

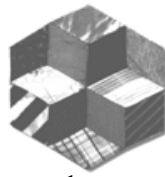
انرژی جیوترمال در افغانستان: دورنما و ظرفیت آن

داودشاه "صبا"¹، محمد ابراهیم "نجف"²، امیرمحمد "موسی زی"² و سلطان احمد "تره کی"³

1. Consultant, 1220 Mara Lynn Road, #8307, LR, AR 72211, USA

2. دبیرارتمنت جیولوجی، تفحص و اکتشاف معادن مواد مفیده جامد، پوهنهی جیولوجی و معادن، پوهنتون پولیتخنیک کابل، افغانستان.
3. پوهنهی اقتصاد، پوهنتون هرات، هرات، افغانستان.

تهیه شده برای:



**CENTER ON
INTERNATIONAL
COOPERATION**

مرکز همکاری های بین المللی دانشگاه نیویارک

**New York University, 418 Lafayette Street, Suite 543,
New York, New York – 10003, USA**

و



مرکز مطالعات پالیسی و انکشاف افغانستان
کابل- افغانستان

ترجمه: محمد ابراهیم "نجف"

فبروری 2004

انرژی جیوترمال در افغانستان: دورنما و ظرفیت آن

داودشاه "صبا"¹، محمد ابراهیم "نجف"²، امیرمحمد "موسی زی"² و سلطان احمد "تره کی"³

Consultant, 1220 Mara Lynn Road, #8307, LR, AR 72211, USA .1

2. دبیرانمننت جیولوجی، تفحص و اکتشاف معادن مواد مفیده جامد، پوهنهی جیولوجی ومعادن، پوهنتون پولیتخنیک کابل، افغانستان.

3. پوهنهی اقتصاد، پوهنتون هرات، هرات، افغانستان.

فشرده

انرژی جیوترمال در افغانستان به گونه تاریخی و عنعنوی برای مقاصد طبی مورد استفاده بوده است. این نوع استفاده هنوز هم یکی از انواع اساسی بهره برداری از انرژی جیوترمال در افغانستان است. اولین کوشش برای تفحص و اکتشاف ذخایر معادن و منابع آبهای ترمالی در افغانستان در سال 1969 آغاز یافت. اما مطالعات جیولوجیکی، اکتشاف جیوفیزیکی و پروگرامهای برمه کاری ظرفیت و دورنمای منابع جیوترمال کشور را مشخص ساخته نتوانستند. این اثرطرحی است به منظور سهولت بخشیدن به این گونه مطالعات.

ساختار زمینشناسی افغانستان بواسطه تصادم پلیت های هند و آسیا در امتداد جیوسترکچر عمده شرق - غرب هرات- پنجشیر ایجاد گردیده و منتج به صعود هندوکش در این محمولر عمده از اواخر عصر تباشیر در حدود 65 میلیون سال قبل گردیده است. حرکات نیوتکتونیک در افغانستان بواسطه این گونه حادثات تصادمی بوجود آمده و ذریعه فعالیت های زلزلی (سیسمیکی) و جیوترمالی در سرتاسر کشور مشخص میشوند. درین شرایط جیولوجیکی بسیاری ساحات فعال جیوترمالی به طور معمول با ظواهر سطحی آنها بشکل چشمه های آب داغ ظهور کرده اند که در آنها دورنمای وسیع انکشاف و بهره برداری از منابع جیوترمال درین کشور وجود دارد.

علاوه از اکتشاف جیولوجیکی، جیوکیمایوی وجیوفیزیکی لازم است تا ذخایر تعدادی از منابع جیوترمالی احتمالی در افغانستان بخاطر امکانات استحصال انرژی برق و استفاده از سایر تکنالوژی های پیشرفته برای استفاده از این منابع که قابل تجدید می باشد مشخص گردند. استفاده از انرژی جیوترمال در افغانستان امکان پذیر و واقعی است ومیتوان این منبع انرژی وافر وقابل تجدید نیرو را مورد استفاده قرار داد. در این طرح ظرفیت بیشتری در استفاده از این منابع در خدماتی همچون تولید مواد غذائی، خشک ساختن میوه، پروسس قالین و پشم، صنعت کیمیای، صنعت گرم ساختن خانه ها، پرورش ماهی، یخ سازی و بسیاری صنایع محلی کوچک دیده می شود.

انرژی جیوترمال در افغانستان: دورنما و ظرفیت آن

داودشاه "صبا"¹، محمد ابراهیم "نجف"²، امیرمحمد "موسی زی"² و سلطان احمد "ترکی"³

1. Consultant, 1220 Mara Lynn Road, #8307, LR, AR 72211, USA

2. دبیرارتمنت جیولوجی، تفحص و اکتشاف معادن مواد مفیده جامد، پوهنهی جیولوجی و معادن، پوهنتون پولیتخنیک کابل، افغانستان.

3. پوهنهی اقتصاد، پوهنتون هرات، هرات، افغانستان.

فهرست

موضوع	صفحه
پیشگفتار	5
1. مقدمه	6
2. پس منظر تاریخی	8
3. پوتانسیل جیوترمال در سترکچر عمده هندوکش در افغانستان	10
1.3. سترکچر جیولوجیکی	10
2.3. مگماتیزم فعال و ساحات آتشفشانی	12
3.3. دورنمای آبهای داغ تحت فشار	15
4. هایدروژیوکیمیای آب های ترمالی در افغانستان	15
1.4. مشخصات هایدروژیوکیم یاوی	15
2.4. دینامیک فعالیت های هایدروترمالی در افغانستان	17
1.2.4. ساحه جیوترمالی هریرود - بدخشان	20
2.2.4. ساحه جیوترمالی هلمند - ارغنداب	22
3.2.4. ساحه جیوترمالی فراه رود	23
4.2.4. ساحه جیوترمالی بلوچستان	23
5. صنعت و کاربرد انرژی جیوترمال	23
1.5. انرژی جیوترمال یک امر ممکن است	23
2.5. جیوترمال انرژی موثر و مناسب	25
3.5. انرژی جیوترمال برای استحصال برق	26
4.5. انرژی جیوترمال برای استفاده مستقیم	28
6. اثرات محیط زیستی انرژی جیوترمال	30
7. نتایج و پیشنهادات	31
سپاسگزاری	34
منابع پژوهشی	35
ضمیمه نمبر 1. واژه نامه	37

ضمیمه نمبر 2. لست علایم سطحی جیوترمال در افغانستان 42

ضمیمه نمبر 3. عکس های مربوط به راپور 45

پیشگفتار

افغانستان یک کشور محروم از انرژی است. مدارک حاکی از آن است که استفاده فی نفر از انرژی در این کشور اساساً پائینتر از استاندارد های بین المللی است. چون پروسه بازسازی به جلو می‌رود بناءً تقاضا به انرژی افزایش خواهد یافت. بنا بر اظهارات کمیسیون بین المللی انرژی گفته می‌شود که تأثیرات انرژی بالای تمام جنبه های حیات مدرن و انکشاف بشر نمایان و مشهود است (WEC, 1993). برای اینکه افغان ها پروسه بازسازی کشور را به گونه موفقیت آمیز پیش برده بتوانند باید ابتکارات جدیدی را به خرچ دهند تا افزایش نیازمندی کشور را به انرژی جوابگو باشند. درین وضعیت ضرورت مبرم احساس می‌شود تا منابع انرژی پایدار و پاک انرژی از نگاه محیط زیستی همچون انرژی جیوترمال که در افغانستان فراوان و قابل دسترسی می‌باشد، شناسائی گردیده و مورد بهره برداری قرار گیرند.

انرژی جیوترمال به مقیاس جهانی هم اکنون از اهمیت قابل ملاحظه ئی برخوردار است. اضافه از 50% ظرفیت انرژی برقی موجوده که از انواع انرژی های قابل تجدید چون جیوترمال، باد و آفتاب به دست می آید در دستگاه های انرژی جیوترمال تولید می شود. در سالهای اخیر پیشرفتهای مهم بواسطه سیستم های انجینیری جیوترمال به تحقق رسیده است. دستگاه های انرژی جیوترمال امکان می‌دهند تا با استفاده از آب های ترمالی پائین حرارت (در حدود 100° سانتی گرید) برق استحصال نمائیم. سودمند بودن انرژی جیوترمال در میان سایر انرژی های قابل تجدید قابلیت استفاده منابع جیوترمال در طول بیست و چهار ساعت در یک شبانه روز، در درازنای ماه و سال می‌باشد.

در حال حاضر بسیاری کشورهای که بهره برداری از منابع جیوترمال را از جمله اولویت های ملی قبول نموده اند، به پای خود ایستاده اند. طور مثال در تبت (Tibet) که از نگاه فرهنگ، جیوگرافی و ساختمان جیولوجیکی شبیه افغانستان است تا سال 1997 تولید سالانه انرژی صرف از دستگاه انرژی یانگ باژینگ در حدود 110 GWh/y بوده است که 41% از انرژی مجموعی را در لاسا (Lhasa) در تابستان و 52% را در طی موسم زمستان تامین می کرده است. انکشاف سایر ذخایر پوتانسیلی در تبت به سرعت رشد می‌یابد (Du Shaoping, 2000). تقریباً 26% از تولید انرژی برق در فلیپین که یکی دیگر از کشورهای در حال انکشاف است و البته که بسیار متفاوت از افغانستان است، از بخارات جیوترمال بدست می آید.

افغانستان مانند بسیاری کشورهای دیگر دارای منابع جیوترمال است که مورد بهره برداری قرار نگرفته اند. انکشاف منابع جیوترمال در کشورهای مختلف صنعتی و در حال انکشاف مطابق به اعلام کنگرس جهانی جیوترمال در صورتی تحقق خواهد پذیرفت که تمام سفارشات علمی لازم در آن کشورها بگونه معقول اجرا گردند.

1. مقدمه

در افغانستان پروسه باز سازی ادامه دارد و احتیاج به خدمات انرژی ایجاب رشد آنرا به ویژه برای اکثریت نفوس کشور که به خدمات انرژی مدرن دسترسی ندارند می نماید. ظرفیت نیروی انرژی برق در افغانستان به اساس ارقام دست داشته در حدود 400 MW میگاوات انرژی تخمین زده میشود. بندهای برق آبی به ویژه کجکی که در حدود 260 میگاوات برق تولید می نمایند 5% پوتانسیل برق آبی کشور را تشکیل میدهند. از جمله 134 میگاوات دیگر این ظرفیت از احتراق بنزین و ذغال تأمین می شود (Nyrop and Seekins, 1986). با تکمیل لین انتقال برق از ترکمنستان و ایران در غرب افغانستان طی سال 2004 در حدود 80 MW انرژی برق به ظرفیت کنونی علاوه میگردد. در این وضعیت مدارک و ارقام حاکی از آن اند که کمبود انرژی برق بطور جدی در تمام کشور احساس می شود و این در حالی است که تعداد محدودی از فابریکه ها در کشور فعالیت دارند.

اما وضعیت موجود در حال تغییر است. ما میدانیم که در ایالات متحده امریکا یک میگاوات برق ضروریات برق 700 امریکایی را تأمین مینماید. البته این سطح واقعی برای تعیین آن منحنی معیار برای افغانستان قابل قبول بوده نمیتواند. ولی اگر ما سطح مصرف انرژی برق را توسط کشور های روبه انکشاف مانند ترکیه، مکزیکو و یا مصر که 10 بار پایینتر از ایالات متحده امریکا می باشد (IEA, 1998) منحنی معیار مناسب برق آبی برای افغانستان فرض نماییم، در آن صورت کشور ما کم از کم به 3.5GW (گیگاوات انرژی) نیروی برق با در نظر داشت تعداد نفوس کشور که در حدود 24 میلیون نفر تخمین زده می شود (CSO, 2003) ضرورت دارد. این مسأله روشن می سازد که تفاوت میان ظرفیت تولیدی نیروی برق و تقاضا به آن در افغانستان بسیار زیاد است. با ازدیاد تقاضا به انرژی و با در نظر داشت تأثیرات نامطلوب استفاده از مواد سوخت فسیلی غیر قابل تجدید بالای محیط زیست، ضرورت به استفاده از منابع انرژی ترجیحاً محلی، مطمئن و قابل تجدید چون برق آبی، جیوترمال، آفتاب و باد افزایش مییابد.

باید گفت که مقادیر زیاد انرژی حرارتی در داخل سیاره زمین در مذهب (مگما) و در احجار خشک و داغ بعضاً در اعماق کم در حدود یک و یا دو میلی پایینتر از سطح زمین موقعیت دارند، از جانب دیگر، داخل زمین را می توان منحنی ریاکتور طبیعی انرژی هستوی تصور کرد زیرا حرارت آن بطور عمده در نتیجه تجزیه عناصر رادیواکتیف بوجود می آید. حرارت طبیعی زمین تحت شرایط نارمل در هر میل عمق در حدود (10-38C) افزایش مییابد. این حرارت که به طرف سطح زمین جریان پیدا می کند موجودیت مقدار بی نهایت زیاد انرژی حرارتی داخل زمین را نشان میدهد. یک مقدار این انرژی حرارتی در بعضی اوقات به شکل لاوا، بخار و آب گرم به سطح زمین خارج می گردند که همانا عبارت از انرژی جیوترمال ("جیو"

به معنی زمین و "ترمال" به معنی حرارت) می باشد. بدین ترتیب زمین منبع قابل تجدید انرژی است که در هر زمان قابل دسترسی می باشد.

در حال حاضر در حدود شصت کشور جهان از انرژی داخل زمین استفاده کرده و قسمتی از آنرا به شکل بخار و آب گرم به منظور تبدیل آن به انرژی جیوترمال و تولید برق استخراج مینمایند و یا در حال انکشاف دادن منابع انرژی جیوترمال خود می باشند. سایر کشورها از این منابع برای گرم ساختن منازل، دستگاه های حرارتی، گرم ساختن گرمخانه ها به منظور پرورش سبزی، میوه و گل و یا به طور ساده به مقصد معالجه استفاده مینمایند. این ها همه نشان میدهد که انرژی جیوترمال در همه جا مورد استفاده قرار گرفته و سر انجام در درازمدت ارزانتر از بنزین، ذغال و غیره تمام می شود (Goldin, 1981, WEA, 2000).

افغانستان با کمبود انرژی مواجه است، در حالی که انرژی فراوان و قابل دسترسی که مورد استخراج قرار گیرد وجود دارد. انرژی جیوترمال که از حرارت داخل زمین حاصل میگردد به وسیله استخراج آن از آب های گرم و یا احجارگرم زیرزمینی توسط تکنالوژی خاص به آسانی قابل دسترسی است. منابع جیوترمال بلندحرارت و مناسب برای تولید انرژی به طور عموم در مناطق آتشفشانی و ساحات فعال زلزله خیز قرار دارند. افغانستان در یکی از همین گونه ساحات زمینشناختی موقعیت دارد که منبع جیوترمال آن می تواند سهم قابل ملاحظه ای در قسمت تهیه انرژی مطمئن و قابل تجدید برای کشور داشته باشد.

در افغانستان سیستم های فعال جیوترمال بطور عموم در محور اصلی مناطق هندوکش به امتداد سیستم زمین بخیه ای هرات که از هرات در غرب کشور تا واکان در پامیر افغانستان ادامه دارد، موقعیت دارند. این ساختار نشاندهنده سرحد فشرده شده پلیت آسیا و پارچه های گاندوانا است که در اینجا در ساحه افغانستان در اثر تصادم با پلیت هند به وجود آمده است. سیستم جیوترمال افغانستان به طور عمده با شبکه شکستگی ها و درزهایی که در امتداد آن ها فعالیت های سیسمیکی و مگماتیزم جوان صورت گرفته است، پیوستگی دارد. منابع با دورنمای خوب انرژی جیوترمال در تمام افغانستان به ملاحظه میرسد. در اینجا ظرفیت خیلی زیاد برای استفاده مستقیم از منابع مذکور در تولید مواد غذایی، خشک ساختن میوه، ساختن سردخانه ها، پرورش ماهی و زراعت، تهیه فرش و لباس پشمی، تفریح و توریسم و سایر امکانات در قسمت صنایع محلی وجود دارد. استفاده مستقیم از انرژی جیوترمال برای فعالیتهای تجاری که انرژی کمتر مصرف می کنند متداول و مروج است. از نگاه دورنمای محیط زیستی نیز انرژی جیوترمال بسیار پاک بوده و نقش آن در آلوده ساختن هوای ماحول خیلی ناچیز می باشد.

