دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش آبشناسی)

عنوان :

بررسی خصوصیات هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمیایی چشمه های آبگرم محلات

اساتید راهنما:

دکتر محسن رضایی

دکتر محمد بومری

تحقیق و نگارش:

صدیقه قربانی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

مهر 1388

چکیده

چشمه های آبگرم محلات که از مهمترین منابع آب معدنی استان مرکزی به شمار می آیند، در شمال شرق محلات واقع شده اند. این منطقه از نظر زمین شناسی بخشی از کمربند ماگمایی ارومیه-دختر است. سازندهای رخنمون یافته در منطقه متنوع بوده و شامل انواع سنگهای آذرین و سنگهای رسوبی از پرکامبرین تا عهد حاضر می باشند. محل ظهور چشمه های آبگرم و معدنی بر روی رسوبات آبرفتی و تراورتنی قرار دارد که رسوبات کربناته، پرموتریاس، کرتاسه و الیگومیوسن (سازند قم) در نزدیکی آنها قرار دارند. عملکرد تکتونیکی و وجود گسلهای اصلی و فرعی متعدد در منطقه همراه با بالاآمدگی، خردشدگی واحدهای سنگی و تغییر شیب آنها بوده است. منابع آبی منطقه شامل آبخوان آبرفتی با وسعت و ضخامت محدود و نیز کیفیت نامطلوب و آبخوان های سازند های کربناته می باشد. سازند های کربناته به دلیل عوامل زمین شناسی و تکتونیکی و شرایط اقلیمی گذشته از نفوذپذیری و آبدهی مناسبی برخوردارند و منابع کارستی عمیق را در منطقه تشکیل داده اند. وجود دره های کارستی و حفرات زیرزمینی و همچنین چشمه های کارستی و تراورتن ساز در منطقه از شواهد عملکرد پدیده کارست می باشند.

ضمن مطالعات زمین شناسی و صحرایی چشمه های آبگرم و آبسرد منطقه از تعدادی از آنها نمونه آب گرفته شد و جهت تعیین مقادیر یون های اصلی به آزمایشگاه سازمان آب منطقه ای شهرستان اراک منتقل شد. بر اساس این مطالعات اکثر چشمه های آبگرم دارای درجه حرارت حدود 46 درجه سانتیگراد، pH کمی اسیدی تا خنثی و EC حدود 2000 میکروزیمنس بر سانتیمتر می باشند. ترکیب شیمیایی چشمه های آبگرم تقریبا یکسان بوده که دلالت بر منشاء واحد آنها دارد. همچنین تیپ و رخساره همه چشمه های نمونه برداری شده سولفاته کلسیک است. احتمالا غلظت بالای یون سولفات در آبهای منطقه به خاطر رسوبات سولفاته (مارن های ژیپس دار سازند قم و رسوبات ژیپس سازند قرمز فوقانی) می باشد. همه چشمه ها اشباع و فوق اشباع از کلسیت بوده و مقادیر PCO_2 چشمه های آبگرم بیشتر از PCO_2 اتمسفر می باشد که این عوامل خود نشان دهنده آبخوان عمیق و کارستی این چشمه ها است. رسوبگذاری تراورتن در آنها در نتیجه خروج CO_2 و تاثیر یون مشترک (Ca از انحلال ژیپس و انیدریت) می باشد. همچنین مطالعه هیدروژئوشیمی چشمه های آبگرم و آبسرد شواهدی از اختلاط را بین این آبها در قسمتهای فوقانی نشان می دهد که این اختلاط با توجه به شور بودن آبهای سرد و کم عمق موجب کاهش دما و افزایش TDS آب آنها شده است. دمای عمقی آب نیز به کمک ژئوترمومترهای شیمیایی تخمین زده شد که نتایجی متفاوتی بدست آمد اما باتوجه به ترکیب شیمیایی

آبها و نیز محتوی سیلیس بالای آنها تنها نتایج ژئوترمومتری سیلیس میتواند قابل اطمینان باشد، این داده ها دمای عمقی آب را در مخزن هیدروترمال حدود 100 درجه سانتیگراد نشان می دهد.

