

مختصری در مورد معادن لیتیوم افغانستان

داکتر عبدالحنان روستائی
آلمان، 10 اپریل 2021

1 پیشگفتار

لیتیوم یک فلز قیمتی بوده که معادن آن در جهان محدود است. این در حالیست که مصارف این فلز الکترونیک، خصوصاً چیلی، پیرو، بولیویا و ارجنتاین به صورت مجموعی 70 درصد معادن لیتیوم جهان را در اختیار دارند. بزرگترین معادن لیتیوم در بولیویا قرار دارد. مضاف بر این، کشورهای چین، عربستان سعودی و اضلاع متحده آمریکا نیز معادن لیتیوم دارند.

اگر ضرورت به لیتیوم به طور فزاینده بالا رود، مخصوصاً برای تولید موتورهای برقی، کمبود در عرضه لیتیوم حادثتر می شود، زیرا تغییرات اقلیم و تخریبات هولناک محیط زیست که بر اثر سوخت نفت و گاز و ذغال سنگ به میان آمده، کشورهای صنعتی را در تنگنا قرار داده و ناگزیر ازین ساخته که موتورهای معمولی را با موتورهای برقی تعویض نمایند. این موضوع ضرورت به لیتیوم را به شدت و به صورت دوامدار بالا می برد. اگر معادن لیتیوم افغانستان روزی استخراج گردند، می توانند ضرورت لیتیوم را در بازارهای عمده جهان تا حدودی رفع نمایند. در این صورت، به قول مجله نیوزویک، استخراج منابع لیتیوم افغانستان می تواند این کشور را به یکی از ممالک مهم صادر کننده لیتیوم تبدیل نماید. بعضی آگاهان بدین نظر اند که "لیتیوم در آینده اهمیت نفت را حائز میگردد." ازینرو در نوشته حاضر مختصراً روی معادن لیتیوم در نمکسارهای افغانستان مکث می گردد.

2 خصوصیات لیتیوم و بوریم و استفاده از آنها در صنعت و تخنیک

عناصر لیتیوم و بوریم در طبیعت، معمولاً به صورت یکجا، در ترکیب منرالها به وجود می آیند، مخصوصاً در نمکسارها که با اثبات موجودیت بورون، می توان از موجودیت لیتیوم مطمئن شد. چون تراکم بعض عناصر در قشر زمین کم و از بعض دیگر بیشتر است، لذا کشف عناصر دسته اول غالباً دشوار می باشد. ازینرو برای رفع این مشکل در امر اکتشاف معادن، از عناصر شاخص یا نشاندهنده یا (Indicator elements) استفاده به عمل می آید. مثلاً طلا معمولاً در ترکیبات آرسنیک (Arsenic) تشکیل می شود. از این سبب برای اکتشاف ذخائر طلا به جست و جوی ذخائر آرسنیک که کشف و تحلیل و تجزیه آن آسانتر است، می پردازند. همچنین است در مورد تثبیت ذخائر لیتیوم که برای جست و جوی آن از بورون استفاده به عمل می آید. در ذیل معلومات مختصری در خصوص این دو عنصر ارائه می گردد.

1.2 لیتیوم

لیتیوم (Lithium) در زبان یونانی از کلمه (Lithos) اشتقاق یافته که به معنی سنگ می باشد و در زبان المانی لیتیوم تلفظ می شود. این فلز که مربوط گروپ "فلزات القلی" ست، سمبول آن در کیمیا Li بوده، کثافت آن 0,534 گرم فی سانتی متر مکعب در 25 درجه سانتی گرید است. به این ترتیب این فلز سبکتر از آب است و در واقع سبکترین فلز می باشد که نسبتاً نرم بوده و توسط چاقو بریده شده میتواند (شکل 1).