طوریکه واضح شده است انرژی جیوترمال به آسانی قابل دسترسی بوده یک منبع مطمئن و پاک انرژی در افغانستان است که هنوز مورد بهره برداری قرار نگرفته است. در نتیجه تحقیقاتی که صورت گرفته است کوشش به عمل آمده تا

پوتانسیل این گونه منابع برای انکشاف سکتور انرژی و همچنان صنایع جهانگردی و صنعت تولید مواد غذایی تشخیص و ارزیابی گردد. گر چه بسیاری علایم و ظواهر انرژی جیوترمال در افغانستان آشکار شده اند اما اهمیت آن درپالیسی انرژی افغانستان هیچگاه مورد ارزیابی قرار نگرفته و تا به حال در مجموع نادیده گرفته شده است. موءلفان این اثر تحقیقی امیدوار استند تا این منبع فراموش شده انرژی را در کشور برجسته ساخته و راه انکشاف منابع جیوترمال افغانستان را هموار سازند.

2. پس منظر تاریخی

در تمام نقاط جهان انرژی جیوترمال برای تولید برق و استفاده مستقیم از آن از سال 1913 بدین سو مورد بهره برداری قرار گرفته است. در سطح جهانی، از انرژی جیوترمال به مقدار $49\text{TW}/\text{Y}$ (تیراوات/ساعت انرژی/فی سال) برق و $53\text{TW}/\text{h}$ برای استفاده مستقیم مورد بهره برداری قرار میگیرد. برق از بخارات جیوترمال در 21 کشور جهان تولید میگردد. از جمله 5 کشور آن در حدود $10\text{-}22\%$ برق خود را از انرژی جیوترمال بدست میآورند (Fridleifsson, 2000). میدانستند که برخی از آبهای گرم خاصیت شفا بخش داشته و بطور طبیعی از زیر ولی با آنها صرف یک مقدار اندکی از ظرفیت انرژی جیوترمالی در سطح جهانی انکشاف نموده است. استفاده از منابع جیوترمال در افغانستان شاید توسط اولین مردمانیکه در مجاورت چشمه های آب گرم در دره های هندوکش سکونت داشتند شروع شده باشد. در اینجا چشمه های مذکور به مثابه منبع گرمی، حرارت و پاکی و آبهای منرالی آنها منحیث چشمه های شفا بخش مورد استفاده بوده اند. بدین طریق شاید سالها قبل مردمان همان محل زمین خارج گردیده و زنده گی آنها را سهلتر و آسانتر میسازد. از طریق تجربه شاید آنها کشف کرده بودند که یک نوشابه خوب در آن چشمه های گرم، ناخوشی و کسالت آنها را بهبود بخشیده عضلات منقبض و جراحات آنها با شفا می بخشد، امراض جلدی و برخی از امراض دیگر آنها را مداوا می کند. بخاطر همین خاصیت شفا بخشی، بسیاری از چشمه های آب گرم در افغانستان به نام "چشمه های شفا" یادگردیده و در همه جا علامه گذاری و نشانی گردیده اند. بناً تمام مردم افغانستان در هر جایی که باشند مسئولیت دارند تا در قسمت حفاظت و نگهداری آنها سعی و تلاش کنند.

مردم عادی در یافته اند که نوشیدن آب چشمه های کاربن دای اکسایددار برای تکالیف معده خوب بوده و تن شوئی در چشمه های سلفر دار دوران خون را بهبود می بخشد، چشمه های Alum دار در قسمت بهبود تکالیف جلدی آنها کمک مینماید، چشمه های که در ترکیب آنها عناصر نادره زمینی وجود دارد مسکن بوده و حتی ورم مفاصل را خوب میسازد، و چشمه های شدیداً اسید دار برای تکالیف آمیزشی و مقاربتی مفید میباشد. موءلفان در جریان کار ساحوی در چشمه آب گرم اوبی که در

نود کیلومتری شرق شهر هرات موقعیت دارد، با خانواده ای از بادغیس ملاقات نمودند که صد ها کیلو متر از راه های صعب العبور را طی و از شمال غرب کشور برای استفاده طبی بدانجا آمده بودند تا صرف بخاطر شفا یابی در آن چشمه آب گرم که خاصیت شفا بخش دارد، تن خود را بشویند.



شکل اول: یک جوان محلی از غسل آب گرم طبیعی که خاصیت شفابخش دارد لذت میبرد.

استفاده عصری از چشمه های ترمالی_منرالی در افغانستان یک کمی به عقب یعنی سال 1940 بر میگردد. زمانیکه یک تعداد چشمه های ترمالی در هرات (اوبی و سفیدکوه)، بلخ (آب گرم) و ارزگان برای مقاصد درمانی انکشاف داده شد. در سال 1974 چشمه های آب گرم اوبی در هرات از استفاده باز ماندند (Akhi, 2001). در همین زمان امکان دارد حمام های منفردانه بالای چشمه های آب گرم به امتداد شاهراه کابل_مزار شریف، در پلخمری و شهرک حیرتان ساخته شده باشند. متباقی چشمه های آب گرم افغانستان تا این تاریخ انکشاف داده نشده بود، ولی مردم از آنها بشکل عنعنوی استفاده میکرده اند.

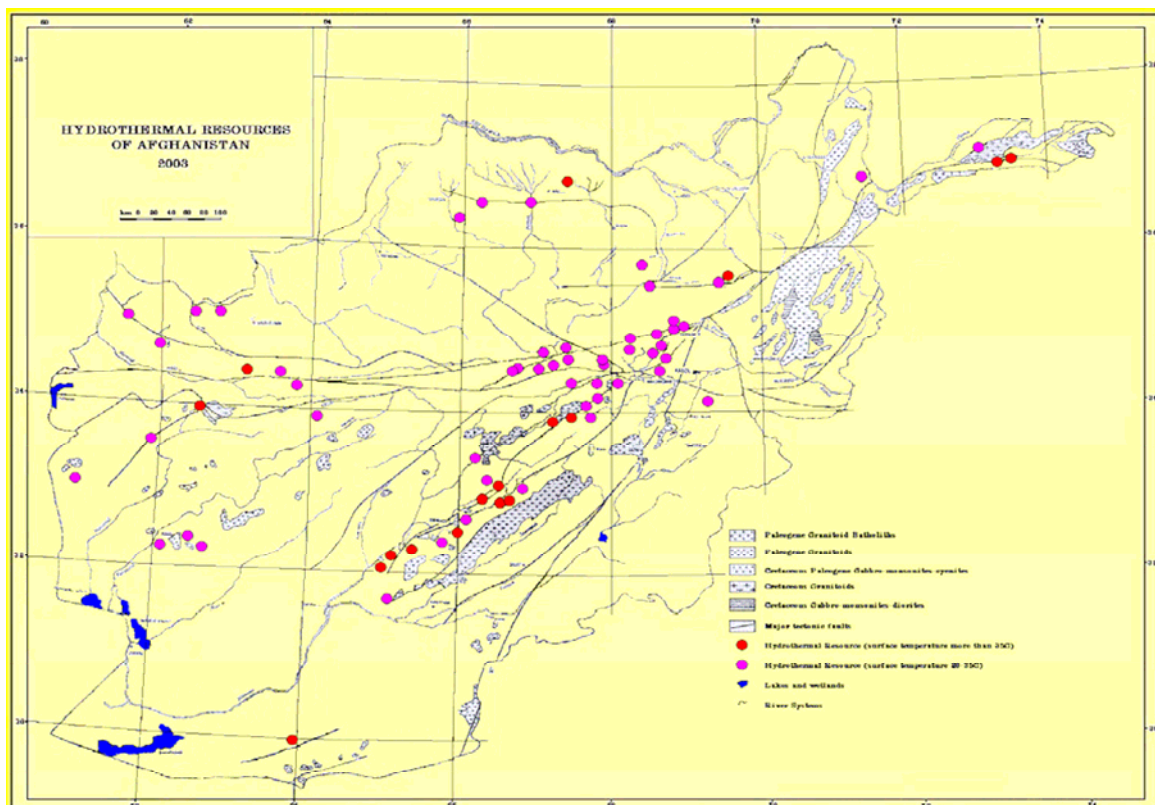
پوتانسیل بهره گیری مدرن از منابع جیوترمال افغانستان تحت مطالعه قرار نگرفته است. در سال 1964 از طرف زمین شناسان اتحادشوری که همراه با متخصصان سروی معادن افغانستان (GSA) کار میکردند کوششی به عمل آمد تا تحقیقات سیستماتیک آب های ترمالی کشور را برای دریافت پوتانسیل ترکیب منرالی به منظور تفحص منرالها اجرا نمایند. به این ترتیب چشمه های آب گرم کاربناتی در دره های کالو، غوربند، شینه، دره صوف و استالف کشف گردیدند. به این ترتیب

تحقیقات تفحصی- اکتشافی منتج به سروی منرالها و آبهای ترمالی افغانستان در طی سالهای 1969-1970 گردید (Belianin, Etal, 1970). به هر صورت کارهای متذکره بطور عمده بالای ترکیب منرالی و شرایط جیولوجیکی سیستمهای آبهای منرالی متمرکز بود. در قسمت مشخص ساختن دینامیک سیستمهای جیوترمالی هندوکش و یا تشخیص وارزیابی ذخایر انرژی کوششی به عمل نیامده است. همچنان پوتانسیل انرژی جیوترمال که ارتباط با این چشمه ها دارند در مجموع نا دیده گرفته شده و شامل فعالیتهای تفحصی-اکتشافی GSA ویا کدام موسسه دیگر نگردیده است. اثر دست داشته کوششی است برای پر ساختن این خلا و آماده ساختن زمینه برای انکشاف منبع اطلاعاتی جیوترمال در افغانستان.

3. ظرفیت انرژی جیوترمال در سترکچر عمده هندوکش در افغانستان

1.3. سترکچر جیولوجیکی:

یک مقدار معین حرارت در زمین در اثر مالش و اصطکاک مانند سایر منابع در سرحدات پلیت های سخت و جامد تولید می گردند. سترکچر افغانستان نتیجه بر خورد و تصادم میکروپلیت ها یا توته های گندوانا با قسمت هایی از پلیت آسیا میباشد (Tappeneir, etal, 1981) که به امتداد جیوسترکچر عظیم شرق -غرب هرات پنجشیر در محل شکستگی عمیق با عمق الی 700 کیلو متر در مانتیه زمین صورت گرفته است. این سترکچر عمده سیستم شکستگی در افغانستان زمینه را برای نفوذ آب در داخل زونهای گرم قشر زمین و تولید مایعات جیوترمال مهیا ساخته است. سترکچر های مشابه به امتداد سیستم شکستگی های عظیم شمال شرق-جنوب غرب چمن-مقر، سیستم شکستگی های کمانی شمال شرق-جنوب غرب سروبی-التیمور و سایر شکستگی های درجه دوم در سرتاسر افغانستان اغلب مناطق کشور را در برگرفته است (شکل 1) که موجودیت چشمه های آب گرم در سطح زمین در حدود مناطق متذکره نمایانگر منابع جیوترمال میباشد.



شکل دوم: نقشه منابع جیوترمالی افغانستان

بروز حرکات نیو تکتونیک در افغانستان نتیجه تصادماتی میباشد که از اواخر تباشیر در حدود 65 میلیون سال قبل به وقوع پیوسته و سبب صعود سلسله کوه های هندوکش از دورترین نقطه شمالشرق کشور در ولایت بدخشان به امتداد شمال شرق- جنوب غرب - غرب تا به سرحدات جنوب غرب کشور در ولایت هرات گردیده و تمام سترکچر های افغانستان را به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم نموده است (Saba, Avasia, 1995a). حرکات جدید تکتونیکی بواسطه فعالیت های سیسمیکی و جیوترمیکی تمام کشور مشخص میگردد. خصوصیات دینامیکی سترکچرها دلالت به انقباض شمال- جنوب و انبساط شرق- غرب مینماید. بر علاوه حرکات نیو تکتونیک، صعود شدید عمودی و در مجموع بالاروی و خمیدن های مختلف را نشان میدهند. فعالیت های سیسمیکی در افغانستان یک میل کاهش یابنده را از شرق به طرف غرب همراه با وقوع شدیدترین فعالیت های سیسمیکی در دورترین نقطه شمال شرق ولایت بدخشان جاییکه اکثر سترکچر های فعال کشور در آن موقعیت دارند نشان میدهد (شکل).

گرچه پروسه های تصادم در قلمرو افغانستان در آغاز پالیوجن تقریباً 50 میلیون سال قبل به اساس سناریوی پلیت هند و آسیا خاتمه پیدا کرده است (Beck, et al, 1995) لیکن قسمتهای از جیوسترکچر افغانستان هنوز هم تحت فشار عظیم حرکات پیشرونده پلیت هند به جانب شمال می باشد (Saba and Avasia, 1995b). این

پروسه اصطکاک شدید، زلزله خیزی و انرژی حرارتی را در قشر زمین در ساحه متذکره خصوصاً به امتداد جیوسترکچرها، بیجایی ها و زونهای شکست و ریخت ایجاد مینماید.

فعالیت‌های جیوترمال به طور ناگسستگی با نواحی فعال ارتباط دارند و به این خاطر شدت فعالیت سیستم‌های هایدروترمالی معین مستقیماً متناسب به شدت فعالیت ناحیه مربوط آن میباشد. در نتیجه تصادم بسیاری میکروپلیت‌های گندوانا که به سمت شمال حرکت دارند به حاشیه جنوبی پلیت آسیا قویترین حرکات نیوتکتونیک و فعالیت‌های هایدروترمالی جنوب محور اصلی هندوکش و یا جیوسترکچر هرات - پنجشیر صورت گرفته است. بنابراین ظهورات عمده منابع جیوترمالی به امتداد جیوسترکچر هرات - پنجشیر و سیستم‌های بیجایی چمن - مقر در ناحیه فعال مناطق مرکزی افغانستان موقعیت گرفته اند.

ظهورات جیوترمال بطور اغلب در سیستم‌های شکستگی های ساحات فعال در داخل فرورفتگی های گرابین و نیمه گرابین و شکستگی های خطی دره ها و یا در دره های وسیع ساختمان‌های جنوبی افغانستان نشانی گردیده اند.



شکل سوم: فعالیت نیوتکتونیک در هندوکش که نتیجه صعود و بیجاشدن قشر زمین است که در بند ازدر به وضاحت دیده می شود.

2.3. مگماتیزم فعال و مناطق آتشفشانی:

تقریباً تمام تشکیلات یا فارمیشن های جیولوجیکی از ماقبل کیمبری تا سیستم چهارمی شامل ساختمان جیولوجیکی افغانستان میباشد. عموماً فارمیشن های مذکور از ترسبات بحری همراه با مشخصات ترسبات ذغال دار وقاره یی تشکیل یافته اند. به

مقدار کم فارمیشن های نیمه بحری آتشفشانی نیز وجود دارند. ولکانیزم قاره یی دوره های پالیوجن، نیوجن وچهارمی معمولاً در مرکز و جنوب افغانستان (Shaveg,et.al.,1980) با اضافه از 50 مخروط ولکانیکی خاموش، به طور یکجایی زون ولکانیکی همراه با دو کمربند مجزا را که ساحات وسیعی را در مناطق صحرایی اشغال نموده اند، تشکیل داده اند.

ساحات جیوترمال افغانستان بطور اساسی با فعالیت مگماتیکی وسترکچرهای تکتونیک تصادمی مرتبط اند. پوشش فارمیشن های مگماتیکی انتروزیفی تقریباً 8% مساحت سطح کشور را در بر گرفته است (Musazai,1994) که شامل احجار مختلف از اعصار ماقبل کیمبری الی دوره چهارمی میگردد.

درین میان علایم جیوترمالی دریافت شده اند که صرف با فارمیشن های مگماتیکی پالیوجن- نیوجن ارتباط داشته و در نتیجه پروسه های تصادم قاره یی توته های گندوانا و قسمت هایی از پلیت آسیا در قلمرو افغانستان بوجود آمده اند. اینها عمدتاً به شکل سترکچرهای مگماتیکی خطی در شمال شرق، قسمتهای مرکزی و غرب افغانستان تقسیم گردیده اند. در این ساحات منبع انرژی فعالیت جیوترمالی توسط کانون های مگما کنترل میگردند که در اعماق کم و متوسط همراه با فاز های مختلف دخول مگما از اعماق مختلف موقعیت دارند.