کلمات کلیدی: آبخوان کارستی، هیدروژئولوژی، هیدروژئوشیمی، ژئوترمومتری، چشمه آبگرم، محلات

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات 1

1-1- مقدمه 2

1-2- منابع هیدروترمال 2

1-3- چشمه های آبگرم و معدنی 4

1-3-1- حرارت 5

1-3-2- منشاء 5

1-3-2-1- آبهای سطحی 6

1-3-2-2- آبهای عمقی 6

1-3-2-3- آبهای مخلوط 6

1-3-3- ترکیب شیمیایی 6

1-4- استفاده از منابع هیدروترمال 7

1-5- اثرات زیست محیطی استفاده از منابع هیدروترمال 9

1-6- شواهد وجود منابع هیدروترمال در ایران 10

1-7- ضرورت طرح مسئله 11

1-8- پیشینه موضوع 12

1-8-1- مطالعات داخلی 13

1-8-2- مطالعات خارجی 13

1-9- اهداف تحقیق 17

1-10- روش تحقیق 17

فصل دوم: معرفی منطقه 18
2-1- مقدمه 19
2-2- موقعیت جغرافیائی و راههای دسترسی به منطقه 19
2-3- زمین شناسی عمومی 21
2-4- چینه شناسی منطقه 23
2-4-1- پالئوزوئیک 23
2-4-2- مزوزوئیک 25
2-4-3- سنوزوئیک 27
2-5- تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی منطقه 33
2-6- ژئومورفولوژی منطقه 35
2-7- آب و هوا و اقلیم منطقه 36
2-7-1- بارندگی 37
2-7-2- درجه حرارت 38
2-7-3- تبخیر و تعرق 39
2-7-4- رطوبت نسبی 40
2-7-5- طبقه بندی اقلیم منطقه 42
2-7-5-1- روش اقلیم نمای دومارتن 42
2-7-5-2- روش اقلیم نمای آمبرژه 43
فصل سوم: بررسی هیدروژئولوژی منطقه 45
3-1- مقدمه 46
3-2- منابع آب 46
3-2-1- منابع آب سطحی 47
3-2-2- منابع آب زیرزمینی 47
3-3- هیدروژئولوژی عمومی منطقه 47
3-3-1- هیدروژئولوژی آبخوان آبرفتی 51

3-3-1-1- مطالعات ژئوفیزیک 51
3-3-1-2- حفاریهای اکتشافی و پیزومتری 52
3-3-2- هیدروژئولوژی آبخوانهای سخت 53
3-3-2-1- عوامل موثر در آبدهی سنگهای سخت کربناته 54
3-3-2-1-1- خصوصیات لیتولوژیکی و چینه شناسی 55
3-3-2-1-2- شرایط اقلیمی 55
3-3-2-1-3- تکتونیک 56
3-3-2-1-4- پوشش گیاهی 58
3-3-2-1-5- توپوگرافی 59
3-3-2-2- گسترش کارست در منطقه 60
3-3-2-3- چشمه 61
3-3-2-3-1- چشمه لوران 65
3-3-2-3-1- چشمه کلاهی 66
3-3-2-3-2- چشمه تخت 68
3-3-2-3-3- چشمه خالو عباس 68
3-3-2-4- چشمه های آبگرم 69
3-3-2-4-1- چشمه شفا 69
3-3-2-4-2- چشمه سلیمانیه 71
3-3-2-4-3- چشمه حکیم 71
3-3-2-4-4- چشمه سودا 72
3-3-3- ارتباط هیدرولیکی آبخوان سازند سخت با آبخوان آبرفتی 74
فصل چهارم: بررسی هیدروژئوشیمی چشمه های مورد مطالعه 75
4-1- مقدمه 76
4-2- سنجش های کیفی چشمه ها 77
4-2-1- هدایت الکتریکی 77

4-2-2- کل مواد جامد حل شده 79
4-2-۳- اسیدیته 80
4-2-4- درجه حرارت 81
4-2-5- کاتیونها 81
4-2-5-1- کلسیم 81
4-2-5-2- منیزیم 82
4-2-5-3- سدیم 82
4-2-5-4- پتاسیم 83
4-2-6- آنیونها 84
4-2-6-1- بیکربنات و کربنات 84
4-2-6-2- سولفات 86
4-2-6-3-کلر 87
4-2-6-4- نیترات و نیتریت 88
4-2-7- سیلیس 89
4-2-8- گازهای محلول 91
4-2-8-1- دی اکسید کربن 91
4-2-8-2- سولفید هیدروژن 92
4-3- توصیف نموداری سنجش های شیمیایی 93
4-4- تیپ و رخساره 94
4-4-1- نمودار مثلثی (Piper) 94
4-4-2- نمودار استیف (Stiff) 98
4-5- سختی 100
4-6- محاسبه PCO_2 102
4-7- اندیس اشباع 105
4-8- نسبتهای معرف 107