شکل 1 لیتیوم خالص به قسم فلز. <https://lmy.de/SuR07>

لیتیوم که جلایش نقره ئی دارد، در مقایسه با بسیاری فلزات دگر، قابلیت تعامل زیاد داشته و در مجاورت هوا بدون درنگ با اوکسیجن هوا تعامل کرده، جلایش خود را از دست می دهد. در موجودیت اوکسیجن و هوای کافی، لیتیوم آتش گرفته به شعله سرخرنگ می سوزد و در نتیجه به لیتیوم اوکسید (Li_2O) تبدیل می شود. اگر لیتیوم در آب انداخته شود، فوری بدون آن که گرم بیاید به جوش آمده و به صورت حباب از هم می پاشد. مقدار این فلز در ترکیب قشر زمین بسیار نا چیز بوده (حدود 20 ملی گرم در یک کیلوگرم) و بصورت عمده در ترکیب 150 منرال دخیل است.

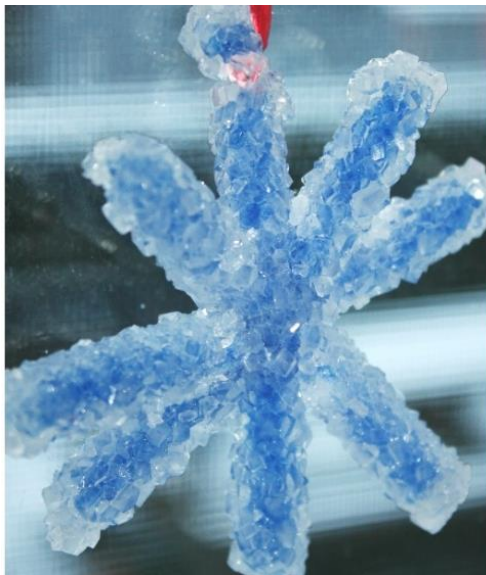
در صنعت و تخنیک از ترکیبات لیتیوم استفاده فراوان صورت می گیرد. از جمله لیتیوم کاربونات دارای اهمیت زیاد است، زیرا ازین ماده انواع نمک¹ های لیتیوم و لیتیوم خالص (شکل 1) استحصال می گردد. لیتیوم کاربونات در صنعت رنگ آمیزی شیشه باب و لیتیوم-فلوراید در ترکیب شیشه هائی بکار میرود که برای نور ماورای بنفش اجازه عبور

¹ از دیدگاه کیمیا نمک به آن ترکیباتی اطلاق می گردد که از ایونهای دارنده چارج مثبت یعنی فلزات و منفی یعنی غیر فلزات و یا اوکسید آنها به وجود آمده باشد، مانند باریوم سلفات، پتاسیوم پرمنگنات، سودیوم کلوراید، کلسیوم کلوراید و غیره.