کشف جالب دیگر این است که تقریباً تمام شاخص های ترمالی در افغانستان ارتباط ناگسستنی باکته های جوان گرانیتهی دارند که عاری از پگماتیت ها یا رگه های اپیلیتی میباشند. همچنان ما نشانه های سطحی آبهای ترمالی را در شرق افغانستان با وجود آنکه فارمیشنهای مگماتیکی درین منطقه بطور وسیع گسترش یافته اند پیدا کرده نمیتوانیم و این می رساند که نفوذ پذیری درین احجار به واسطه شکستگی هایی کنترل می شوند که بواسطه منرالیزیشن پگماتیت- اپیلیتی و تغییرات هایدروترمالی مسلسل منرالها مملو گردیده و نفوذپذیری مجموعی احجار تغییر یافته اند.

اشکال نفوذ پذیری پی در پی کناری گندها و پشته های احجاری که بدون مشکل بتوان آنها را به شکستگیها مربوط دانست در یک تعداد ساحات جیوترمالی گزارش شده است که مربوط به حواشی انتروزیف بوده و معمولاً بسیار نفوذ پذیر و به آسانی قابل پیشگوئی می باشند (Bogie and Lawlees,2000). دور نمای انرژی جیوترمالی که با کانتکت های انتروزیف در ارتباط اند مانند نواحی مگماتیکی که قسمتهای مرکزی سیستمهای کوه هندوکش را در بر گرفته و از امتداد شمالی سلسله بطرف مرکز، جنوب و جنوب غرب افغانستان ادامه یافته اند بسیار بلند می باشد. کمپلکس های مگماتیکی واخان با مساحت سطحی 300 کیلومتر مربع، باغ عارق با مساحت 2500 کیلومتر مربع و شیوا با یک تعداد کامپلکس های مگماتیکی فرعی هریک با مساحت 300 کیلومتر مربع در قسمت های شمال شرق، برکی باچندین کامپلکس فرعی مگماتیکی هرکدام 35 کیلومتر مربع، هلمندکه در سطح زمین برهنه نگردیده ولی متشکل از چندین کامپلکس فرعی هر یک با مساحت 50 کیلومتر مربع

میباشد و کمپلکس های مگماتیکی ارغنداب با مساحت آشکار سطحی 1500 کیلومتر مربع در مرکز افغانستان شامل نواحی مگماتیکی متذکره اند. تمام کمپلکس های متذکره بدون استثنا دارای عمر پالیوجن- نیوجن بوده پلوتون های گرانیتوئیدی را در چندین فاز زمانی تشکیل داده و به شکل سترکچر های خطی به امتداد شمالشرق- جنوب غرب قرار گرفته اند (Musazai, 1994).

کمپلکس های ولکانیکی- نیمه ولکانیکی دشت ناور در غرب شهر غزنی دارای ترکیب داسیت- اندیزیتی بوده مخروط های ولکانیکی را تشکیل داده اند که قطر اساسی آنها 100-500 متر و بعضاً اضافه از 1.5 کیلومتر می باشد. کمپلکس های مخروطی کاربناتیتی نیمه ولکانیکی در خان نشین در ساحل چپ دریای هلمند که جوانترین ولکان در افغانستان است دارای قطر 7 کیلومتر با پوشش کاربناتیتی در اعماق کم می باشد.

به گونه مشابهی، مخروط کاربناتیتی کمپلکس ولکانیکی ملک دوکان در دشت ریگستان در بالای تپه های سلسله کوه های چگانی در گوشه جنوب غرب افغانستان دارای قطر اساسی 3.6 کیلو متر همراه پوشش کاربناتیتی با ضخامت 500-800 متر موقعیت دارند. تمام کمپلکس های ولکانیکی- نیمه ولکانیکی افغانستان به شمول آنهایی که در قسمت های علیای دریای فراه رود در ولایت فراه واقع اند جوان بوده و از زمانه های نیوجن بعدی الی دوره چهارمی را در بر گرفته اند (Shareq, etal, 1980).

بعضی ازین ساحات با دورنمای جیوترمالی امکان دارد دارای منابع کانی آبهای زیرزمینی و همچنان واسطه انتقالی حرارت نباشند، لیکن احجار گرم و خشک نیز از جمله منابع انرژی جیوترمال بوده می توانند. طوریکه معلوم است احجار خشک داغ بگونه طبیعی احجار کرسستلی غیر گداخته را گرم می سازند که پائینتر از سطح زمین در مساحتی که گرادینت های جیوترمال در آن دو یا سه بار بیشتر از گرادینت نارمل می باشد، موقعیت دارند. احجار خشک داغ بطور قطعی و حتمی در مناطق ولکانیکی و فعال مگماتیکی در اعماق کم وجود دارند. درجه حرارت در این گونه احجار در حدود 177 درجه سانتی گرید در اعماق کمتر و در عین حال در اعماق چندین کیلومتری، حرارت آن به اضافه از 760 درجه سانتی گرید (Tester and Smith, 1978/1979) افزایش می یابد. چون احجار بسیار خشک اند پس وسیله ئی که انرژی حرارتی را در سطح زمین انتقال دهد وجود ندارد. پروسه ایجاد ذخایر بطور مصنوعی در احجار گداخته و داغ خشک مشکل و پرمصرف است و اگر این کار با موفقیت انجام گیرد پوتانسیل انرژی متذکره نهایت زیاد می باشد. تکنالوژی طرح این گونه منابع در کشورهای پیشرفته وجود دارد، اما هنوز بشکل تجارتي آن انکشاف داده نشده است.

از نگاه مولفین این راپور، با در نظر داشت فعالیت های جدید ولکانیکی بلاکهای سترکچری جنوب- جنوب غرب در افغانستان، دورنمای این مناطق ولکانیکی برای انرژی جیوترمال بسیار امید بخش می باشد. سایر مناطق دورنمایی که با کمپلکس های مگماتیکی جوان افغانستان خصوصاً در مجاورت با سیستمهای شکستگی ارتباط دارند نیز از نگاه ظرفیت ذخایر انرژی جیوترمال امیدوار کننده می باشند.

3.3. دور نمای آبهای داغ تحت فشار در شمال افغانستان:

دورنمای انرژی جیوترمال آبهایی که تحت فشار بسیار بلند قرار دارند، ارتباط با طبقه هایدروکاربونات دار شمال کشور دارد. زون های ترمالی تحت فشار ذخیره گاه های آب بوده که زیر هزارها متر از احجار گلی دفن گردیده اند. این نوع آب ها بسیار قدیمی بوده شاید یک میلیون سال و یا اضافه از آن عمر داشته و تحت فشار نهایت زیاد قرار دارند و دارای حرارت در حدود 296 درجه سانتی گرید می باشند. درین زونها که عموماً در حدود 3-8 کیلومتر پائینتر از سطح زمین موقعیت دارند، حرارت توسط لایه های حلقه ئی ریگ، گل و سنگ عایق گردیده اند. زونهای تحت فشار درعین زمان منبع دوگانه حرارت ومیتان(Holt,1977) می باشند. علایم این تیپ دورنماها مطابقت باساحات نفت وگاز دار جوزجان و بلخ در شمال افغانستان دارد(Kurennoe and Beliamin,1969)

4. هایدروجیوشیمی آبهای ترمالی در افغانستان

1.4. مشخصات هایدروجیوشیمی:

قرار معلوم ذخایرجیوترمال به طور طبیعی عبارت از رویداد سیستمهای جریان دورانی یا کانویکشن هایدروترمالی می باشند. مایعات طبیعی بطور معمول کمپلکس مخلوط های کیمیای بوده و همچنان آبهای هایدروترمالی در افغانستان یک انتروال وسیع ترکیب وغلظت محلول ها را نشان می دهند که بطور عموم با افزایش حرارت سیستمهای جیوترمالی مربوط ازدیاد می یابد.

در افغانستان تیپهای مختلف آبهای ترمالی یعنی بای کاربناتهای کلورایدی، سلفاتی وسودیم- کلورایدی وجود دارند که تمام آنها فرآورده های کمپلکس سترکچرهای جیولوجیکی بوده و انکشاف پروسه های متنوع میتامورفیکی ومیتاسوماتیکی را در محیط های مختلف جیولوجیکی که نتیجه شرایط جیوکیمیای وهایدروجیولوجیکی می باشند، بازتاب می دهند. بسیاری کتگوری های آبهای ترمالی در افغانستان وجود دارند، مانند آبهای کاربندای اکسایدی که در بعضی موارد دارای مقدار قابل ملاحظه عناصر نادره زمینی اند، آبهای نایتروجن دار، هایدروجن سلفیددار، آهن- المونیم دار و نمک دار. تمام این کتگوری های آبهای ترمالی از سه

محیط عمده هایدروکیمیای سر چشمه گرفته اند:- محیط میتامورفیکی، احيائی و اکسیديشنى (Kurennoe and Belianin, 1969).

در محور اصلی جیوترمالی هندوکش، CO_2 گاز عمده فاز تشکیل دهنده می باشد. آبهای کاربندای اکساید و CO_2 -نایتروجن دار بطور اغلب از محیط میتامورفیکی که با کمپلکس های گرانیتوئیدی در ارتباط اند سر چشمه می گیرند. به این خاطر آبهای مذکور بطور عمده ذریعه حرارت بلند سطحی ($>37^\circ\text{C}$)، PH بلند (>7.5) و مواد جامد منرالی کمتر در محلول ($1-2.5\text{g/lit}$) مشخص می شوند. این گونه سیستمهای جیوترمالی در ساحه با جریان بلندتر CO_2 که نتیجه ساختمان جیولوجیکی مخصوص آنها بوده و منشأ اصلی ذخیره جیوترمالی سیستمهای متذکره را معین می سازد، موقعیت دارند. در حقیقت مقدار زیاد کاربندای اکساید طبیعی مخصوص اعماق زمین می باشند که عمدتاً بواسطه عملیه ترمومیتامورفیزم احجار کاربناتی بحری تشکیل شده اند. این کاربندای اکساید طبق معمول در سترکچر های عمیق جاه گرفته اند و طبقات آبدار عمیق قشر زمین را مشبوع ساخته و ذریعه فعالیتهای هایدرو ترمالی بشکل آبهای ترمالی کاربناتی در سطح زمین تخلیه میگردند.

در سال 69-1968 یکتعداد چشمه های ترمالی با مقدار زیاد کاربن دای اکساید در دره های کالو، غوربند، دره صوف و استالف توسط زمینشناسان افغانستان (GSA) مورد سروی قرار گرفته و معلوم گردید که بسیاری از آن ها با بعضی از آبهای مشهور ترمالی معالجوی روسیه مشابه استند و بسیاری از آن چشمه هایی که دارای غلظت مناسب از نگاه داشتن عناصر نادره زمینی بوده و دارای ارزش بلند خدمات معالجوی می باشند، قابلیت استفاده درمانی را دارا می باشند (Kurennoe and Belianin, 1969).

از نظر مکانی در بعضی موارد تعاملات هایدرو ترمالی نایتروجن دار نیز مرتبط با عین سترکچرها بوده و تعامل کاربناتی هایدرو ترمالی را ارائه میدارند. اکثر اوقات این دو تیپ آب ها در سیستم واحد با هم یکجا می باشند. آبهای کاربناتی مشخصه قسمتهای مرکزی محور جیوترمالی اصلی بوده و در نهایت با شکستگی های عمیق در ارتباط اند. با افزایش فاصله از محور اصلی به طرف ساحل کناری، آب های نایتروجن دار زیاده تر گردیده و محلول تیپیک هایدرو ترمالی را می سازند، به گونه ای که در اطراف محور اصلی گاز نایتروجن منحیث گاز قابل ملاحظه و عمده تبارز می کند.

آبهای نایتروجن دار که از محیط متحول جیوکیمیای سرچشمه می گیرند به طور اساسی با زونهای کانتکتی کتله های باتولیت های گرانیتوئیدی ارتباط داشته و دارای حرارت سطحی ($>37^\circ\text{C}$)، آبدهی قابل ملاحظه ($1-10\text{lit/Sec}$) و PH بلند (>7.5) میباشند. این نوع تعاملات هایدرو ترمالی بطور عادی غنی از نگاه تیزاب سیلیکا ($1-100\text{mg/liter}$) می باشند. جیوکیمیای آن ها بازتاب احجار جادهنده آنها، یعنی عمدتاً

احباري که با گرانیوتئیدها قرابت دارند، میباشند. آن ها عناصری مانند Ge, Li, Be, Sn, W, Mo و غیره را در محلولات به اساس رایور GSA در بردارند (Kurenov and Belianin, 1969). آب های ترمالی نایتروجن دار گرچه دارای حرارت سطحی بلند میباشند اما از نگاه داشتن محتویات جیوکیمیای فقیر بوده و همچون آبهای ترمالی کاربن دای اکسایدی میباشند که بطور عادی دارای مقدار زیاد Li, Cs, Ge, B, Sr در محلولات خود میباشند.

آبهای ترمالی هایدروجن-سلفایدی به طور اساسی ارتباط با محیط متحول هایدرو جیوکیمیای دارد. این ها عمدتاً همراه با سترکچرهای هایدروکاربن دار شمال افغانستان تثبیت گردیده و احتمال پیدایش آنها در طبقات مشابه در جنوب افغانستان نیز متصور است. مثال این نوع آبها در سیستم تحت فشار "چاه گنج" در ولایت شبرغان دیده شده میتواند که در آن حرارت سطحی آب به 51°C می رسد.

کتگوری آبهای ترمالی هایدروجن- سلفایدار در ساحات کانتکت ها با باتولیت های گرانیوتئیدی هم در مرکز و هم در شمال افغانستان که ارتباط با محیط اکسیدیشنی در مجاورت محور اصلی هندوکش دارد نیز دیده شده است. خروج آبهای هایدروجن- سلفایدار مشخصه آن چشمه هایی استند که بعضی اوقات از نگاه داشتن سیلیکا، نایتروجن و کاربن دای اکساید غنی میباشند. در نواحی ارغنداب در جنوب افغانستان چشمه های آب ترمالی در محیط های اکسیدیشنی ذریعه آبدهی بلند، PH پائین و غنای سلفایدها مشخص میشوند. عناصر جیوکیمیای مانند Li, Ga, Ti, Cr, Se, Be, Ba, Pb, Zn, Ag, As معرف عناصر جیوکیمیای در اینگونه آبها میباشند که بعضی اوقات اهمیت صنعتی پیدا می نمایند. مثلاً مقدار Li اضافه از 10mg/lit در بعضی از چشمه ها غیر معمولی میباشد (Kurenov and Belianin, 1969).

محیط اکسیدیشنی هایدرو جیوکیمیای در افغانستان باعث تولید نمک آب نیز می گردد که ارتباط با طبقات ایوآپوریت (مخلوطی از نمک و انهدارایت) های میوزوئیک و سینوزوئیک کشور دارند. چشمه های پائین حرارت تیزابی و آهن- المونیم دار نیز محصول همین محیط اکسیدیشنی می باشند. به این علت آنها با زونهای اکسیدیشنی رسوبات سلفایدی مانند ساحه عینک که حرارت 18°C را نشان می دهد ارتباط دارند.

2.4. دینامیک تعاملات هایدروترمالی در افغانستان:

تغذیه منابع جیوترمالی در اثر انتقال انرژی در داخل قشر زمین به واسطه حرکت دورانی (ادویکش) مذابه مگماتیکی، ادویکش جریانهای جیوترمالی و قابلیت هدایت حرارتی صورت می گیرد. انتقال حرارت توسط حرکت ادویکشنی مگما و جریانهای جیوترمالی نسبتاً سریع در طی یک مدت ثابت یعنی از چند روز تا چند ماه صورت می گیرد. این ها از جمله پروسه هایی اند که سیستمهای بلندحرارت

جیوترمالی را در ساحات آتشفشانی جوان و زلزله خیز در سرحدات پلیت های تکتونیکی مانند هندوکش هدایت نموده و به وجود می آورند. از طرف دیگر کانویکشن ترمالی یا قابلیت هدایت حرارتی محیط های جیولوجیکی پروسه نسبتاً بطی بوده و در حدود صدها سال لازم است تاسیستم را به وجود آورد. در این پروسه حرارت از داخل به طرف سطح زمین اکثراً توسط پروسه کانویکشن، که سبب بلند رفتن درجه حرارت با افزایش عملی بطور اوسط در حدود $20-30^{\circ}\text{C}$ در هر کیلومتر عمق می شود، انتقال مییابد. سیستمهای جیوترمالی احجار داغ و خشک با اینگونه کانویکشن های ترمالی ارتباط دارند.