4-9- کیفیت آب برای مصارف مختلف 110
4-9-1- قابلیت استفاده شرب 111
4-9-2- قابلیت استفاده کشاورزی و آبیاری 114
4-9-4- قابلیت استفاده درمانی چشمه های آبگرم 120
4-10- ژئوترمومتری چشمه های آبگرم 122
4-11- اختلاط 125
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات 129
5-1- نتیجه گیری 130
5-2- پیشنهادات 132
مراجع 134

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول 2 -1. مشخصات ایستگاههای هواشناسی منطقه مورد مطالعه 37

جدول 2-2. مقادیر بارندگی سالانه ایستگاههای سینوپتیک منطقه(mm) 38

جدول 2-3. آمار ماهانه بارش، تبخیر، درجه حرارت و رطوبت نسبی ایستگاه سینوپتیک محلات 41

جدول 2-4. انواع اقلیم بر اساس ضریب خشکی دومارتن 42

جدول 3-1. مشخصات چشمه های آبگرم محدوده مورد مطالعه..... 49

جدول 3-2. مشخصات چشمه های آبسرد محدوده مورد مطالعه 49

جدول 3-3. مشخصات چاههای محدوده مورد مطالعه 50

جدول 3-4. مشخصات قنات واقع در محدوده مورد مطالعه 50

جدول 3-5. مساحت واحدهای کربناته قابل کارستی شدن در منطقه 55

جدول 3-6. دما و دبی آب چشمه شفا در سال 88-87 70

جدول 4-1. نتایج سنجش های شیمیایی چشمه های آبگرم مورد مطالعه 78

جدول 4-2. نتایج سنجش های شیمیایی چشمه های آبسرد مورد مطالعه 79

جدول 4-3. طبقه بندی آبها بر حسب میزان مواد جامد حل شده 79

جدول 4-4. مقدار سیلیس محلول نسبت به دما 90

جدول 4-5. غلظت سیلیس بصورت SiO_2 (aq) در آبهای طبیعی 90

جدول 4-6. غلظتهای معمولی سیلیس(برحسبppm) در آبهای زیرزمینی ناشی از انواع مختلف سنگها 91

جدول 4-7. تواتر یونی، تیپ و رخساره آب چشمه های آبگرم و آبسرد نمونه برداری شده 98

جدول 4-8. طبقه بندی آبها بر اساس میزان سختی آنها 101

جدول 4-9. سختی آب چشمه های نمونه برداری شده 102
جدول 4-10. ثابت های تعادل برای سیستم های کربناته بعنوان تابعی از حرارت P=-log 104
جدول 4-11. مقادیر PCO_2 نمونه های آب چشمه های آبگرم و آبسرد 104
جدول 4-12. اندیس اشباع کانیهای مختلف در نمونه های آب چشمه های آبگرم 106
جدول 4-13. اندیس اشباع کانیهای مختلف در نمونه های آب چشمه های آبسرد 106
جدول 4-14. رابطه نسبت معرف (mCa/mMg) به جنس سنگ مخزن 108
جدول 4-15. نسبت مولی Ca/Mg و تعیین سنگ مخزن بر اساس آن 108
جدول 4-16. مقادیر دیگر نسبتهای مولی برای نمونه های چشمه های آبگرم و آبسرد 109
جدول 4-17. استانداردهای کیفی آب شرب در جوامع بشری 112
جدول 4-18. مشخصات قابلیت شرب آب بر اساس آنیونها و کاتیونهای اصلی 113
جدول 4-19. قابلیت شرب چشمه های آبگرم و آبسرد نمونه برداری شده 113
جدول 4-20. راهنمای ارزیابی آبهای زراعی 115
جدول 4-21. کیفیت آب کشاورزی بر اساس درصد سدیم محلول 116
جدول 4-22. رده های مختلف آب و نوع کیفیت بر اساس تقسیم بندی ویلکوکس 118
جدول 4-23. قابلیت مصرف کشاورزی و آبیاری چشمه های آبگرم و آبسرد مورد مطالعه 118
جدول 4-24. قابلیت آبیاری چشمه های مورد مطالعه بر اساس شاخص RSC و Na% 120
جدول 4-25. غلظت گاز رادون در چشمه ها و حمامهای آبگرم محلات 121
جدول 4-26. معادلات مربوط به محاسبه دمای مخزن با استفاده از ژئوترمومترهای شیمیایی 124
جدول4-27. تعیین دمای چشمه های آبگرم (درجه سانتیگراد) بر اساس ژئوترمومترهای شیمیایی..... 124

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل 1 -1. چگونگی تشکیل یک مخزن هیدروترمال و عوامل اساسی تشکیل دهنده آن 3

