریان رگه های آب معدنی وارد میشود آبهای خارجی است که با رگه آب تماس پیدا می کند و ایندو تحت اثر یک نیرو بحال تعادل درمی آیند که بنام تعادل هیدروستاتیکی نامیده می شود . این تعادل که غالباً هنگام خروج آب از زمین بوجود می آید بطور مصنوعی با ایجاد کانالهای هیدروستاتیکی در بعضی موارد برای جلوگیری از داخل شدن آبهای مزاحم مانند آب رودخانه ها و غیره ساخته شده و یا با حفریات ساختمانی و امثال آن تعادل موجود بین آب معدنی و آبهای نافذ از بین رفته و نتیجتاً دو آب بایکدیگر مخلوط شوند .

گازهای معدنی که غالباً همراه آب از زمین خارج می شوند قبل از خروج بحالت محلول و تعادل در آب درمی آیند . در مجاورت زمین فشار وارده بر حجم معین آب کم شده در نتیجه تفکیک گازها از آب بسرعت انجام می پذیرد . در مقابل پائین آمدن درجه حرارت آب باعث بالا رفتن حلالیت گازها در آب می شود . این دو عمل مخالف سبب باقی گذاردن حجم معینی گاز در یک آب معدنی میشود . آنچه که بیشتر از این جنبه مورد نظر است مسئله رادیوآکتیویته آبهاست که غالباً بصورت گاز رادن بوده و باعث ایجاد رادیوآکتیویته موقتی آب می شود .

گازهای همراه آب را باوسائل مخصوص از آب جدا میکنند و برای مصارف اختصاصی آن بکار میبرند . خلاصه آنکه عملیات کاپتاژ بایستی در نهایت دقت و با توجه به مسائل غیرپیش بینی شده در هنگام عملیات و مبتنی بر نتایج تجزیه آب و مطالعات زمین شناسی انجام گیرد و در این کار همکاری زمین شناس ، مهندس ساختمان ، شیمیست و بیولوگ الزامی است .