آبهای باران و برف در داخل زمین نفوذ نموده و به لایه های احجار نفوذ ناپذیر میرسند. آب متذکره در اینجا به امتداد ساحات خطی کمتر مقاوم الی رسیدن به سیستم شکستگی های مجاور پخش و نشر میگردد. پائینتر از درزها و منفذهای سیستم متذکره این آب به طرف طبقات و یا احجار نفوذپذیر که حرکت آبها در آنها آزادانه صورت گرفته میتواند جریان پیدا میکنند. هرگاه طبقات نفوذ پذیر آب در اعماق نهایت زیاد موقعیت داشته باشند، در آنصورت آب مذکور در بالای طبقات احجار نفوذ ناپذیر که در کانتکت با مگمای داغ قرار دارند موقعیت حاصل مینمایند. در این گونه طبقات آبدار که بسیار گرم خواهند بود.

حرارت از مگمای بسیار داغ از طریق احجار نفوذ ناپذیر صعود نموده و در داخل طبقات آبدار انتقال پیدا کرده آبرای گرم میسازند. هرگاه آب گرم با کدام شکستگی هدایت شده بطرف بالا مواجه گردد، منبسط گردیده، نامتراکم شده و بسیار سبک میگردد، در نتیجه به سطح زمین بقسم بخار و یا آب گرم صعود مینماید. آب صعود کننده بعداً با آب سرد متکاثف تر تعویض گردیده و در طبقه آبدار نفوذ مینماید. آب گرم گرچه وافر و فراوان است اما همیشه موقعیت خود را به شکل چشمه های گرم و یا گایزرها (چشمه های آب افشان) تبارز نمی دهد. آبهای متذکره اکثراً در مناطق آتشفشانی و زلزله خیز و یا ساحات رسوبی مدفون میباشند. با دانستن جیولوجی و سترکچر مناطق جیوترمالی به آسانی میتوان ساحات دورنمائی آنها را طرح و تثبیت نمود.

در افغانستان این مسئله به ما امکان میدهد تا پیشنهاد نمائیم که فاکتورهای کنترل کننده در تشکیل سیستم آبهای ترمالی عبارت از حرکات متداوم نیوتکتونیک است که در ایجاد راه های عبور از طریق شکستگی ها و درز های لیتوسفیر، سهولت فراهم میسازد. تحلیل سترکچری نشان میدهد که فعالیت های هایدروترمالی در افغانستان بطور ناگسستنی با شکستگی اصلی ارتباط دارد که کشور را به بلاک سترکچری شبیه به هم تقسیم میسازد (شکل 1 دیده شود).

ذخایر نسبتاً کافی آبهای ترمالی ارتباط با سترکچر هایی دارند که در محل اتصال سیستمهای شکستگی ها موقعیت دارند، به طور مثال محل تقاطع سیستم شکستگی های عمیق هرات- پنجشیر با سیستم شکستگی های مقر و پنجآو از جمله این گونه ساحات

بشمار میروند. این گونه تقاطع در شبکه شکستگی که ساحات وسیع مرکز افغانستان را در بر گرفته است قابلیت نفوذپذیری ذخایر سیستمهای جیوترمالی ساحات متذکره را کنترل می نمایند. در امتداد همین شبکه است که جریان جیوترمال بطرف سطح زمین حرکت نموده و دورنمای جیوترمالی را تشکیل میدهد. فکتور تعیین کننده دومی در فعالیتهای هایدروترمالی عبارت از مگماتیزم جوان هندوکش است که انرژی حرارتی را برای نفوذ در ذخایر زمینی در جوار کمپلکس های انتروزیفی گرانیتهی در سراسر کشور مهیا ساخته است.

دینامیک انفلیشنی خصوصاً در بلندی ها و خطوط منقسم آب نیز همچون اغلب فعالیتهای هایدروترمالی که وابسته به موجودیت مقدار آب اتموسفیری بوده و سیستمهای هایدروترمالی را تغذیه مینمایند، دارای نقش تعیین کننده میباشند. رسوبات اتموسفیری در ارتفاعات بلند دارای ایزوتوپ های سبکتر اکسیجن نسبت به ساحات پست می باشند. آنالیز های ایزوتوپیکی نمونه های آب از چشمه ها و چاه ها راجع به ساحات تخلیه، عمر آنها و پروسه های مخلوط کننده زیرزمینی میان آبهای مختلف، و همچنان تأثیرات متقابل آب- حجر و پروسه تجزیه بخارات مقاومت ارائه میدارد (Nutti, 1991). تجزیه و تحلیل ایزوتوپ اکسیجن از 5 نمونه انتخاب شده آبهای ترمالی در افغانستان انحراف ایزوتوپی (انحراف یک بر هزارم حصه نمونه از استاندارد آب بحر) در حدود 10.5 الی 11.7 را نشان میدهد (Belianiin, et.al, 1970). این موضوع نشان میدهد که حجم اساسی آبهای ترمالی در افغانستان مربوط به بارندگی ها بوده و به طور عمده از آبهای قابل احیا نسبت به آبهای نو سرچشمه میگیرند.

تمام فکتورهای متذکره در تشکیل سیستم واحد هایدروترمالی سهیم اند، به گونه ای که در آن قوای زیاد فشار هایدروستاتیک آب بارش را بطرف پائین به سمت محلات مگماتیکی معین کننده ترکیب جریانات ترمالی در منبع اصلی فرومیبرد. آب گرم شده که غنی از گازهای منحل خصوصاً CO_2 میباشد تا اندازه سبکتر از آب نفوذ کننده سرد است و به این خاطر به طرف بالا از طریق شکستگی ها و منفذ های طبقات مختلف حرکت نموده و یک تعداد عناصر دیگر را با محلول در مسیر حرکت خود بطرف سطح زمین انتقال میدهد.

بادر نظر داشت کمپلکس ساختاری جیوتکتونیک و پروسه های اندوژینی در افغانستان، میتوان نظر داد که بیشترین ظرفیت دورنمایی برای ذخایر جیوترمالی با محل اتصالی سیستمهای شکستگی اساسی با ولکانهای معمولاً خاموش ارتباط دارند. توجه کلی باید بالای کتگوری های هایدروژیوکیمیای آبهای ترمالی و همچنان بالای تیپهای آب صورت گیرد. به طور مثال با نزدیکتر شدن و وصل سیستم به محور اصلی جیوترمالی، آب از نگاه داشتن کاربن دای اکساید و مواد منحل جامد منرالی بطور مجموعی غنی تر میگردد. برعکس در صورتی که سیستم از محور اصلی جیوترمالی به فاصله های دورتر موقعیت حاصل نماید، حرارت سطحی زیادگردیده و

آب سیستم از نگاه داشتن نایتروجن و سلیکا غنی تر گردیده و مقدار مواد منحل جامد منرالی در آن کاهش می یابد و کمتر از 1gr/liter می گردد. مولفان به این نظر اند که ساحات جیوترمالی در افغانستان عمدتاً از جمله سیستم های آبی اند که آب مایع در آنجا در حرارت بلند و فشار هایدرو ستاتیکی نسبتاً بلند به مثابه محیط کنترل کننده فشار عمل می کند و شکستگی ها و منفذهای احجار را پر می سازد. به این ترتیب شکستگی ها و زونهای شکستگی های عمده، عناصر سترکچری اولیه سیستمهای هایدروترمالی متذکره را تدارک نموده و به این اساس ساحات جیوترمالی بهم پیوسته ذیل امکان دارد در کشور مشخص گردند: ساحات جیوترمالی هریرود - بدخشان، هلمند - ارغنداب، فراه رود و بلوچستان.

1.2.4 ساحات جیوترمالی هریرود - بدخشان:

این ساحه جیوترمالی عنصر اصلی و محوری فعالیت جیوترمالی را در افغانستان تشکیل میدهد که در تمام طول زون سترکچری مرکز افغانستان امتداد یافته است. این سیستم، سترکچرهای همچون سیستم شکستگی عمیق هریرود، سیستم شکستگی غوربند و سیستم شکستگی و سیتیم درزی بدخشان مرکزی را در بر دارد. سیستم مذکور بطرف شرق با شروع از هرات در غرب افغانستان تا به پنجآو، غوربند، پنجشیر، بدخشان و پامیر در دورترین گوشه شمالشرق کشور امتداد یافته است.

از جمله علایم هایدروترمالی امتداد غربی این ساحه میتوان از چشمه آب نایتروجن دار سلیسی در ناحیه اوبی ولایت هرات نام گرفت که به فاصله 120 کیلومتری بطرف شرق شهر هرات و به فاصله 8 کیلومتری بطرف شمالشرق شهرک اوبی موقعیت دارد که مانند چشمه آب گرم سفیدکوه در نتیجه اندازه گیری در ماه سپتمبر 2003 (شکل) دارای حرارت سطحی 52°C - 48°C میباشد. در منطقه پنجآو- بندامیر در مرکز افغانستان بسیاری چشمه های ترمالی CO_2 دار با نمک های کاربناتی- کلورایدی- کلسیمی- سودیمی حرارت سطحی در حدود 35°C - 24°C و مواد منحل جامد منرالی اضافه از 3mg/lit تثبیت گردیده است. PH این گونه آبها به واسطه مقدار CO_2 ($>4\text{g/lit}$) کنترل گردیده و در حدود 6.5-6.1 میباشد. عناصر جیوکیمیای در این آبها شامل Fe, Co, Ni, Ga, V, Ti, Sn, Ba, Ge, Be و آثار و علایم Rb, Cs, Cu, Pb, P میباشد (Belianin, et al., 1970).



شکل 4 - چشمه آب شفا در شهرک اوبی هرات با درجه حرارت سطحی 52 سانتی گراد در زون کانتکت گرانیته.

چشمه های آب گرم در دره های کالو و غوربند و همچنان چشمه های آب گرم خواجه قیچ و غورغوری مثال چشمه هایی از قسمتهای مرکزی ساحه جیوترمالی هریرود_ بدخشان میباشند. بطور کلی آبهای متذکره با ترکیب کلورایدی_ بای کاربناتی_ سودیمی یا کلورایدی_ سودیمی دارای غلظت بلند عناصری چون Ge, Be, B, Fe, Ag, Zn, Pb, Ba, Li, Rb, Sr, Sc میباشند (Kurenov and Belianin, 1969).

منرالیزیشن بلند در این آبهای ترمالی امکان دارد به علت موجودیت مقدار زیاد CO_2 در محیط میتامورفیکی هایدروژیوکیمیای باشد که فرستادن عناصر جیوکیمیای را از احجار به داخل محلول آسان میسازد. از جمله، چشمه هایی که در دره کالو در 20 کیلومتری شرق شهر بامیان موقعیت دارند دارای پوتانسیل امیدبخش برای مقاصد معالجوی و جذب توریست و همچنان ساختمان دستگاه تولید برق جیوترمال به مقیاس کوچک (در حدود 10MW) در آینده نزدیک میباشد.

در امتداد شرقی این ساحه در منطقه اندراب_ پنجشیر مانند بدخشان و پامیر ظهورات هایدروترمالی در سطح زمین کمتر بملاحظه میرسند. این ها بطور عمده از جمله کتگوری آبهای نایتروجن دار میباشند که طور مثال میتوان از چشمه های آب گرم قلعه سراب در اندراب، بابا تنگی و سرغالیان در مناطق واخان و بدخشان نام برد. مقایسه غربی ترین قسمتهای مشابه به هم نشان میدهند که چشمه های مذکور از نگاه داشتن عناصر جیوکیمیای دارای کمترین غلظت میباشند. باباغوری و سرغالیان نیز هایدروجن سلفاید را در محلول خود به مقدار اندک دارا میباشند.



شکل 5 – منظره جنوبی دره کالو در شرق بامیان با ظهور چشمه های آب گرم.

2.2.4 ساحه جیوترمالی هلمند _ ارغنداب :

فعالیت های هایدروترمالی درین ساحه جیوترمالی همراه با آبهای کاربن دای اکسایدی و نایتروجن دار مربوط به کتله های گرانیتوئیدی هلمند _ ارغنداب میباشند که در امتداد جنوبی محور اصلی سیستم های شکستگی و درزی مرکز افغانستان در تماس با کتله ها قرار دارند. سیستم شکستگی عمیق چمن _ مقر و سایر گروپ های شکستگی های درجه دوم از جمله فکتور های سترکچری عمده در تشکیل این ساحه جیوترمالی میباشند که مناطقی چون هلمند، مقر و ترین _ اژدر را در قسمت جنوب _ مرکزی افغانستان در بر گرفته اند. این چشمه های ترمالی در کشور دارای بلندترین آبدهی میباشند. فعالیت هایدروترمالی در اینجا به طور اغلب توسط کتگوری چشمه های کاربن دای اکسایدی و نایتروجن دار مشخص میشوند که بطور عادی از نگاه داشتن تیزاب سلیکا و بسیاری منرالهای جامد مانند میکروکمپوننت ها در محلول غنی میباشند.

نواحی اصلی فعالیت این ساحه جیوترمالی عبارت از نواحی مجاور به سیستم شکستگی چمن _ مقر میباشند که بواسطه تعداد زیاد چشمه های کاربن دای اکساید دار مشخص گردیده و از نگاه داشتن القلی و عناصر نادره زمینی غنی میباشند. در سیستم شکستگی و درزی هلمند، چشمه های ترمالی از نگاه ترکیب هایدروکیمیای بسیار مشابه به چشمه های آب گرم پنجاو _ بندامیر میباشند. فعالیت جیوترمالی در مجاورت کمپلکس گرانیتوئیدی هلمند _ ارغنداب در ساحه تیرین - اثر بسیار مشخص

میباشد، به حدی که در مسیر جنوب غربی از سیستم شکستگی اصلی هلمند حجم کاربن دای اکساید کاهش ولی مقدار نایتروجن و تیزاب نایتریک افزایش می یابد.

3.2.4 ساحه جیوترمالی فراه رود:

این ساحه در فرورفتگی سترکچری فراه رود بطرف جنوب غرب محورجیوترمالی اصلی در قسمت جنوب غربی افغانستان موقعیت دارد. فعالیت جیوترمالی بشکل چشمه های هایدروترمالی در این ساحه مربوط به سیستم شکستگی عمیق و درزی پسابند میباشد. در امتداد جنوب غربی ساحه متذکره سیستم هایدروترمالی نایتروجن دار ساحه جیوترمالی ارغنداب اتصال پیدا میکند. آبهای ترمالی بای کاربناتی _ کلسیم _ نایتروجن دار غنی از سلیکا و عاری از کاربن دای اکساید بوده که در این ساحه جیوترمالی خیلی معمول میباشد.

4.2.4 ساحه جیوترمالی بلوچستان :

در دورترین نقطه گوشه جنوب غربی افغانستان، ناحیه ولکانیکی چگائی در بلوچستان با فعالیت زیاد هایدروترمالی عمدتاً نمک آب طبیعی، که از نگاه داشتن کاربن دای اکساید و کلسیم غنی می باشد موقعیت دارد. دو تیپ آبهای نمک دار برای این ساحه مشخص میباشند: آب ترمالی کلورایدی _ سودیمی تحت فشار زیاد با PH حدوداً 6-6.6 که مقدار بسیار زیاد گازات را با محلول به سطح زمین انتقال داده تراورتن و رسوبات نمکی را از خود به جا میگذارد؛ و آب ترمالی کلورایدی که محلول آن با مقدار کم گاز و یا بدون آن به سطح زمین برآمده و دارای PH حدوداً 7-8 می باشد. این فعالیتهای هایدروترمالی دلالت برآن دارد تا آنها را با پروسه های کاربناتیته بعد ولکانیکی این منطقه مربوط بدانیم که در نتیجه این روند سنگهای مرمرقشنگ تشکیل میگردند.