شکل 1-2. نمایی شماتیک از چرخش آبهای جوی و تبدیل آن به آب گرم در یک منبع زمین گرمایی 4

شکل 1-3. استفاده از نیروی ژئوترمال برای تولید برق 7

شکل 1-4. استخرهای شنا آبگرم برای استفاده آبدرمانی 8

شکل 1-5. استفاده مستقیم از منابع زمین گرمایی برای گرم کردن منازل 9

شکل 1-6. مناطق دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی در ایران 11

شکل 2-1. موقعیت جغرافیایی و تصویر ماهواره ای ETM منطقه 20

شکل 2-2. نقشه جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه 21

شکل 2-3. مقطع قائم و فرضی صفحه فرورانده عربی از آبادان تا دریای خزر، ستبرای پوسته فرضی است... 22

شکل 2-4. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه 24

شکل 2-5. رخنمونی از طبقات شیلی سازند شمشک در منطقه 26

شکل 2-6. نمونه توف های اسیدی که بخش عمده ای از سنگهای ائوسن را تشکیل می دهند 28

شکل 2-7.گرانیت های تقریبا یکنواخت در مقیاس ماکروسکوپی سازنده توده نفوذی دودهک بخشهای هوازده به رنگ قهوه ای می باشد 29

شکل 2-8. مرز بین توف و توده نفوذی در شرق منطقه، دید به سمت شمال 30

شکل 2-9. همبری واحد آهکی سازند قم با توده نفوذی دودهک 31

شکل 2-10. گسترش طبقات تراورتن در منطقه 32

شکل 2-11. نقشه گسلهای منطقه 34
شکل 2-12. نمودار میانگین تغییرات ماهانه دمای محلات 39
شکل 2-13. نمودار میانگین تبخیر ماهانه ایستگاه محلات 40
شکل 2-14. نمودار میانگین درصد رطوبت نسبی ماهانه ایستگاه محلات 40
شکل 2-15. نمودار اقلیم نمای دومارتن منطقه مورد مطالعه 43
شکل 2-16. نمودار اقلیم نمای آمبرژه منطقه مورد مطالعه 44
شکل 3-1. نقشه منابع آب محدوده مورد مطالعه 48
شکل 3-2. گسترش آبرفت و موقعیت پیزومترها در محدوده مطالعاتی دلیجان-محلات 53
شکل 3-4. نقش گسل در کارستزایی و محل تمرکز شکستگی ها، محل مناسبی برای تجمع آب 57
شکل 3-5. دیاگرام گل سرخی گسلهای حوالی آبگرم (مرکز محدوده مورد مطالعه) 58
شکل 3-6. نقشه مقدار شیب منطقه مورد مطالعه (تهیه شده از نقشه 1/25000توپوگرافی) 59
شکل 3-7. شکل واحد کارستی پرموتریاس دارای پتانسیل آبی در منطقه 61
شکل 3-8. شکل نیمرخ شماتیک چشمه لوران 64
شکل 3-9. نوسانات دبی چشمه لوران در سال 86-87 66
شکل 3-10. نیمرخ شماتیک از چشمه کلاهی 66
شکل 3-11. نیمرخ شماتیک از چشمه تخت 67
شکل 3-12.چشمه آبسرده در جنوب آبگرم 67
شکل 3-13. نیمرخ شماتیک از چشمه خالوعباس 68
شکل 3-14. نمای بیرونی از چشمه شفا 68
شکل 3-15. مقطع عرضی از چشمه سلیمانیه در منطقه مورد مطالعه 70
شکل3-16. نمایی از چشمه دمبه در نزدیکی چشمه سلیمانیه 72
شکل 3-17. مظهر چشمه حکیم 72
شکل 3-18. چشمه سودا 73
شکل 4-1. نمودار سری مکانی کاتیونها در چشمه های آبگرم و آبسرد 83