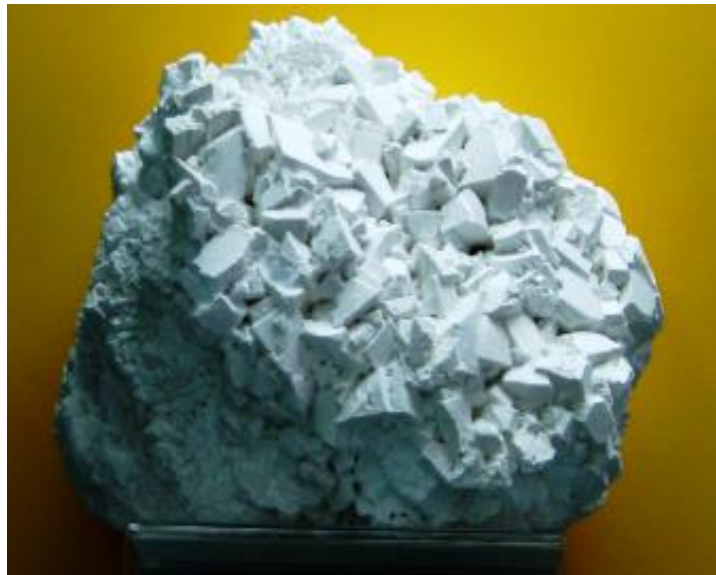
داده می‌توانند. همچنین در عدسیه‌های نوری برای مقاصد متعددی بکار گرفته می‌شود. گذشته از این، لیتیوم برای تولید بطریه‌های قابل چارج، تلفونهای سیار، کمپیوترهای سیار و موتورهای سیار و موتورهای هائیکه توسط بطری حرکت می‌کنند، بکار برده می‌شود. علاوه بر این، از لیتیوم در تخنیک فضائی از جمله در سفینه‌ها، تخنیک آتشبازی (برای تولید شعله‌های رنگه) و بم‌های هایدروجنی استفاده صورت می‌گیرد. در بم‌های هایدروجنی بخاطر آن از لیتیوم استفاده می‌شود که به کمک این فلز ایزوتوپهای ثقیل هایدروجن مانند تریسیوم و دوتریوم تولید شده می‌توانند. همچنان از لیتیوم در فزیک اتم، در طبابت و بسی موارد دگر استفاده می‌شود. گسترده‌ترین مورد استفاده از لیتیوم در تولید بطریه‌است، مخصوصاً برای عراده جاتی که به قوت برق (بطری) حرکت می‌کنند، ترویج و توسعه داده، از یک جانب می‌خواهند وابستگی از نفت را تقلیل دهند و از جانب دگر محیط زیست را ستره نگه دارند. ازین لحاظ لیتیوم در بکاربرد این تخنیک نقش کلیدی ایفا می‌کند. در حالیکه ضرورت به لیتیوم در کشورهای پیشرفته به سرعت بالا میرود و بازار آن بسیار گرم است، لاکن ذخائر آن پیوسته رو به کاهش اند.

2.2 بورون

بورون Boron که در زبان آلمانی بور (Bor) نامیده می‌شود، یک عنصر نیمه فلز کمیاب است که سمبول آن B و نمبر اتمی آن 5 بوده و در گروپ III جدول عناصر قرار دارد. نام این عنصر از کلمهٔ ارمنی «Buraq» که در فارسی ایران به نام Buruh یا Borax خوانده می‌شود، آمده (شکل 2 و شکل 3).



شکل 3 منرال بورکس به شکل دانهٔ برف و به رنگ آبی. <https://lmy.de/V1dJi>



شکل 2 منرال بورکس به رنگ سفید. <https://lmy.de/wiixO>

حدود 60 نوع منرال بورون شناخته شده اند که مهمترین آنها که اهمیت اقتصادی دارند، قرار ذیل اند:

اسم	فارمول کیمیائی
Borax (Trinkal)	$\text{Na}_2 [\text{B}_4\text{O}_5 (\text{OH}_4)] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Ulexit	$\text{NaCaB}_5\text{O}_6 (\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Priceit (Pandermit)	$5\text{CaO} \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
Colemanit	$\text{CaB}_8\text{O}_4 (\text{OH}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$
Kernit (Rasorit)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_6 (\text{OH}_2) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

بورون در ترکیب اوکسایدهایش، از جمله، با لیتیوم پیدا می شود، چنانکه این حقیقت در مورد نمکسارهای افغانستان نیز مصداق می یابد. مهمترین منرالهای آنرا بورکسها (Natriumtetraborate) که از سودیوم و بورون ترکیب یافته، تشکیل می دهند. همچنین منرالهای بورون می توانند از ترکیب کلسیوم و مگنیزیوم با بورون به وجود آیند، مانند منرالهای Colemanit و Pandermit که مربوط گروپ Calciumborat میشوند. چون بورکسها در آب قابل حل اند، ازینرو در جاهائی پیدا میشوند که بارندگی کم باشد، زیرا در صورت بارندگی زیاد، در آب منحل شده و انتقال پیدا می کنند.