5. صنعت و کاربرد انرژی جیوترمال

1.5. انرژی جیوترمال یک امر ممکن است:

افغانستان در حال حاضر وابسته به منابع انرژی از خارج کشور می باشد که بیشترین مقدار آن را از ایران و ترکمنستان به اشکال برق، گازطبیعی و محصولات پترول وارد مینماید. مهمترین ویژگی استفاده از انرژی جیوترمال از نگاه اقتصادی عبارت از خصوصیت داخلی بودن آن است. استفاده از منابع محلی وابستگی کشور را از منابع انرژی خارجی کمتر ساخته و به در عین حال که کمبود انرژی را جبران می کند، کسب وکار را ازدیاد می بخشد و اقتصاد کشور بهبود مییابد. در عین زمان انکشاف لازم در مملکت در صورتی تأمین شده می تواند که انرژی قابل دسترسی در کشور به حد کافی وجود داشته باشد و کشور از نظر دسترسی به انرژی امنیت داشته باشد. خریداری مواد سوخت فسیلی از خارج به ذخایر اسعاری کشور ضرر میرساند و استفاده از این منابع برای افغانستان بسیار گران تمام میشود. این در حالی است که مصارف انرژی در کشور به اساس نیازمندی ها در آینده افزایش پیدا کرده و سبب

فشار بیشتر بالای اقتصاد کشور در مجموع و آلودگی محیط زیست آسیب پذیر کشور میگردد. در برابر این سناریو، انرژی جیوترمال قابل تجدید، پاک و منبع پایدار انرژی قابل دسترسی برای افغانستان می باشد که میتواند مورد بهره برداری قرار گرفته و به مقصد رفع نیازمندی های کشور به نیروی برق و یا مستقیماً منحصیث منبع حرارت و یا تولید انرژی از آن استفاده شود.

در حال حاضر بیشتر از 60 کشور جهان انرژی جیوترمال را منحصیث منبع تولید انرژی برق و یا بطور مستقیم مورد استفاده قرار میدهند (جدول 1).

جدول نمبر (1):

انرژی برق		استفاده مستقیم		مناطق
G W h/y	M W _t	G W h/y	M W _e	
492	121	396	535	افریقا
7266	5954	23342	3390	امریکا
22532	5150	17509	3095	آسیا
19090	5630	5745	998	اروپا
2049	318	2269	437	اوقیانوس) (Ocean
51438	17174	49261	7974	مجموعی

انرژی جیوترمال وابسته به چند و چونی آب و هوا، آفتاب و باد نبوده قابلیت ذخیره شدن بلند را دارا میباشد. انرژی جیوترمال نسبت داشتن سهم بسیار بلند در استحصال برق قابل مقایسه با منابع قابل تجدید همچون آفتاب و یا باد است. منابع جیوترمال معمولاً دارای فکتور ظرفیتی 70-90% (IGA, 2001) است، و انرژی تولیدی دستگاه های جیوترمال بطور متوسط الی 90% قابل دسترسی میباشد. از تولید مجموعی برق یعنی از 2826 TWh در سال 1998 که از منابع انرژی قابل تجدید در جهان به دست آمده، 92% آن از منابع آبی، 5.5% از کتله های حیاتی و 0.6% آن از باد بدست آمده است. برق خورشیدی صرف 0.05% و برق مد و جذر 0.02% از مجموع تولید برق را در بر میگیرد (WEA, 2000). مقایسه این چهار منبع انرژی قابل احیا (جدول 2) نشان میدهد که 70% برق حاصله از چهار منبع متذکره از منابع جیوترمال بدست میآید در حالی که دستگاه های جیوترمال 42% ظرفیت مجموعی تثبیت شده را در این میان احتوا مینماید. از این جمله انرژی باد 72% برق را از ظرفیت مجموعی 52% تأمین مینماید.

جدول نمبر(2): برق از چهار منبع انرژی قابل تجدید در سال 1998)
(WEA,2000)

تولید فی سال		ظرفیت		نوع منبع
%	TWh / y	%	GW _e	
69.6	46	41.7	8	جیوترمال
27.2	18	52.1	10	باد
0.6	1.5	4.7	0.9	آفتاب
0.9	0.6	1.5	0.3	جزر و مد
100	66.1	100	19.2	مجموعی

تولید حرارت از منابع انرژی قابل تجدید گمان می‌رود که از نگاه تجارتي با منابع انرژی متداول در رقابت قرار گیرد. از جمله کتله های حیاتی (Biomass) 93% از مجموع حرارت تولید شده مستقیم از منابع انرژی قابل تجدید، جیوترمال 5% و حرارت آفتاب 2% آنرا تشکیل می‌دهند.

2.5 . جیوترمال انرژی موثر و مناسب:

تحقیق و پژوهش با حمایه و ضمانت حکومت و کمپنی ها بخاطر بهبود و پیشرفت تکنالوژی جیوترمال ادامه دارد. با وجود بلند بودن ارزش اولیه، مدت بهره برداری از انرژی جیوترمال دراز می‌باشد. اما زمانیکه فاکتور مفاد استفاده ازین انرژی برای مسائل محیط زیست مدنظر گرفته میشود موضوع افزایش استفاده از جیوترمال بیشتر از پیش قابل توجیه می‌گردد.

قیمت تمام شد بکار گماری انرژی جیوترمال در حدود 1000-3000USD /KW می باشد که معادل به ارزش تولیدی 2.2-2.5 US cents /KWh می باشد.

ارزش سرمایه گذاری سیستم مرکزگرمی محلی معمولی در حدود-400 1400USD /KW می‌باشد و این مطابقت با ارزش تولیدی در حدود 0.8-3 US cents /KWh دارد (IGA,2001). سنجش و ارزیابی که توسط UN World Energy Assessment Report(WEA,2000) صورت گرفته است نشان می‌دهد که ارزش متداول انرژی برقی برای برق جیوترمال و برق آبی در حدود 2-10US cents / KWh، برای باد در حدود 5-13 US cents /KWh، برای کتله حیاتی 5-15 US cents / KWh، برای برق آفتابی فوتوولتاییک در حدود 25-125 US cents / KWh و برای برق حرارت آفتابی در حدود 12-18 US cents /KWh می‌باشد.

ارزش متداول حرارت مستقیم از کتله حیاتی 1-5 US cents / KWh، از جیوترمال 0.5-5 US cents /KWh و از تابش آفتاب 3-20 US cents /KWh)

(Fridleifsson, 2000) میباشد. این قیمت ها نشان میدهند که برق حاصله متداول به واسطه انرژی جیوترمال در رقابت با سایر اشکال انرژی در موقعیت مناسبی قرار میگیرد.

این مساله وضاحت دارد که بهای انرژی برقی جیوترمال مطابق به قیمتی است که افغانستان برای خریداری برق در یک دوره ده ساله از ایران (2.8 US cents / KWh) و ترکمنستان (2.0 US cents / KWh) به آن کشور ها میپردازد. این قیمتها هزینه 16 میلیون دالر امریکائی برای 132 کیلومتر لین ولتاژ بلند و سب ستیشن انتقالی با ظرفیت 50Mwe از ایران و هزینه 6.5 میلیون دالرامریکائی برای 120 کیلومتر لین انتقالی و 2.3 میلیون دالرامریکائی برای سب ستیشن انتقالی با ظرفیت 30 MWe از ترکمنستان را به ترتیب در بر دارد (DEPCH, 2003). اگرچه در ظاهر این پروژه یک معامله خیلی خوب برای افغانستان معلوم می شود و قیمت بلاواسطه آن برای افغانستان بسیار پائینتر از آنست که بتوان با آن یک ستیشن انرژی برق آبی با عین ظرفیت و یا چند دستگاه کوچک انرژی جیوترمال را ساخت. اما اگر قیمتی را که بخاطر مصارف انرژی برای این منابع خارجی در طول مدت پروژه مذکور میپردازیم در نظرگیریم، و همچنان عواملی همچون از دست رفتن کار دائمی برای افغانها، انرژی قابل احیای پائینتر درکشور، ویرانی محیط زیست، ستراتیژی امنیت ملی و غیره را نیز مدنظر بگیریم، بهای پرداخته شده برای این منابع خیلی زیاد و در مجموع نامناسب میباشد.

اگرچه بعضی از این پروژه های قرار دادی برای برخی از مناطق سرحدی افغانستان امکان دارد مفید و قابل قبول باشد، لیکن برای انرژی رسانی به جمعیت های دور افتاده کشور مانند مناطق مرکزی و قسمتهای شمالشرقی افغانستان قابل قبول و مناسب بوده نمیتواند. از نگاه مولفین این گزارش، داشتن دستگاه های کوچک انرژی جیوترمال و انرژی برق برای مقاصد مختلف (در حدود 5-20 MWe میگاووات انرژی برقی) برای افغانستان بسیار مفید میباشد. این گونه دستگاه ها می توانند به طور دائمی انرژی تهیه نموده، مانع آلودگی هوا گردند و زمینه را برای استخراج معادن و انکشاف سایر صنایع کوچک محلی آماده ساخته و کاردایمی را برای مردمیکه در حالت بسیار نامناسب اقتصادی قرار دارند، میسر گردانند.

3.5. انرژی جیوترمال برای استحصال برق:

برق یک کمبود سرتاسری در افغانستان، خصوصاً در مناطق دور افتاده کشور میباشد. موفقیت و ناکامی تلاشهای بازسازی و انکشاف اقتصادی نیز به همین موضوع وابسته میباشد. بازسازی صنعت، زراعت و تولید مواد غذایی بدون موجودیت برق سرتاسری ناممکن میباشد. علاوه بر آن افزایش قطع جنگلات و استفاده از فضلات حیوانی بطور فزاینده، محیط زیست طبیعی کشور را زیانمند میسازد.

ظرفیت ذخایر انرژی جیوترمال در افغانستان قسمتی از نیازمندی های برقی و تقاضا به آنرا بر آورده ساخته میتواند. استحصال انرژی برقی سودمند ترین نوع استفاده از انرژی جیوترمال بوده و در سراسر جهان بیشتر از سایر خدمات جیوترمال رشد و انکشاف نموده است. برق از بخار جیوترمال در 21 کشور جهان استحصال گردیده و ایالات متحده امریکا در سال 1999 با استحصال Me 2228 در صدر استحصال کنندگان قرار گرفته است. در فلپین در حدود 22% برق مورد استفاده کشور به واسطه بخار جیوترمال تولید میگردد. سایر کشورها در حال حاضر در حدود 20%-10 برق خود را با استفاده از بخار جیوترمال تولید مینمایند و این کشور ها عبارتند از: کوستاریکا، السلوادور، ایسلند و نیکاراگوا (Huttren, 2001). در حال حاضر بسیاری از کشورهای رو به انکشاف مانند ترکیه، کینیا، تایوان، چیلی و تبت در چین نیز ساحات جیوترمالی خود را آماده بهره برداری میسازند.

بمنظور تولید برق با استفاده از منابع جیوترمال دارای آب بسیار گرم، دوشرط باید برآورده شده بتواند: 1- تکنالوژی مناسب و 2- موجودیت بخار و یا آب بلند حرارت فراوان و وافر. در حال حاضر تکنالوژی موثر و بادوام به سهولت برای افغانستان میسر شده میتواند تا برق ارزان قیمت را از منابع جیوترمالی خود استحصال نماید. در این ضمن ساختمان تکنیکی افغانستان موجودیت سیستمهای دوران آب گرم را در زیر زمین نشان میدهد. لیکن تنها تحت شرایط معین عمقی، حرارتی و کیمیای می شود به برمه کاری و حفاری در داخل این سیستم پرداخت و شرایط و زمینه استخراج را فراهم ساخت.

در برنامه ریزی های ساختمان دستگاه برق جیوترمال به سوالات زیر باید پاسخ ارائه گردد: چه مقدار بخار از ساحه استخراج شده میتواند، بخار متذکره برای چه مدت کفایت میکند و اینکه آیا دستگاه تولیدی یک سیستم دوگانه با استفاده از بخار و آب خواهد بود و یا سیستم یگانه صرف با استفاده از بخار. سیستمهای متذکره آن زمان مورد استفاده قرار میگیرند که ساحات جیوترمال به کمتر منرالی باشند. علاوه بر این بهای سیستمهای متذکره بلندتر از دستگاه بخار ساده و سیستم توربین میباشد. بهر صورت آب کم حرارت به گونه ئی اقتصادی برای مقاصد غیر از برق مورد استفاده قرار گرفته میتواند. در سیستمهای جیوترمالی همچون سیستمهای جیوترمالی افغانستان که آب در آنها نسبت به بخار مسلط تر است، آب از ذخایر خود داخل چاه گردیده و زمانی که بطرف سطح زمین به حرکت میآید فشار آن کاهش یافته و زمینه برای جوشیدن آب مهیا میگردد. صرف قسمتی از آب جوش خورنده به بخار تبدیل میگردد. یک دستگاه تجزیه کننده و جدا کننده در بین چاه ها و دستگاه انرژی نصب میگردد تا بخار و آب را از هم جدا کند. بخار داخل توربین میشود و آب کم حرارت بعداً از طریق دستگاه تبادله حرارتی دوران مینماید تا مایع دومی (معمولاً یک مرکب عضوی همچون ایزوبیوتین) را توسط حرارت پائین به جوش خوردن واداشته و آن را به بخار تبدیل کند. در این سیستم در اثر فشار بخار عضوی، توربین به حرکت میافتد،

از همین رو این دستگاه ها را بنام سیستم انرژی دوگانه یاد میکنند. آب سرد شده بعد از آن برای کاربردمستقیم مورد استفاده قرار گرفته میتواند و در اخیر دوباره به داخل ذخیره گاه زیرزمینی در جنب ستیشن جیوترمال تزریق می شود.

در سیستم های داغ بخار شونده (flash) یعنی جاییکه بخار فاز مسلط باشد، مایع گرم جیوترمال به دستگاه تفکیک کننده بر خورد مینماید. به هر اندازه که فشار سریعتر آزاد گردد به همان سرعت قسمتی از این مایع به بخار تبدیل شده و فوراً توربین را که جنراتور را میچرخاند به گردش میآورد. بخار مصرف شده بعداً در داخل کاندنسر سرد گردیده و دوباره به زیر زمین پمپ میگردد. به هر حال در یک سیستم دوگانه خصوصیت تبادل حرارت مورد استفاده میباشد. در این سیستم، حرارت از جریان جیوترمال به مایع دیگر انتقال پیدا کرده و سردکننده هایی مانند گاز فریئون (Freon) و یا ایزوبیوتان تبخیر گردیده و به شکل گاز شدیداً تحت فشار برگشت مینمایند و به واسطه نل وصل شده به داخل توربین جریان پیدا میکنند. سرد کننده تبخیر شده دوباره به داخل سیستم دوران پیدا کرده، کار خود را بدون وقفه ادامه میدهد.

4.5. انرژی جیوترمال برای استفاده مستقیم:

تکنالوژی های جیوترمال به طورطبیعی آب جیوترمالی گرم را برای مقاصد تجاری مورد استفاده قرار میدهند. افغانها خواص طبی و درمانی چشمه های آب گرم خصوصاً توان درمانی آنها را برای معالجه امراض جلدی و روماتیزم مفاصل خوب میدانند. تن شوئی طبی یا معالجوی یک بخش مهمی است که باید برای انکشاف مدرن بعضی از چشمه های شناخته شده معالجوی در کشور مد نظر گرفته شود. این مساله کمکی است برای بهبود شرایط زندگی مردم افغانستان که با عملی نمودن آن می شود زمینه کاریابی دایمی و کارهای جدید ایجاد شود. افغانستان ضرورت به حفاظت بعضی از منابع جیوترمالی قابل دسترسی خود در حالت طبیعی آنها دارد که باید صرف به منظور تفریح و جلب توریست مورد استفاده قرار گیرند، بناءً تمام منابع شناسائی شده کشور شاید برای انکشاف دادن جهت دستیابی به انرژی از آنها مناسب نباشند. ولی منابع کم عمقی که برای پمپ های حرارتی مناسب میباشد در هر قسمت مملکت قابل دسترسی اند. پمپهای حرارتی جیوترمال یعنی GHP اکثراً در همه جا قابل استفاده میباشد که با استفاده از حرارت ثابت 15-18 متری قسمتهای فوقانی قشر زمین منازل را در زمستان گرم و در تابستان سرد میسازند.

GHP سهم مهمی در قسمت بهبود کارایی در بهره گیری موثر از انرژی دارد و در این اواخر به گونه قابل ملاحظه ئی انکشاف یافته است. اگر دستگاه های GHPs با ساختار تهداب در مرحله ساختمان جدید اعمار گردند، در آن صورت قیمت سرمایه ابتدایی آن به اندازه زیاد کاهش پیدا میکند، که این مساله بطور موفقیت آمیز در ساختار دستگاه های GHP که در تهداب پایه های ساختمان جدید میدان هوایی بین المللی در Zurich کشور سوئیس ثابت شده است. در خدمات GHP ایالات متحده امریکا

با داشتن تقریباً 400000 واحد (در حدود 4800MW انرژی حرارتی) پیش قدم است. استحصال انرژی در حدود 3300MWh / y در سال 1999 (Boyd,2000 Lund and) توسط کشور سوئیتزرلند با استفاده از دستگاه های پمپ حرارتی عملی و اجرا شده است، در حالی که در این کشور چشمه های آب گرم و گایزرها (آبفشانها) سابقه ندارند. انرژی از زیر زمین بواسطه پمپهای حرارتی در سوئیتزرلند بمقدار 434GWh / y با رشد سالانه 12% مورد استخراج قرار گرفته است (Rybach,et al.,2000). به این خاطر میتوان پیشنهاد نمود که در طرح هر پروژه ساختمان اساسی در افغانستان، خصوصاً در ساختمان میدان هوایی جدید در جنوب شهر کابل، باید تأسیس این گونه دستگاه ها از همان نخستین مرحله طرح پروژه مدنظر گرفته شود.