شکل 4-2. نمودار سری مکانی آنیونها در چشمه های آبگرم و آبسرد 88
شکل 4-3. نمودار کالینز مربوط به چشمه های آبگرم و آبسرد منطقه مورد مطالعه 95
شکل 4-4. نمودار پایپر مربوط به نمونه های آب چشمه های آبگرم 99
شکل 4-5. نمودار پایپر مربوط به نمونه های آب چشمه های آبگرم و آبسرد 99
شکل 4-6. دیاگرام استیف مربوط به نمونه های آب چشمه های آبگرم و آبسرد 100
شکل 4-7. نمودار درصد حضور یون کربنات به pH آب 103
شکل 4-8. تغییرات PCO_2 به pH نمونه های آبگرم و آبسرد 105
شکل 4-9. نمودار تغییرات اندیس اشباع کلسیت به یون سولفات 107
شکل 4-10. نمودار مربوط به نسبتهای Ca/SO_4 و Na/Cl در چشمه های آبگرم 110
شکل 4-11. نمودار شولر مربوط به چشمه های آبگرم و آبسرد منطقه 114
شکل 4-12. نمودار ویلکوکس نمونه های آبگرم و آبسرد 119
شکل 4-13. غلظت یون کلسیم تابعی از PCO2 125
شکل 4-14. نمودار ترکیبی پارامترهای شیمیایی بر اساس یون سولفات 127
شکل 4-15. نمودار هدایت الکتریکی بر اساس درجه حرارت آب نمونه های آبگرم و آبسرد 128
شکل 5-1. مدل مفهومی تشکیل چشمه های آبگرم (بدون مقیاس) 132

فصل اول

کلیات

1-1- مقدمه

زمین منبع عظیمی از انرژی حرارتی است که این انرژی به شکلهای گوناگون از جمله فورانهای آتشفشانی، آبهای گرم و یا بواسطه خاصیت رسانایی به سطح زمین هدایت می شود. انرژی ژئوترمال، انرژی حرارتی درون زمین می باشد که اغلب در امتداد صفحات تکتونیکی و در نواحی شناخته شده آتشفشانی و لرزه خیز متمرکز شده است. منشاء این انرژی در ارتباط با ساختار درونی و فرایندهایی که در درون آن رخ می دهد، می باشد[1].

پیدایش منابع زمین‌گرمایی یک پدیده طبیعی است و ظهور چشمه های آبگرم در هر منطقه نشانگر فعالیت هیدروترمال در آن منطقه می باشد. ایران دارای منابع مستعد انرژی ژئوترمال و چشمه های آبگرم و معدنی فراوان است اما به دلیل وجود منابع عظیم نفت و گاز، تاکنون فعالیت جدی برای بهره برداری و استفاده مطلوب از این انرژی صورت نگرفته است و بیشتر به استفاده درمانی و تفریحی از آن پرداخته شده است.

1-2- منابع هیدروترمال

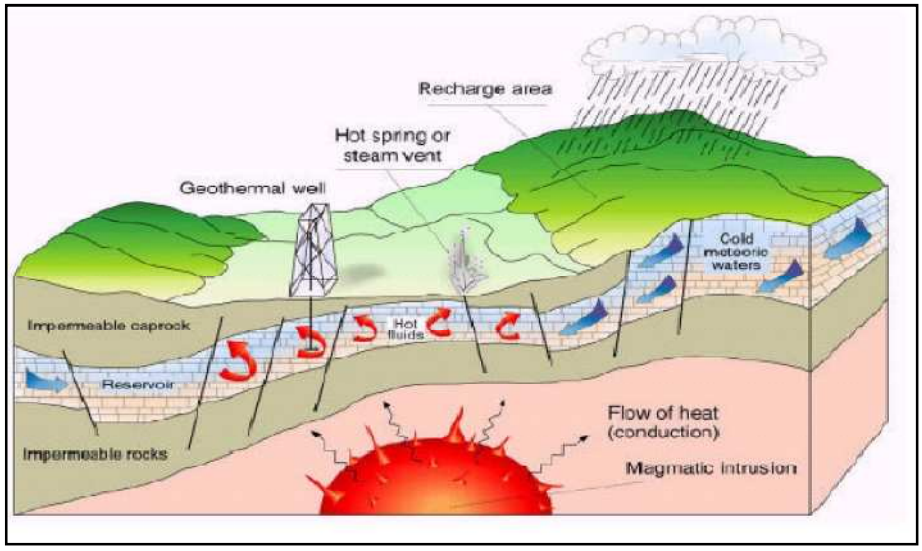
بخار و آب گرم طبیعی منابع اصلی انرژی حرارتی قابل استفاده زمین را تشکیل می دهد. این منابع در مناطق آتشفشان های جوان و یا نقاط تکتونیکی فعال به صورت چشمه های آب گرم (hot Springs)، آبفشان ها (Geysers) و فومرول ها (Fumroles) تظاهر دارند. سیستم های هیدروترمال (Hydrothermal) یکی از عمده ترین ذخایر زمین‌گرمایی دنیا را تشکیل می‌دهند و بطور کلی به دو نوع، مخزن با برتری بخار (Steam dominated) و مخزن با برتری آب (Water dominated) تقسیم می‌شوند[2].