معادن منرالهای بورون در ترکیه، چیلی، کالیفورنیا در ایالات متحده آمریکا و اینک در افغانستان کشف گردیده اند. از نمکهای بورون، یعنی بورکسها، تیزاب بورون ساخته می شود و از منرالهای آن بیشتر در صنایع شیشه سازی و کاشی سازی برای مقاوم ساختن آنها، سابون سازی برای سفید کردن کالا، دواسازی، کوره های اتمی و راکت سازی استفاده به عمل می آید. بورون علاوه بر صنعت، در تخنیک نیز موارد استفاده فراوان دارد، مانند تخنیک انتقال برق و غیره.

3 معادن لیتیوم افغانستان

تا سالهای قبل از جنگ، یعنی تا اواخر دهه 1970 در مورد جیالوجی و منابع معدنی افغانستان تحقیقات ساحوی پراکنده ای از جانب متخصصان خارجی، مخصوصاً روسها و جرمنها و تا حدودی هم افغانها، صورت گرفته بود. با شروع جنگ رشته این تحقیقات از هم گسیخته، صرف به تتبعات جسته و گریخته ای در اینجا و آنجا محدود گردید.

با سقوط رژیم طالبان در سال 2001، وزارت دفاع آمریکا به مؤسسه سروی جیالوجی آن کشور وظیفه داد تا روی اوضاع جیالوجیک افغانستان تحقیقاتی را انجام دهد. این تحقیقات تا حدودی در ساحه، ولی تا اندازه زیادی از طریق اعمار مصنوعی و عکسهای فضائی صورت گرفت. در نتیجه معادن جدیدی کشف و با معدنی که قبلاً تثبیت گردیده بودند، مورد ارزیابی قرار گرفته و ارزش آنها به چند تریلیون دالر تخمین زده شد. یکی از فلزاتی که شامل این کشفیات می شد، معادن لیتیوم در نمکسارها یا سلار²ها بود.

²Salar: کلمه اسپانوی بوده و به این معنی ست که یک آب ایستاده نمکی خشک شده و از آن یک قشر نمک به میان آمده باشد که در زبان دری به آن نمکسار گویند.

معادن لیتیوم افغانستان در مناطق مختلف قرار داشته و شامل دو گروه اند: معادن اولیه و معادن ثانوی لیتیوم. اینها در ذیل توضیح می گردند.