سایر خدمات به غیر از تولید برق از انرژی جیوترمال عبارت خواهند بود از صنایع کیمیاوی، ساختن گرمخانه ها، تولید و پروسس مواد غذایی، پرورش ماهی و غیره. تکنالوژی های قابل اعتماد، اقتصادی و پسندیده از نگاه محیط زیست در قسمت استفاده مستقیم از انرژی جیوترمال در سراسر جهان مورد آزمون قرار گرفته است و نتایج خوبی ببار آورده است. طبق معمول انواع اساسی استفاده مستقیم از انرژی جیوترمال عبارت از تن شوئی (یا آب بازی) معالجوی (42%)، گرم ساختن (%) 35 به شمول 12% توسط (GHPs)، گرمخانه (9%)، پرورش ماهی (6%) و صنعت (6%) (Lund and Freston,2001) میباشد.

تعدادی از خدمات با صرفه و مفید از آبهای کم حرارت در افغانستان میتواند بطور پیشنهادی اینها باشند: پرورش ماهی، گرمخانه، استحصال مواد مفید از ترسبات (با سهولت زیاد در محل ترسبات طلای پاشان در بدخشان و غزنی)، پروسس و خشک سازی میوه ها، تولید مواد غذایی، پروسس پوست و روده، شستن قالین، سهولت های توریستی و معالجوی، گرم ساختن محلات، خشک نمودن و پختن اگریگاتهای سمنتی سبک، استحصال املاح کیمیاوی صنعتی بواسطه تبخیر و کرستالیزیشن، پوساندن بیولوژیکی (بیودیگرادیشن)، تخمیر، پرورش سمارق و سایر صنایع کوچک محلی.

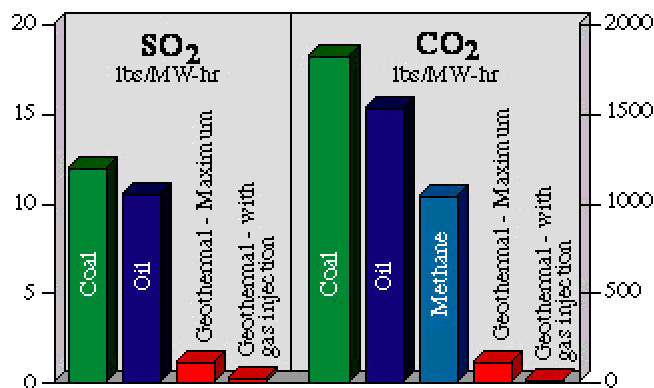
استفاده های مستقیم بهر صورت محدود به همان محل پیدایش انرژی جیوترمال خواهد بود، چون بخار و آب گرم به مشکل تا فاصله های بسیار دور قابل انتقال اند. بهای استحصال فی کیلووات ساعت برای بهره گیری مستقیم بسیار مختلف و متغیر میباشد، لیکن معمولاً پائینتر از 24US cents / KWh میباشد که به گونه بسیار اقتصادی برای کشور چین مورد آزمایش قرار گرفته است. بهره گیری مستقیم از این منابع با رشد در حدود 10% در سال عمدتاً در بخشهای گرم ساختن، تن شوئی و پرورش ماهی توسعه یافته است. سایر مثال های رشد سریع در قسمت استفاده مستقیم از جیوترمال را در کشورهای رو به انکشاف مانند ترکیه و تونس میتوان سراغ نمود. به طور مثال گرم ساختن جیوترمالی گرمخانه ها در تونس از 10000 مترمربع در سال 1990 تا به 955000 مترمربع در سال 1999 افزایش یافته است که با محصولات عمده بادنجان

رومی و خربوزه جهت صادرات به اروپا و ایجاد زمینه کاری برای هزارها تن در این زمینه همراه بوده است (Fridleifsson, 2000). ترکیه با انکشاف منابع جیوترمالی خود برای استحصال برق و همچنان در استفاده مستقیم از این منابع طبیعی به خصوص در قسمت امکانات تفریحی بسیار زیاد توجه نموده است.

6. اثرات محیط زیستی انرژی جیوترمال

با افزایش توجه به کنترل آلودگی اتموسفر و نگرانی راجع به گرم شدن جهانی، دنیای امروز یک برنامه وسیع را برای تولید برق جیوترمالی و استحصال انرژی حرارتی ایجاب می کند. انکشاف منابع جیوترمالی، منابع انرژی را افزایش بخشیده، فضا را کمتر آلوده ساخته و حفاظت محیط زیست را مطمئن تر میسازد. انرژی جیوترمال در بین سایر انرژی های قابل احیا، بعد از برق آبی و کتله های حیاتی مقام سوم را اختیار نموده است. این منبع انرژی ضرورت به سوختاندن ندارد تا حرارت یا برق تولید نماید. همچنان با این تکنالوژی آزمون شده و منابع فراوان میتوان سهم مهمی را در قسمت کاهش دادن گازهای گرمخانه ای حایز گردید. استفاده از جریانات جیوترمالی یک مقدار گازهای مختلف خصوصاً نایتروجن، کاربن دای اکساید، مقدار کمی از هایدروجن سلفاید و امونیا را باخود به همراه دارد. موجودیت این مواد که وابسته به شرایط جیولوجیکی در ساحات مختلف اند به اندازه های مختلف به ملاحظه میرسد. در واقع تمام منرالهای جریان جیوترمال و بعضی از گازات دوباره به داخل ذخیره رجعت داده می شوند. صرف یک مقدار ناچیز و غیر قابل انقباض از گازات به فضای ماحول آزاد میگردند.

انکشاف صنعتی سیستم های جیوترمال بر مبنای استفاده از حرارت احجار با استفاده از جریانهای ترمالی به مثابه حامل حرارت بدون صورت می گیرد. در این روند گاز کاربن دای اکساید یا تولید نمی شود، و یا دستگاه های انرژی جیوترمال یک مقدار کم کاربن دای اکساید و یک مقدار بسیار کم سلفردای اکساید را بدون اکساید های نایتروجن و مواد مضره دیگر بیرون رانده و به محیط انتشار میدهند. بخار و دستگاه های Flash plants اغلباً بخار آب را متصاعد میسازند. دستگاه های انرژی دوگانه در یک سیستم بسته کار کرده و گازات را قسمی که در شکل ذیل نشان داده شده است متصاعد نمیسازند. در چارت شکل 6 مقدار انتشار سلفردای اکساید و کاربن دای اکساید در دو نوع دستگاه انرژی سوختگیر (ذغال و بنزین) و دستگاه انرژی جیوترمال مقایسه شده است (مشمول دستگاه های رجعت دهنده گاز و بدون رجعت دهنده گاز به داخل زمین).



شکل 6 – مقایسه انتشارات سلفردای اکساید و کاربن دای اکساید میان دو دستگاه مولد انرژی برق فسیلی و دستگاه مولد انرژی برق جیوترمالی (مولفین: گودارد و گودارد، 1990)

در عین زمان ، اندازه و مساحت زمین مورد استفاده برای انکشاف جیوترمال به مراتب کمتر از ساحه زمین مورد استفاده برای استخراج سایر منابع انرژی چون بنزین، گاز و ذغال میباشد. خدمات جیوترمال پائین حرارت از نگاه محیط زیست حتا نسبت به چاه های عادی آب نیز کمتر قابل نگرانی میباشد. پروژه های انکشاف جیوترمالی اکثراً می توانند تا با زمین های زراعتی حاصلخیز و چراگاه ها همزیستی داشته باشند.

میکانیزم انکشافی پاک یا CDM که بواسطه پروتوکول Kyoto تأسیس گردیده است کشورهای مانند افغانستان را تشویق مینماید تا در قسمت منابع انرژی قابل احیای خود سرمایه گذاری نموده و به اساس آن با تناسب به مقدار کاربن دای اکسایدی که از تولید آن جلوگیری بعمل آمده است، در مقابل جبران تولید اضافی همان مقدار کاربن دای اکساید در کشورهای پیشرفته، پول مطالبه و اخذ کنند.

7. نتایج و پیشنهادات

با موجودیت تعداد زیاد کتله های مگماتیکی جوان، پروسه های میتامورفیکی، ولکانیکی و تکتونیک تصادمی در افغانستان، ظرفیت انرژی جیوترمال در این کشور بسیار زیاد میباشد. سیستم های جیوترمالی در افغانستان با موجودیت چشمه های آب گرم در سطح زمین محدود نیستند. بسیاری سیستم ها مدفون بوده و به سطح زمین نرسیده اند. مولفین این اثر متیقن استند که امید بخش ترین دورنماها برای اکتشاف منابع جیوترمالی و مشخص ساختن ذخایر شناخته شده و مدفون در ساحاتی به امتداد سیستم های شکستگی هرات – پنجشیر و چمن مقر موقعیت دارند.

به خاطر این که ظرفیت دورنماهای جیوترمالی برای بهره گیری صنعتی روشن شود، باید مطالعات منظم جیولوجیکی، جیوکیمیای و جیوفزیک از قبیل جیوترمومتری، آنالیز ایزوتوپ های پایدار، سروی مقاومت برقی، سروی پوتانسیل

خودی (Self-potential) (Ress et al., 1995) و آنالیز میکرو زلزله خیزی انجام شود. لازم است تا ساحات کم عمق برای استحصال منابع جیوترمالی معین گردیده و طرح ریزی گردد. در این کار عمق محاسبه ذخایر آب گرم با دورنمای خاص آن تثبیت گردیده و ساحات مشخص برای برمه کاری اکتشافی که نتیجه نهایی را برای ارزیابی ذخایر منابع جیوترمالی ببار خواهند آورد تعیین میگردد. همچنان اکتشاف دقیق ضرورت است تا ذخایر جیوترمالی مشخص گردیده و فهرست ساحات دورنمایی منابع انرژی جیوترمالی برای انکشاف ترتیب گردد.

سودمندی و مزایای انکشاف منابع انرژی جیوترمالی برای افغانستان طور ذیل جمع بندی میگردد:

- منابع جیوترمالی، کشور را با منبع انرژی داخلی تأمین مینماید که میتواند به آسانی مورد استخراج قرار گیرند. هرگاه این منابع انکشاف داده شوند متناسب به آن وابستگی کشور به منابع انرژی خارجی کاهش مییابد.

- استفاده از انرژی جیوترمال زمینه کار دایمی را برای افغانها مهیا ساخته، داد و ستد خارجی را کاهش بخشیده و کشور را از مصرف ذخایر اسعاری رهایی میبخشد.

- این منبع انرژی با محصولات فرعی مضر بسیار کم آلوده می باشد و یا نا آلوده است، به گونه ای که یکی از پاک ترین انواع انرژی از نگاه محیط زیستی به شمار می آید. همچنان که از نگاه تداوم، گونه ای از انرژی قابل احیا میباشد که اگر در افغانستان مورد بهره برداری قرار گیرد، منبع آن پایداری زیادی خواهد داشت.

- افغانستان امکان حصول وجوه نقدی را تحت پروگرام CDM که به واسطه "Kyoto protocol" تأسیس یافته است و از جانب کشورهای پیشرفته و مترقی جهان در پروژه های انرژی قابل احیا سرمایه گذاری میگردد، دارا میباشد.

- تحت شرط نامه های CDM، کریدت های ناشی گازهای گرمخانه ای ذریعه دستگاه انرژی جیوترمال ایجاد گردیده و بالای مارکیت های بزرگ به فروش رسیده و عاید اضافی ملی از آن حاصل میگردد.

- در افغانستان مساحت زمین های قابل استفاده برای انکشاف صنعت بسیار محدود میباشد. دستگاه متوسط انرژی جیوترمال بطور کل در حدود 400 متر مربع زمین را ایجاب می کند تا یک گیگاوات انرژی را در مدت بیشتر از 30 سال تولید نماید، که این اندازه غیر قابل مقایسه با مساحت بسیار بزرگی میباشد که برای انکشاف سایر دستگاه های انرژی ضرورت است.

- انکشاف منابع جیوترمال در افغانستان ظرفیت تکنالوژی، علم و تحقیق کشور را از طریق همکاری های بین المللی تقویت میبخشد.

با در نظر داشت این که انرژی جیوترمال پاک، آزمون شده و منبع قابل احیا برای تأمین ضروریات یک جامعه است، انکشاف آن بقابل حمایه بوده، محیط زیست را بهبود بخشیده و همچنان بهای دوره استفاده از آن با بهای سایر انواع انرژی متناسب

بوده و از حتماً از نگاه محیط زیستی برتری دارد. مولفان این اثر به این عقیده اند که تصویب یک مقررہ مناسب، جدی و کارآ در قسمت تحقیق، انکشاف و تنظیم و فروش آن توسط دولت افغانستان ضروری میباشد تا افزایش استفاده از این منبع طبیعی تشویق و ترویج گردد.

این وظیفه دولت افغانستان است تا در قسمت انکشاف منابع جیوترمالی کشور که به نفع جامعه بشریت و محیط زیست است جدیت به خرج دهد و آنرا ترغیب و ترویج نماید. از طریق ارزیابی و تشخیص ظرفیت منابع جیوترمالی کشور برای استفاده در تولید انرژی برق، گرم ساختن محلات، سرد ساختن خانه ها و ساختمانها، سردخانه ها، تفریح و توریسم و هزاران صنایع کوچک دیگر لازم است تا این تعهد را دولت متقبل گردد. باید اهداف، پالیسی ها و مقرراتی که سرمایه گذاری در انکشاف منابع جیوترمالی را سهل بسازد، طرح و منتهای استفاده از آن صورت گیرد.

به این ارتباط ملل متحد، بانک جهانی، بانک انکشاف آسیایی و سایر موسسات بزرگ علاقمند، باید مسأله انرژی جیوترمال را در افغانستان بطور جدی شامل پروگرام انکشافی خود کرده، صنایع انرژی جیوترمال را در سراسر جهان تشویق نمایند تا در قسمت انکشاف منابع جیوترمالی این کشور به مثابه بخشی از کمکهای بین المللی در بازسازی افغانستان معاونت نمایند.

در اینجا دلیلی وجود ندارد که در شروع قرن XXI انکشاف منابع جیوترمالی که هم پایدار است، و هم پاک، فراوان و اقتصادی تمام میشود، در افغانستان دنبال نگردد. کشور ما پوتانسیل و توانایی آنرا دارد تا منابع جیوترمال خود را برای استفاده مستقیم در قسمت توریسم، اهداف معالجوی، صنعت گرمخانه، تولید و پروسس مواد غذایی، پروسس و خشک نمودن میوه، پشم شوئی، قالین پاکی و خدمات کیمیاوی به سرعت انکشاف دهد. اگر چه انکشاف منابع جیوترمال برای تولید برق از جمله اولویت ها محسوب نمیشود، اما پوتانسیل تولید انرژی برقی از منابع جیوترمالی به مقدار زیاد در افغانستان به آسانی قابل دسترسی میباشد. استفاده از انرژی جیوترمال در افغانستان برای خدمات برق و غیربرق قابل اجرا و عملی است.

سپاسگزاری:

وجوه مالی برای این کار بواسطه مرکز کمک های بین المللی، دانشگاه نیویارک و بخشی از آن توسط انستیتوت جامعه باز (Open Society) تهیه و تدارک گردیده است. مرکز مطالعات پالیسی و انکشاف افغانستان این پروژه تحقیقی را حمایت و تقویت نموده و برای اجرای آن در افغانستان سهولت ایجاد کرده است. دانشگاه پولیتخنیک کابل و دانشگاه هرات هر کدام در قسمت خود سهولت ها را برای اجرای تحقیق در افغانستان و حمایه از آن را ایجاد نموده اند. ریاست سروی معادن و جیولوجی وزارت معادن و صنایع افغانستان لطف نموده اجازه دسترسی به مواد آرشیف را برای پیشبرد این کار داده اند. ما از اداره AIMS مربوط UNDP کابل که نقشه های توپوگرافیکی قسمت های مرکزی و غرب افغانستان را سخاوتمندانه در اختیار ما قرار دادند صمیمانه اظهار سپاس مینمائیم.