در مخازن با برتری بخار، بخار آب نسبت به آب داغ فضای بیشتری از حجم سنگ مخزن را اشغال می‌کند و بخش اعظمی از سیال بصورت بخار خشک می‌باشد. این مخازن بطور معمول از نفوذپذیری پایینی برخوردارند و همیشه دارای سنگ پوششی مناسبی هستند. علت اساسی پیدایش این گونه مخازن آن است که حجم تغذیه

آب در آنها نسبت به دمای منشأ حرارتی مخزن کم بوده است. تعداد این گونه مخازن با توجه به شرایط خاصی که برای تشکیل این گونه مخازن وجود دارد انگشت شمار بوده که از آن میان، شمار معدودی مورد بهره برداری قرار گرفته اند[2].

مخازن با برتری آب را بطور معمول مخازن آب داغ نیز می‌نامند که ترکیبی از آب و بخار است و در آنها درصد آب به مراتب بیش از درصد بخار موجود می باشد لذا بخش قابل توجهی از حجم مخزن توسط آب داغ اشغال شده است. مخازن آب داغ بطور معمول بوسیله آب های سطحی و بارش های جوی مجاور منطقه زمین‌گرمایی تغذیه می‌شوند، به عبارت دیگر آب های سطحی و آب بارش های جوی بتدریج در امتداد شکستگی ها به اعماق زمین نفوذ کرده و منابع مذکور را تشکیل داده‌اند. در حال حاضر بیش از 90 درصد مخازن زمین‌گرمایی کشف شده جهان از این نوع هستند. سیستم های آب داغ ممکن است بصورت سیستم های دما بالا ($>150\ ^0C$)، دما متوسط ($90\text{-}150\ ^0C$) و دما پایین ($<90\ ^0C$) طبقه بندی شوند.[3].

بطور کلی سیستم های هیدروترمال به پنج مشخصه اصلی نیاز دارند:1- یک منبع حرارتی، مثل مواد مذاب یا سنگهای داغ مجاورآن 2- سنگ مخزن دارای تخلخل و نفوذپذیری کافی 3- حضور سیال، برای انتقال حرارت منبع حرارتی به سطح زمین 4- یک مرز تحتانی کم تراوا 5- یک سنگ پوش کم تراوا(شکل1-1). دمای این مخازن به نوع و کیفیت منشاء حرارتی، رسانایی گرمایی سنگ مخزن، رسانایی سنگ های اطراف، ضخامت و نوع سنگ پوشش بستگی دارد. به دلیل اینکه دمای سیال ذخیره شده در این منابع متغیر است، موارد کاربرد سیال استخراج شده از آنها نیز متفاوت می‌باشد[3].



شکل1-1. چگونگی تشکیل یک مخزن هیدروترمال و عوامل اساسی تشکیل دهنده آن [4].

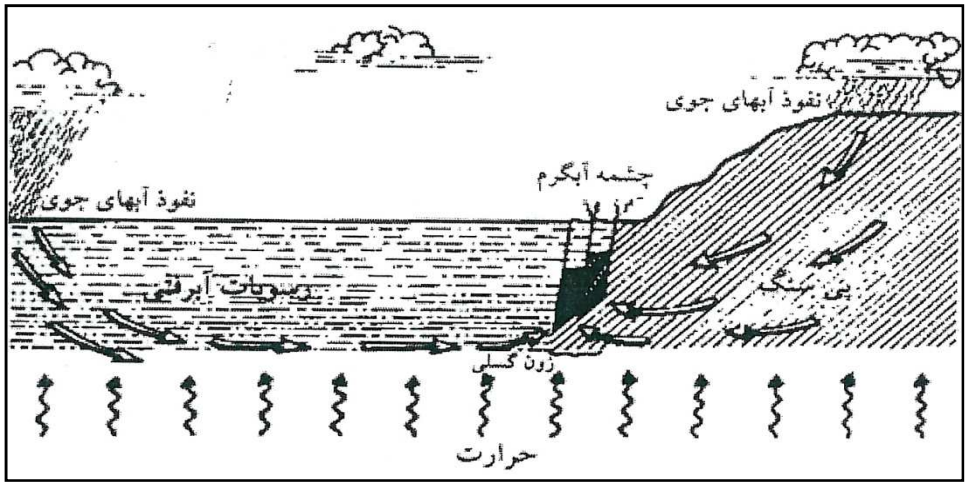
جریان آب در سیستم های هیدروترمال متفاوت از بقیه سیستم های آب زیرزمینی می باشد. چرخش آبهای جوی به اعماق زمین و کاهش چگالی آب به دلیل افزایش دما موجب می شود آب در اثر نیروی شناوری (نیروی بالابر) به طرف بالا حرکت کند. در این هنگام که نیروی شناوری حاکم است سرعت و حرارت آب به هم وابسته می شوند بنابراین جریان آب به طرف بالا همراه با انتقال حرارت (غالبا از نوع جریان همرفتی آزاد) می باشد[3].