1.3 معادن اولیه لیتیوم

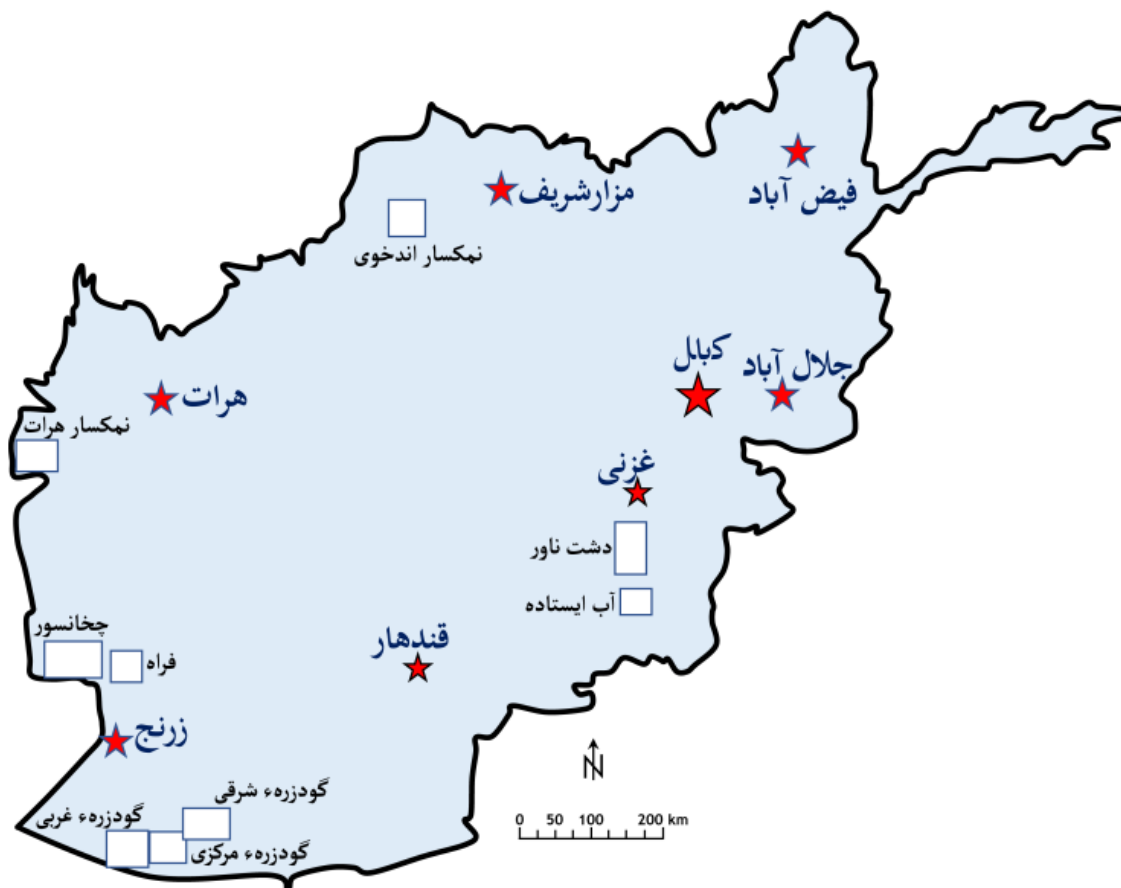
این معادن در رگه های معدنی در رابطه با احجار آتشین به وجود می آیند که در افغانستان بیشتر در پشکی، شماکت، دره پیچ، پیروک، تگولر و غیره در کوهستان هندوکش قرار دارند. مختصری در مورد معادن اولیه لیتیوم افغانستان به قلم نگارنده در این لینک (<https://lmy.de/QIW10>) شرح داده شده که ضرورت به تکرار آن نمی رود.

2.3 معادن ثانوی لیتیوم

ذخائر غنی تر لیتیوم بیشتر در معادن ثانوی این فلز بر اثر تبخیر آبهای نمکی در نمکسارها³ تشکیل گردیده و در افغانستان در "نمکسار هرات"، نمکسارهای "هامون⁴ سابوری"، "هامون پوزک"، "گود زره شرق"، "گود زره مرکز"، "گود زره غرب"، نمکسار "دشت ناور"، "آب ایستاده غزنی" و "نمکسار اندخوی" پیدا می شوند (شکل 4).

³ نمکسار یا آب ایستاده: به آن جهیلهای نمکی اطلاق می گردد که بر اثر حرارت و وزش بادهای، آب آنها خشک شده و در بستر آنها نمک و احجار باریکدانه ترسب کرده باشند، مانند نمکسارهای هرات، چخانسور، گود زره، دشت ناور و اندخوی.

⁴ هامون: دشت و یا زمین هموار را هامون یا هامن گویند (فرهنگ عمید).



شکل 4 نمکسار های دارنده لیتیم (چهار ضلعی های سفید) در افغانستان (Miller et al. 2010). تغییرات از: رفیق پور.