تحقق این کار بدون همکاری دوکتور بارنیت روبین مدیر CIC دانشگاه نیویارک امریکا امکان نداشت. مولفین از کمک های موثر و بی شایبه دوکتور عمرزاخیل وال مشاور ارشد وزارت احیا و انکشاف دهات افغانستان بطور خاص اظهار سپاس مینمایند. ما از پروفیسور ادوارد فریدمان از انستیتوت تکنالوژی سنت سنتیوین ایالت نیوجرسی ایالات متحده امریکا بخاطر مرور پیش نویس این اثر و نظریات مفید شان اظهار امتنان می نمائیم. همچنان از پوهاند نجیب الله صفدری بخاطر مرور پیش نویس و نظرات سودمند شان در مورد این اثر اظهار سپاس مینمائیم. به همین ترتیب ما از دوستانی که در کابل، بامیان، پروان و هرات سخاوتمندانه ما را رهنمائی نموده و در قسمت مسایل لوژستیک با همکاری شان سبب تشویق و دلگرمی ما در جریان پیش برد این کار گردیده اند اظهار قدردانی مینمائیم.

منابع پژوهشی:

1. Akhi, M. Wazir (2001): The Services of Abdullah Khan Malekyar in Herat. Hand scripted biography, in Persian. London, Ontario, 605pp.
2. Beck, R. A., et al. (1995): Stratigraphic evidence for an early collision between northwest India and Asia. *Nature*, 373, pp.55-58.
3. Belianin, V. I., Sobolev, B. I., and Ataei, G. (1970): The Report of Studies on Mineral Waters of Afghanistan from 1969-1970. *Geo. Surv. Afgh.*, Kabul.
4. Bogie, I., and Lawless, J. (2000): Application of mineral deposit concepts to geothermal exploration. *Proceedings of the World Geothermal Congress 2000, Japan*, May 28 - June 10, pp.1003-1006.
5. CSO, (2003): Central Statistics Office of Afghanistan. Official data presented during the Workshop on National Human Development Report of Afghanistan, 8-9 December 2003, Kabul, Afghanistan.
6. Du Shaoping (2000): Exploration, Development and Utilization of Geothermal Resources in Tibet, in: *Proceedings of the World Geothermal Congress 2000, Japan*, pp. 1095-1101.
7. Fridleifsson, I.B. (2000): Geothermal Energy for the Benefit of the People. Submitted to *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, UK, 14pp.
8. Goddard, and Goddard (1990): *Proceedings of the International Symposium on Geothermal Energy*, Geothermal Resource Council Transactions, No.14, pp.643-649.
9. Goldin, Augusta R. (1981): *Geothermal Energy, A Hot Prospect*. HBJ Publishers, NY, 128pp.
10. DEPCH (2003): Corresponding documents of the Department of Electrical Power of the City of Herat (DEPCH) in response to inquiries by the University of Herat, Afghanistan.
11. Holt, Ben (1977): Geopressured Resource: A Sleeping Giant. *Geothermal Energy*, Vol.5, No.11, pp.30-32.
12. Huttner, G.W. (2001): The Status of World Geothermal Power Generation 1995-2000. *Geothermics*, n.30, pp.1-27.
13. IEA (1998): *International Electricity Consumption Comparison in 1998*. International Energy Agency, Combined State Energy Data Systems 1997. Available at: <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?f=/chronicle/archive/2001/02/11/MN182761.DL..>
14. IGA (2001): Contribution of Geothermal Energy to the Sustainable Development. Report of the International Geothermal Association (IGA) submitted to the 9th Conference on Sustainable Development, Pisa, Italy, 2001, 13pp.
15. Kurenov, V.V., and Belianin, V.I. (1969): Mineral waters of Afghanistan, *Dept. Geol. Surv.*, Kabul, Afghanistan.
16. Lund, J.W. and Boyd, T.L. (2000): Geothermal direct-use in the United States, Update 1995-1999. *WGC2000, CD-ROM*, p.297-305.
17. Lund, J.W. and Freeston, D.H. (2001): World-wide direct uses of geothermal energy 2000. *Geothermics*, n.30, pp.29-68.
18. Musazai, A. (1994): Research on ultrabasites of Afghanistan and their industrial mineralization. Research monograph, Kabul Polytechnic Inst., Afghanistan, 127pp. (in Persian)

19. Nuti, S. (1991): Isotope techniques in geothermal studies. In: D'Amore (coordinator), Applications of geochemistry in geothermal reservoir development. UNITAR/UNDP publication, Rome, 215-251.
20. Nyrop, Richard F., and Seekins, Donald M. (1986): Afghanistan: A Country Study. Foreign Area Studies, the American University, pp.170-171.
21. Ross, H. P., Blackett, R. E., and Witcher, J. C. (1995): The Self-Potential method: Cost-effective exploration for moderate-temperature geothermal resources, Proceedings, World Geothermal Congress, Florence, Italy, Vol. 1, pp.645-648.
22. Rybach, L., Brunner, M., and Gorhan, H. (2000): Swiss geothermal energy update 1995-2000. WGC2000, CD-ROM, pp.413-426.
23. Saba, D.S., and Avasia, R. K. (1995a): Structural patterns and economic prospects of Hindukush. Abstract Volume of the "10th Himalaya-Karakoram-Tibet Workshop", 4-8 April, Ascona, Switzerland, (Eds): David A. Spencer, Jean-Pierre Burg and Cinzia Spencer-Cervato, ETH-Zurich, Switzerland, 4pp.
24. Saba, D.S., and R. K. Avasia (1995b): Evolution and uplift of Hindukush - A precursor to the Himalayan Orogeny. Abstract Volume of the "10th Himalaya-Karakoram-Tibet Workshop", 4-8 April 1995, Ascona, Switzerland, (Eds): David A. Spencer, Jean-Pierre Burg and Cinzia Spencer-Cervato, ETH-Zurich, Switzerland, 3pp.
25. Shareq, A., Chemeriov, V. M., and Dronov, V. I. (1980): Geology and Mineral Resources of Afghanistan, Book II: Geology. Nedra, Moscow, 535pp. (in Russian)
26. Tapponnier, P., Mattuauer, M., Proust, F. and Cassaigneau, C. (1981). Mesozoic ophiolites, structure and large-scale tectonic movements in Afghanistan, Earth and Planetary Science Letters, 52, pp.355-371.
27. Tester, J. W., and Smith, M.C. (1978/79): Energy Extraction Characteristics of Hot Dry Rock Geothermal Systems. Geothermal World Directory, pp.340-347.
28. UNEP (2003): Afghanistan: Post-Conflict Environmental Assessment, UNEP, Geneva, 175pp.
29. WEA (2000): World Energy Assessment Report. Prepared by the UNDP, UN-DESA and the World Energy Council. United Nations, New York.
30. WEC (1993). Energy for Tomorrow's World. World Energy Council, St. Martin's Press, USA, pp. 320.
31. WGC (2000): Preamble of the Declaration of the World Geothermal Congress 2000, Beppu/Morioka, Japan.

ضمیمه نمبر (1): واژه نامه

Advection: ترانسپورت یا انتقال حرارت بواسطه حرکت وسیله ئی مانند آب در یک سیستم.

Andesite: حجر ولکانیکی که بطور اساسی از منرال اندیزین و یک یا بیشتر از یکی از منرال های تشکیل دهنده اساسی مانند پیروکسین، هارنبلند یا بیوتیت ویا از هر سه منرال با مقادیر مختلف ترکیب یافته است.

Aquifer: طبقه آبدار که متشکل از ریگها، احجار و یا سنگچل های نفوذ پذیر میباشد.

Batholith: جسم وکته بزرگ حجر انتروزیفی است که به مثابه حجر کرسطالی سخت در طبقات عمیق قشر زمین منجمد گردیده است.

Binary- Cycle plant: دستگاه تولید برق جیوترمال که یک سیستم تبادل حرارت حلقه ئی را، که در آن حرارت از جریان جیوترمال ("جریان ابتدائی") به جریان با نقطه غلیان پائینتر ("جریان" ثانوی" یا" کاری") انتقال یافته و به این خاطر در آن تبخیر گردیده و برای حرکت آوردن توربین استفاده میشود، بکار میاندازد.

Biomass: کتله حیاتی شامل مواد نباتی، گیاه و تفاله های زراعتی که منحصیث منبع انرژی مورد استفاده قرار میگیرند.

Brine: محلول جیوترمال که دارای مقدار زیاد سودیم کلوراید و یا سایر املاح میباشد.

Carbonated: آب های گازدارکاربن دای اکسایدی در محلولی که معمولاً در زونهای ولکانیکی وفعال تکتونیکی وجود دارند.

Carbonatitic: مربوط به کاربناتیت ها، حجر کاربناتی آتشفشانی است که ارتباط با فعالیت انتروزیفی القلی دارد. در بسیاری باتولیت ها محصول فاز مگماتیزم است که غنی از سودا و آهک میباشد.

Cenozoic: از جمله اعصار جیولوجیکی، آخرین عصر است که با ختم عصر میوزوئیک آغاز یافته و تا حال حاضر ادامه داشته و شامل دوره های تحت نامهای سومی و چهارمی مطابق به نامگذاری جیولوجیکی ایالات متحده امریکا میباشد.

Condenser: وسیله ئی است که بخار توربین را در کاندنسات متراکم میسازد.

Cretaceous: تباشیر، سومین و آخرین دوره زمان جیولوجیکی شامل عصر میوزوئیک است.

Crust: پوش سخت بیرونی و یا بخش خارجی زمین است که در بالای سطح جدائی موهوروویچ (موخوروویسیس) موقعیت دارد.

Dacite: حجر فورانی آتشفشانی است که در آن منرال های اصلی عبارت اند از پلاگیوکلز، کوارتز، پیروکسین یا هارنبلند با مقدار کم بیوتیت و سانیدین.

Direct use: استفاده از حرارت جیوترمال بدون تبدیل آن به برق مثلاً گرم ساختن فضا ویا سرد ساختن فضای مورد نظر، تهیه مواد غذائی، فرایند صنعتی و غیره.

District heating: نوعی از استفاده مستقیم که در آن یک سیستم برای استفاده کننده ها آب گرم و یا بخار گرم را از یک دستگاه مرکزی و یا چاه ساحوی میرساند.

Drilling: برمه کاری در داخل زمین جهت رسیدن به منابع جیوترمال معمولاً با وسایل برمه کاری نفت و گاز با کمی تغییرات که بتواند نیازمندی های تکنالوژی خاص این عرصه را مرفوع گرداند.

Dry hot rock: فارمیشن های جیولوجیکی زیر زمینی که بطور غیر عادی دارای حرارت بوده با مقدار کم آب و یا بدون آب میباشند.

Dry steam: بخار بسیار گرم بدون موجودیت آب.

Efficiency: نسبت محصول انرژی مفیده دستگاه یا سایر دستگاه های تهیه کننده انرژی بر انرژی استفاده شده می باشد.

Endogenic: مربوط به پروسه های منشاء داخلی زمین، احجار، سنگهای معدنی، ذخایر و اشکال زمین می باشد.

Eurasia: کتله و پلیت عمده تکتونیکی زمین است که دربرگیرنده قاره های اروپا و آسیا می باشد.

Fault: شکستگی یا زون شکستگی در قشر زمین.

Flash steam: بخار حاصله در وقت کاهش یافتن فوری فشار بالای مایع جیوترمال که بنام flashing نیز یاد میشود.

Fracture: درز و شکست در احجار شدیداً چین خورده.

Geology: علم مطالعه سیاره زمین، ترکیب، سترکچر، پروسه های طبیعی و تاریخ زمین است.

Geochemical: مربوط به پخش و توزیع و دوران عناصر کیمیای در داخل قشر زمین، خاک، آب و اتموسفیر می باشد.

Gesture: زونهای متحرک بزرگ میان دو پلیت سخت قشر زمین است که بطور نورمال دو پلیت را بقسم بخیه وصل میسازد.

Geothermal: حصول آب یا بخار داغ از احجار داغ داخل زمین است. مربوط حرارت داخلی زمین.

Geothermal energy: حرارت داخلی زمین که بواسطه استخراج آن از آبهای گرم و یا احجار گرم قابل دسترسی به آن میسر میشود.

Geothermal gradient: میزان کاهش حرارت در اعماق زمین به مثابه یک تابع نظر به عمق. حرارت بطور متوسط به اندازه یک درجه (1°F) فارنهایت در هر 75 متر فاصله عمقی کاهش می یابد.

Geothermal heat pumps: پمپهای حرارتی جیوترمال عبارت از وسایلی اند که با استفاده از حرارت نسبتاً ثابت داخل زمین به مثابه منبع انرژی هم برای گرم ساختن و هم برای سرد ساختن مورد استفاده قرار میگیرند. این پمپها در هنگام سرد ساختن حرارت را از فضا جذب نموده و آنرا به داخل زمین منتشر میسازند و برعکس برای گرم ساختن حرارت را از داخل زمین اخذ و آنرا در فضای سرد پمپ مینمایند.

Geyser: آبفشان یا چشمه هائی که بصورت فورانی آب یا بخار گرم را به هوا پرتاب میکند.

Gndwana: بزرگ قاره (سوپر کانتریننت) نیم کره جنوبی که در طی عصر پالئوزوئیک به قاره های هند، استرالیا، انتارکتیک، افریقا و امریکای جنوبی تجزیه گردیده است.

Granitoid: مربوط به احجار مگماتیکی سخت دانه دار و یا احجار میتاسماتیک بوده شامل گرانیت، دیوریت، سیئینیت، گرانیت پرفیر، دیوریت پرفیر، گنایس کتلی، میگماتیت، گبرو، پیریدوتیت، هارنبلند، پیروکسینیت و امفیبولیت ها میباشد.

Green house gases: گازها که عمدتاً بخار آب و کاربن دای اکساید اند باعث جذب حرارت از سطح زمین گردیده و به این خاطر اتموسفیر زمین گرم میگردد.

GWh / y: گیگاوات/ ساعت فی سال انرژی. یک گیگاوات مساوی به هزار میگاوات و یا یک بلیون وات میباشد.

Heat exchanger: وسیله ئی برای تبدیل انرژی جیوترمال از یک حالت جریانی به حالت دیگر.

Heat flow: حرکت حرارت از داخل زمین بطرف سطح آن است که از آنجا حرارت مذکور در اتموسفیر، آبهای سطحی و فضا بواسطه تشعشعات حرارتی پخش و پراکنده میگردد.

Hydrothermal: سیستمهای زیرزمینی آب گرم و یا بخار گرم است.

Injection: پروسه بازگرداندن مایعات جیوترمالی مصرف شده در زیر زمین که گاهی آنرا تزریق مجدد نیز گویند.

Intrusive: اجسام مگماتیکی که پائینتر از سطح زمین سخت و منجمد گردیده اند.

Juvenile water: آبهایکه از اعماق زمین سرچشمه گرفته و قبلاً مانند سایر آبها در دوران آب در طبیعت سهم نداشته اند.

Kilowatt (KW): یک کیلووات (KW) مساوی به هزاروات انرژی است.

Magma: مواد مذابه اعماق زمین است که احجار مگماتیکی بواسطه سرد شدن تدریجی آن تشکیل میشوند.

Magma chamber: کانون مذابه یا ذخیره گاه عظیم داخل قشر زمین که توسط جسم مگما اشغال شده باشد.

Mantle: لایه درونی زمین از احجار گداخته که پائینتر از قشر زمین و بالاتر از هسته زمین موقعیت داشته و متشکل از احجار متراکم و غنی از آهن- مگنیزیم میباشد.

Mega watt-hour(MW/h): یک میگاوات – ساعت مساوی به یک هزار کیلووات و یا یک میلیون وات- ساعت انرژی میباشد.

MWe: میگاوات انرژی برقی.

MWt: میگاوات انرژی حرارتی.

Mesozoic: یکی از تقسیمات بزرگ زمان جیولوجیکی یا عصر جیولوجیکی است که بعد از پالئوزوی ادامه یافته و به نعیب آن عصر سینوزوئیک آمده است و مشمول دوره های تریاسیک، جوراسیک و تباشیر میباشد.

Metamorphic: آن احجاری را گویندکه در حالت جامد در اثر عملیه میتامورفیزم تشکیل شده باشند.