سیستم های هیدروترمال بخاطر پیچیدگی هایی که دارند به وسیله مدلسازی مورد مطالعه قرار می گیرند و مدل باید هردو حرکات گرما و آب زیرزمینی را مورد توجه قرار دهد. مقالاتی درباره شیوه های مدلسازی بوسیله [5] و [6] داده می شود. یک مدل عددی برای سیستم آب داغ بالنده بوسیله [7] داده شده است.

1-3- چشمه های آبگرم و معدنی

چشمه های آبگرم (Hot Springs) در واقع تجلی سطحی چرخش آبهای داغ در سیستم های هیدروترمال (دارای مخزن با برتری آب)، می باشند که این آبها از میان سنگ های نفوذپذیر به سطح زمین رخنه می‌کنند[8](شکل 1-2). چشمه های آب گرم چشمه های طبیعی هستند که دمای آبهای گرم در آن ها همواره از متوسط دمای سالانه محیط بیشتر ($4\ ^{0}C\leq$) باشد[9]. دلیل گرم بودن آب این چشمه ها می‌تواند علاوه بر فعالیت های آتشفشانی اعماق زمین، واکنش های هسته‌ای و شیمیایی، درجه زمین گرمایی، فعالیت تکتونیکی و یا حرکات زلزله باشد[10].

به چشمه ای که مقدار املاح محلول در آن حداقل 400 ppm باشد چشمه آب معدنی گویند که در سطح زمین از راه های مختلف ظاهر می شود. در اکثر موارد بوی تند گوگرد و مزه ترش آب و یا گاهی کدورت آب از نشانه های این آبها است. تقسیم بندیهای مختلفی برای چشمه های آبگرم و معدنی صورت پذیرفته است و از جمله این تقسیم بندیها، تقسیم بندی بر اساس منشاء، درجه حرارت و ترکیب شیمیایی می باشد[11].



شکل1-2. نمایی شماتیک از چرخش آبهای جوی و تبدیل آن به آب گرم در یک منبع زمین گرمابی[2].

1-3-1- حرارت

حرارت چشمه های آبگرم به عمق منبع آب زیر زمینی و سرعت بالا آمدن آب بستگی دارد. تغییرات درجه حرارت آب این چشمه ها، می تواند در اثر وارد شدن آب به سفره آب های جوی باشد که ممکن است موجب اختلاط شود. درجه حرارت چشمه های آبگرم از کم تا حد جوشش می باشد[11].

بطور کلی چشمه ها را از نظر درجه حرارت به سه دسته تقسیم بندی کرده اند، دسته اول چشمه های اپیترمال که دارای درجه حرارت کم می باشند (بین 35-20 درجه سانتیگراد)، دسته دوم چشمه های مزوترمال که دمای متوسط دارند (بین 50-35 درجه سانتیگراد)، دسته سوم چشمه های هیپوترمال که دارای درجه حرارت زیادی (بیش از 50 درجه سانتیگراد) می باشند.

1-3-2- منشاء

در گذشته چشمه های آبگرم، آبهای عمقی که به سطح راه یافته اند، تصور می شدند. مطالعات نشان داد که آنها بیشتر آبهایی با منشا جوی هستند. بطور کلی آبهای هیدروترمال ممکن است از نوع ماگمایی (Juvenile)، یا فسیل (آبهای به دام افتاده در ته نشست های رسوبی عمیق)، یا چرخش عمیق آبهای جوی(منشاء سطحی) باشند و بالاخره ممکن است اختلاط هایی از این انواع باشند [10].

1-3-2-1- آبهای سطحی

ریزشهای جوی از طریق شکستگیها و گسلها به داخل زمین و حتی گاهی اعماق زیاد نفوذ کرده و بر اثر گرادیان زمین گرمایی که در مناطق مختلف متفاوت (بطور متوسط با افزایش عمق به ازاء هر 33 متر، 1 درجه به درجه حرارت زمین افزوده می گردد)، می باشد درجه حرارت آب زیاد می شود که طی این مرحله تغییراتی در ترکیب شیمیایی آب حاصل می گردد و قادر است املاح و گازهای متفاوت موجود در لایه های زیرین زمین را درخود حل نماید. انحلال گازها و انبساط آب در اثر افزایش درجه حرارت، در اعماق زیاد (کاهش چگالی) به همراه فشار بخار آب و گازها از عوامل اصلی صعود آب به طرف بالا و ظهور چشمه های آبگرم می باشد. البته عواملی مثل فشار ایستابی و خاصیت موئینگی مجاری برگشت آب نیز در این عمل بی تاثیر نیستند.[10]و[11].