ذخائر عناصر تشکیل دهنده نمکها از قبیل لیتیم، بورون، کلوراید، فلوراید، آبودین و غیره در آبهای کم عمق و یا در سواحل نسبتاً عمیق قاره ها تشکیل می شوند (Miller et al. 2010). معادن ثانوی از منابع اولی طوری به وجود می آیند که آبهای روی زمینی و زیرزمینی، لیتیم منابع اولی و بعضی ترکیبات دگر را در خود حل کرده، آنها را در امتداد شکستگیهای زمین انتقال داده و به حوزه های فروافتاده می رساند. در چنین حوزه ها، آبهای ایستاده⁵ نمکی تشکیل می شوند که بر اثر تابش آفتاب و افزایش غلظت نمکها در آب، مواد منحل چنین آبها ته نشین شده و ذخائر ثانوی لیتیم که بعضی عناصر دیگر مانند عناصر نادره نیز در آن دخیل اند، به وجود می آیند، مانند نمکسارهای حوزه جنوب غرب افغانستان.

افغانستان نظر به اوضاع جیولوجیک خویش دارای ذخائر قابل ملاحظه لیتیم در نمکسارها می باشد. ولی این ذخایر، به استثنای چند نمونه بمنظور سروی عمومی قبل از تجاوز شوروی سابق بر افغانستان، به ندرت مورد ارزیابی قرار گرفته اند. ازینرو در سال 2010 یک سروی اجمالی و ابتدائی عده ای از نمکسارهای افغانستان برای تثبیت منابع لیتیم توسط یک تیم دانشمندان امریکائی صورت گرفت و راپوری (Miller et al. 2010) در مورد آن نوشته شد. قرار این راپور، عکسهای اقمار مصنوعی تجزیه و تحلیل شده و در نخست آن منراهائی مورد توجه قرار گرفتند که معمولاً با لیتیم یکجا پیدا می شوند، مثلاً بورون. **در نتیجه ثابت شد که 9 نمکسار بزرگ افغانستان دارای ذخائر لیتیم اند.** ازینرو یک برنامه یک ماهه طرح گردید، تا نمکسارهای افغانستان در ساحه از نظر جیالوجی مشاهده و از آنها نمونه گرفته شود. از آن جمله پنج ساحه نمکسار مورد ارزیابی قرار

⁵ آبهای ایستاده نمکی: در ترکیب چنین آبها، املاح معدنی به صورت محلول وجود می داشته باشد. با تبخیر آب، غلظت محلول بالا رفته، آب بیشتر نمکی شده و از استفاده خارج می گردد.