Metamorphism: عملیه تغییر و تحول احجار است که در اثر حرارت بلند، فشار زیاد و عوامل کیمیای مانند محلولات داغ کیمیای صورت میگردد.

Meteoric water: آبی که در اتموسفیر وجود دارد و یا از اتموسفیر سرچشمه میگردد.

Neogene: دومین دوره عصر سینوزوئیک است که بعد از پالئوجن ادامه یافته است.

Neotectonic: مربوط به آن فعالیت های تکتونیک میباشد که در بین اواخر میئوسین و زمان حاضر قرار دارد.

Onyx marble: نوع نیمه شفاف کلسیت است که در شکل ظاهری عیناً مانند اونیکس بوده و به قسم رگ و یا رسوبات تشکیل یافته است.

Palaeogene: دوره قبلی از جمله دو دوره شامل عصر سینوزوئیک مطابق به تقسیمات زمان جیولوجیکی اروپا میباشد.

Period: (دوره) یک واحد زمان جیولوجیکی است که دوام آن بیشتر از عهد بوده و شامل تقسیمات عصر میباشد.

Permeability: (نفوذ پذیری) - قابلیت یک ماده مثلاً سنگ در عبور دهی مایع است. درجه نفوذپذیری وابسته به تعداد، اندازه و شکل مسامات و یا درز ها و چگونگی پیوند آنها میباشد. کمیت مذکور ذریعه مدت حرکت مایع در حجر در فاصله داده شده اندازه میشود. واحد اندازه گیری نفوذپذیری "دارسی" میباشد.

Plate: -(پلیت) در تیوری پلیت تکتونیک، قسمتی از لیتوسفیر زمین است که دایم نسبت به سایر قسمتها در حالت حرکت میباشد.

Plate tectonics: تیوری به مقیاس جهانی است که حرکت بسیاری از پلیتهای سخت و جامد قشر زمین را مورد مطالعه قرار میدهد. فعالیت های تکتونیک در امتداد سرحدات پلیتها واضح بوده و در آن جاها بیجا شدن، شکستن، سایش و آتشفشان زایی صورت گرفته و بواسطه قوای عمقی کانویکشن منتل به حرکت افتیده و بروی آن رانده میشوند. منابع جیوترمال اکثراً ارتباط با فعالیت های تکتونیک داشته که در طی این فعالیتها آبهای زیرزمینی در تماس با منابع حرارتی اعماق زیرزمین قرار میگیرند.

Pluton: جسمی از احجار آذرین است که در پائین سطح زمین بواسطه منجمد شدن مگما تشکیل میشوند.

Precambrian: (ماقبل کیمبری)- متعلق به تقسیمات زمان جیولوجیکی است که تقریباً از 3.8 میلیارد سال قبل تا به 570 میلیون سال قبل ادامه داشته و به عصر های ارکیان و پروتروزوئیک تقسیم میشود.

Quaternary: زمان جیولوجیکی است که آخرین دوره عصر سینوزوئیک بوده و پیدایش انسان به روی زمین مشخصه آن میباشد.

Reducing: (ریدکشن) سیستم عاری از اکسیجن آزاد در محلول و یا در محیط جیوکیمیای.

Renewable energy sources: (منابع انرژی قابل تجدید) قابلیت تجدید خاصیت آن منابع انرژی است که به طرق مختلف با بعضی از پروسه های جاری انرژی در طبیعت ارتباط دارند. شرایط باید طوری باشد که عملیه استخراج انرژی از پروسه های طبیعی بالای دوران انرژی در طبیعت تأثیر غلبه پذیر نداشته باشد.

Reservoir: ذخیره گاه طبیعی زیرزمینی مایعات همچون آب و یا هم پترولیم، نفت و یا گاز میباشد.

Salinity: نمکیت یا مقدار نمک در محلول و یا غلظت نمک حل شده در آب میباشد.

strata: (طبقه) لایه های سنگ ها است که بنام بستر نیز یاد میشود.

Strike-slip fault: شکستگی ترانسکورینت یا شکستگی هائی میباشد که در آن لغزش های خالص عملاً در امتداد شکستگی موقعیت دارند.

Strike: مسیر امتداد لایه و یا بستر و یا سترکچر سنگی مایل در یک سطح مسطح میباشد.

Sustainable energy sources: (منابع انرژی پایدار) – پایداری به این مفهوم است که منابع انرژی تا کددام حد قابل بهره برداری اند بدون این که به پایان برسند. بهره برداری پایدار از منابع انرژی مربوط به توازن تخلیه و تغذیه حرارت میباشد.

TDS: مجموعه جامدات منحل که به قسم مواد جامد منحل در آب توضیح داده میشود.

Tectonics: تکتونیک به مفهوم ساختن است که مربوط به ساختن سترکچر های قشر زمین بواسطه قوا و شرایط داخلی زمین میباشد که باعث بیجایی در قشر زمین میگرددند.

Terrain: - (منطقه) ساحه ئی از سطح زمین است که به مثابه جسم فیزیکی ویا یک محیط ویژه عمل میکند.

Thermal gradient: نسبت افزایش ویا کاهش حرارت نظربه عمق (گرادینت حرارتی).

Transmission line: (لین انتقالی) – سترکچرها وکاندکتورهای میباشد که انرژی برقی را از دستگاه های تولید انرژی انتقال میدهند.

Turbine: یک انجن دوار وگردنده است که بواسطه عکس العمل ویا امپولس ویا بواسطه هر دو عامل جریان مسقیم مایعات به فعالیت می افتد. در خدمات انرژی برقی مثلاً در دستگاه جیوترمال توربین وصل گردیده و جنراتور را میچرخاند تا برق تولید نماید.

TWh/y: تیراوات / ساعت فی سال انرژی. یک تیراوات مساوی به هزار گیگاوات ویا یک تریلیون وات میباشد.

Uplift: صعود یک قسمت وسیع از سطح زمین نسبت به بعضی ساحات دیگر.

Volcanism: متعلق به پدیده خروج مواد آتشفشانی است که مواد محترقه و یا خروج لاوا، بیرون شدن پیروکلاستیک و یا گازهای ولکانیکی به سطح زمین معمولاً از آتشفشانها صورت میگیرد.

Watt(W): یک وات واحدی است برای استحصال و یا بهره برداری انرژی که معادل یک ژول انرژی فی ثانیه میباشد.

Water-dominate: سیستم ذخیره جیوترمال است که در آن فشارهای زیرزمینی به واسطه آب مایع نسبت به آب بخار بیشتر کنترل میشود.

ضمیمه نمبر (2) :

لست چشمه های جیوترمالی سطحی در افغانستان (درجه حرارت سطحی < 20°C):

نمبر منبع	دبت Lit/sec	حرارت (°C)	ترکیب کیمیاوی	محیط جیوکیمیای	موقعیت جغرافیایی
1	2.0	30-35	Cl, Na		کلتکی- هرات
2	0.1	24-26	Cl, Na		گاشوگی- هرات
4	0.1	26-28	HCO ₃ , SO ₄ , Cl, Na, Mg		کوشک کهنه- هرات
7	0.2	22-25	Cl, HCO ₃ , Na, k, Mg, Si, Br, F, I		ارویچ – هرات
8	3.0	30-35	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, M, Na, K, Ti, V, Cr, Zr, Ga, Be, I, Sr		خواجه عثمان – هرات
9	2.0	20-35	Ca, SO ₄		هرات
14	100.0	20-35	Cl, Na		بامیان
18	10.0	24-35	HCO ₃ , Cl, Na, K, Ca, Mg, Al, Si, Fe, Ti, Ba, As, V, Ga, Ni, Co, I, Cu, Pb, Cr		غر غری – بامیان
18a	70.0	20-35	HCO ₃ , Na		بامیان
19	10.0	20-35	HCO ₃ , Ca		بامیان
20	2.0	20-35	HCO ₃ , Na		بامیان
25	2.0	20-35	HCO ₃ , Na,		بامیان
26	0.6	25-27	HCO ₃ , Cl, SO ₄ , Na, K, Ca, Mg, Fe		خواجه قیچ – بامیان
26a	0.5	20-35	HCO ₃ , Na		بغلان
127	15.0	30-32	Cl, SO ₄ , Na		زیارت گرم آب – فراه

فراه	HCO ₃ , Na	20-35	3.0	129
بغلان	HCO ₃ , Ca, Na	20-35	1.0	31
بغلان	HCO ₃ , Ca, SO ₄	20-35	10.0	32
سرخ پارسا - کاپیسا	HCO ₃ , Ca, SO ₄ , Mg	37-39	0.1	37
کاپیسا	HCO ₃ , Ca, Na, SO ₄	20-35	0.2	38
فرنجل - پروان	HCO ₃ , Ca, Na, Mg	28-32	0.2	39-40
پروان	HCO ₃ , Ca, Na, Mg	20-35	1.5	41
نمک او - پروان	Cl, Na	27-29	0.1	43
سر مزار - پروان	HCO ₃ , Ca, Na	28-30	3.0	47
سرنمورخنه - ارزگان	HCO ₃ , Na, Ca, K, Si, Br, F	29-33	0.3	55
بامیان	HCO ₃ , Na, Mg	20-35	0.2	56
وردک	HCO ₃ , Ca, Na, Mg	20-35	6.0	59-60
نره فولاد - میدان	HCO ₃ , Ca, Mg	25-28	0.1	62
وردک	HCO ₃ , Na, Mg	20-35	0.7	73
وردک	HCO ₃ , Na, Mg	20-35	2.5	75
بند انجیر - ارزگان	HCO ₃ , Ca, Na, Mg, Cl, K, F, Br, Si	22-24	2.0	77
سفید کوه - هرات	HCO ₃ , Ca	20-35	0.1	89
ن م ک شورژ - هلمند	Cl, Na, Li, Rb, Cs, B	>35	0.1	97
اوبی - هرات	HCO ₃ , Cl, Mg, Ca, Na, K, Al, Be, Ge, Sn, I, Yb, Ti, Si	42-52	4.0	102
سراب - بغلان	Cl, HCO ₃ , Na, K, Ca, Si, W, Mo, Ge, Sn, Li, Zn, Cu	45-55	0.9-10.0	103-105
بدخشان	H ₂ S, HCO ₃ , Ca, Cl	20-35	3.0	106
واخان - بدخشان	HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	?	107
واخان - بدخشان	HCO ₃ , Ca, Mg	>35	?	108
واخان - بدخشان	HCO ₃ , Ca, Mg	>35	?	109
وردک	HCO ₃ , Ca	20-35	4.0	110
غزنی	HCO ₃ , Ca, Mg	>35	0.5	111
چهار صد خانه - غزنی	HCO ₃ , SO ₄ , Na, K	45-50	0.2	112
ارزگان	HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	50.0	113

ارزگان		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	60.0	114
ارزگان		HCO ₃ , Ca, Mg	>35	2.5	115
ارزگان		HCO ₃ , Ca, SO ₄	>35	4.0	116
غزنی		Cl, HCO ₃ , Ca, Mg	>35	5.5	117
غزنی		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	3.5	119
قندهار		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	؟	120
قندهار		SO ₄ , Mg	>35	10.0	121
قندهار		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	1.5	122
واخاد – هلمند		Cl, HCO ₃ , SO ₄ , Na ,K , Ca,Si,Ti,Cu,Sr	42-45	7.0	123
هلمند		SO ₄ , HCO ₃ , Ca	>35	25.0	124
گرماب کجکی – هلمند		HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Mg , Na,K,Si,Ti,Cu,Sr	38-40	3.0	125
گرمک – قندهار		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	11.0	126
فراه		SO ₄ ,Cl,Na	20-35	15.0	128
فراه		Cl, Mg	20-35	3.0	130
پلخمری – بغلان		SO ₄ ,Cl, HCO ₃ , Na ,K , Ca, Mg	30-35	10.0	131
چشمه شفا – بلخ		Cl, SO ₄ , Na , Ca,Bi,Sr,F	34-36	3.0	133
آب گرم – هرات		Cl, SO ₄ , Na ,K, Si,Br,F	42-45	2.3	134
جوزجا..... ن		H ₂ S,Cl,Na,Ca,Mg	35-38	5.6	138
چاه گنج – بلخ		H ₂ S,Cl,SO ₄ ,HCO ₃ ,Ca, Mg,Na,K,Br,F,As,Ge, Be,Li,Zn,Y,B,Ni	51-55	25.0	140
جوزجان		H ₂ S, HCO ₃ , Ca	20-35	100.0	144
جر مسجد – غور		HCO ₃ ,Ca,Si,Mn,Sr,V, Zr,Cu,Ga,Ti,Li,Ba,Cr, F	22-24	3.0	148
چشمه نمک – فراه		Cl,SO ₄ ,Na,K,Ca,Fe,Si, Al,Cu,Sr	21-24	0.3	150
هرات		SO ₄ , Ca, Mg	20-35	1.5	153
قندز		HCO ₃ , Ca, Mg	>35	4.0	180
تورغندی – هرات		Cl, Ca	20-35	0.01	181
تور غندی – هرات		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	0.01	182
بغلان		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	1.5	200
لوگر		HCO ₃ , Ca, Mg	20-35	؟	202

ضمیمه نمبر (3): عکس های مربوط به پروژه مورد تحقیق:



نخستین سمینار جیوترمال که در دانشگاه پولیتخنیک کابل دایر گردید.



جر و بحث درمورد ظرفیت انرژی جیوترمال برای افغانستان در نخستین سمینار جیوترمال در دانشگاه پولیتخنیک کابل



پوهاند میرزاد از دانشگاه پولیتخنیک کابل نظریات خود را در ختم اولین
سمینار جیوترمال در ارائه میدارد



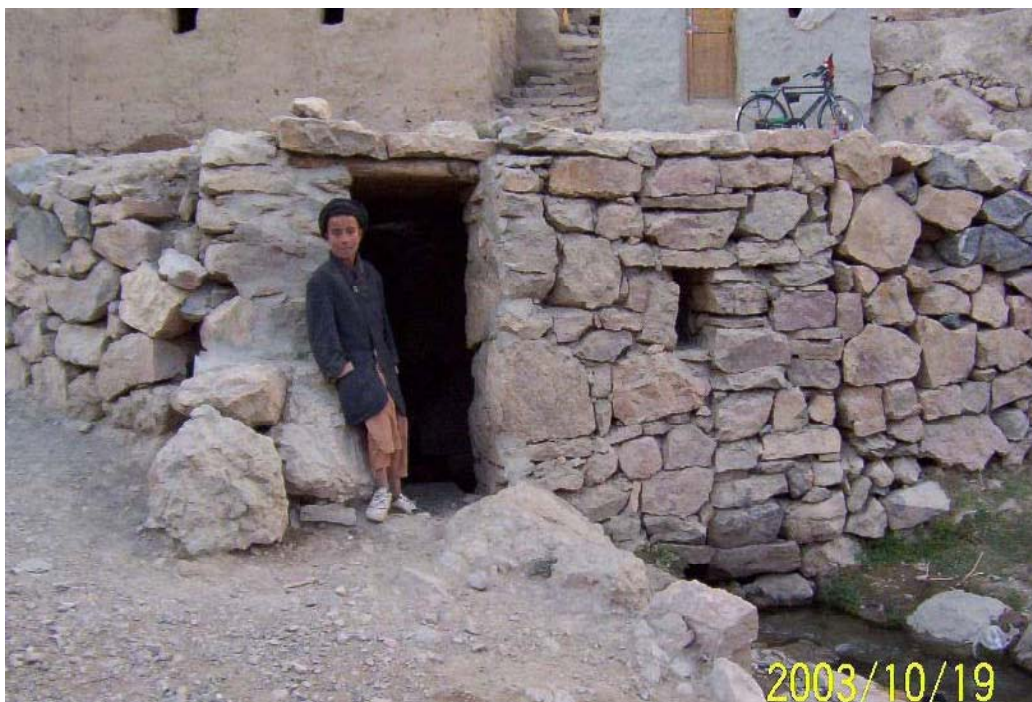
حقوقین افغانی در جریان کارساحوی در دره غوربند ولایت پروان



استراحت محققان و مزه نمودن خربوزه افغانی بعد از یک روز طولانی کار.



فارمیشن زیبای که توسط چشمه آب گرم دره کالو در شرق بامیان تشکیل یافته است.



حمام برای تن شوئی روی چشمه جیوترمال در قریه خواجه علی، غرب بامیان.



حمام بازسازی شده در چشمه آب گرم اوبی در شهرک اوبی، در شرق هرات.