1-3-2-2- آبهای ماگمایی

آب این چشمه ها را بکر Juvenile نیز می نامند که از اعماق زمین منشاء می گیرند و حاصل بخار و گاز آخرین مرحله سرد شدن ماگمای مذاب درون زمین (Fumaroles) هستند. در تولید این دسته از چشمه های آبگرم و معدنی نقش آتشفشانها بسیار مهم می باشد. بطوریکه در اثر عمل تجزیه حرارتی سنگهایی مثل گرانیت در آزمایشگاه مقادیر قابل ملاحظه ای آب و گاز مشابه گازهای موجود در چشمه های آبگرم حاصل شده است. عامل اصلی خروج این دسته از آبها از داخل زمین، بخارآب و گازهای محلول در آن می باشد که تحت فشار بسیار زیادی قرار دارند. از میان گازها، دی اکسید کربن و بخار آب فراوان ترین آنها می باشند. معمولا این چشمه ها با تظاهرات آتشفشانی و یا سنگهای پلوتونیک همراه می باشند. این نوع چشمه ها به ندرت یافت می شوند[10]و[11].

1-3-2-3- آبهای فسیل

منشاء آب برخی از چشمه های آبگرم آبهای زیرزمینی هستند که در حوضه های عمیق به علت به دام افتادن در لابه لای رسوبات مدفون شده اند و به دلیل حبس شدن در بین رسوبات شوری آنها افزایش یافته است[10].

1-3-2-4- مخلوط

برخی از چشمه های آبگرم و معدنی حاصل اختلاط آبهای سطحی و عمقی می باشند چنانچه آبهای عمقی معمولا بر اثر مخلوط شدن با آبهای سطحی که به اعماق راه یافته اند و یا سفره های آبدار زیرزمینی خصوصیات آنها تغییر می کند[10].

1-3-3-ترکیب شیمیایی

ویژگی های شیمیایی چشمه های آبگرم و معدنی بطور کلی مرتبط با املاح و گازهای موجود در آن می باشد که خود متاثر از منشاء آب آنها است. عوامل دیگری از قبیل ترکیب سنگهایی که آب از آن عبور کرده است، فشار، حرارت، سرعت حرکت و مدت جریان آب در زمین نیز در آن موثر است. آب های معدنی از نظر مقدار و نوع مواد معدنی و گازهای محلول اختلافاتی با آب های سطحی (آشامیدنی) دارند[10].

از نظر املاح نیز می توان چشمه های آبگرم و معدنی را به انواع بیکربناته، سولفاته، کلروره و غیره (تقسیم بندی آنیونی) و یا بر مبنای فراوانی کاتیونها از قبیل کلسیم، سدیم، منیزیم و غیره (تقسیم بندی کاتیونی) طبقه بندی نمود. بسته به اینکه کدام یک از یون های موجود در آب نسبت به یون های دیگر برتری داشته باشد چشمه ها را تقسیم بندی می کنند. علاوه بر این انواع شیمیایی دیگر چشمه ها عبارتند از:

- چشمه های رادیو اکتیو، حاوی عناصر رادیواکتیو و مشتقات آنها مانند رادیوم 226 و رادون 222
- چشمه های آهن دار که میزان آهن آن حداقل 15میلی گرم در لیتر باشد[11].

1-4- استفاده از منابع هیدروترمال

اهمیت و استفاده از منابع هیدروترمال از جمله چشمه های آبگرم و معدنی از چند دیدگاه مورد توجه و بررسی است.

1- استفاده غیر مستقیم که برای تولید برق با احداث نیروگاه در مناطق ژئوترمال که خود به دو روش نیروگاه با سیال دو فاز یا تک فاز انجام می گیرد[4].

2- از چشمه های آبگرم در صورتی که فاقد مواد مضر برای بدن انسان باشد می توان جهت مصارف آب درمانی مانند رفع ناراحتی های پوستی، ناراحتی های درد مفاصل و ناراحتی های روحی و روانی استفاده نمود. به این ترتیب منابع آب معدنی و چشمه های آبگرم یکی از راههای توسعه صنعت گردشگری و جلب توریست می باشد. این منابع طبیعی زمانی قابل استفاده می گردند که دارای امکانات و تاسیسات مختلف به منظور