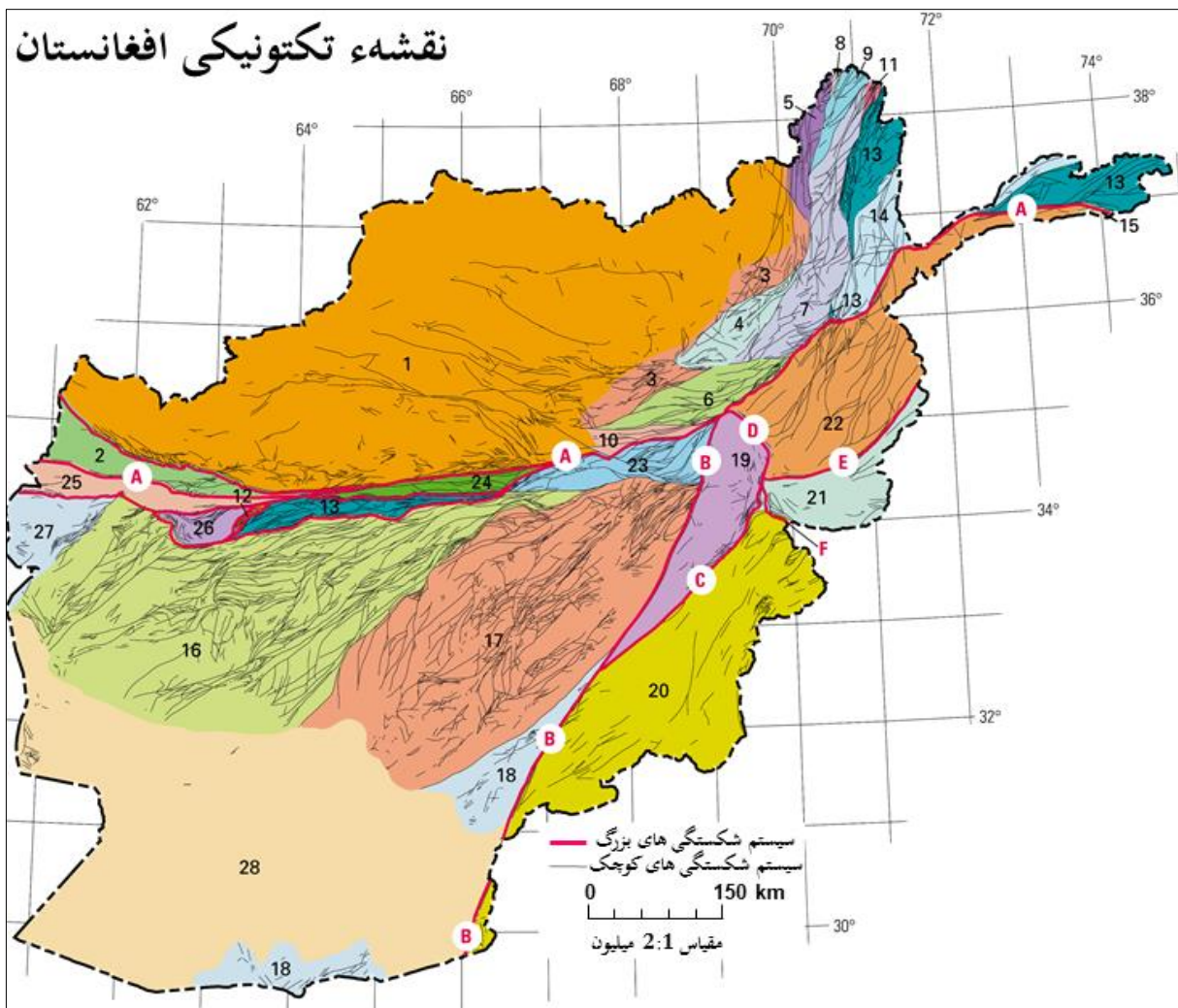
گرفت. لاکن مشاهدات چهار نمکسار دیگر به خاطر مشکلات لوژستیک و بی‌امنیتی ای که حاکم بود، طی این برنامه یک ماهه، صورت گرفته نتوانست. این چهار نمکسار که بالقوه دارای ذخائر لیتیوم اند، باید در یک زمان مساعد دیگر مورد مطالعه قرار گیرند. نتایج تجزیه لابراتواری نشان می‌دهد که تراکم لیتیوم در نمونه‌های نمکسارها بلند و حتی بسیار بلند است (Miller et al. 2010).

نگارنده برشهایی از این راپور را، تا جائیکه برای خوانندگان غیر مسلکی نیز قابل فهم باشد، به دری ترجمه کرده و به دسترس علاقمندان قرار می‌دهد. کسانی که می‌خواهند به جزئیات قضیه بپردازند، می‌توانند به اصل راپور که لینک آن در فهرست منابع داده شده، مراجعه نمایند.

تا جائیکه از راپورهای سروی جیالوجی افغانستان و سروی جیالوجی بریتانیا بر می‌آید، افغانستان دارای نمکسارهای بیشتریست که بسیاری این‌ها مورد مطالعه قرار نگرفته و ذخائر لیتیوم آنها ارزیابی نگردیده. اوضاع و ساختارهای جیالوجیک که باعث به وجود آمدن نمکسارها شده‌اند، منطوقوی و گسترده می‌باشند. ازینرو معمولاً در نزدیکی سیستم نمکسارهای بزرگ که قبلاً تثبیت گردیده‌اند، نمکسارهای کوچکتر موجود بوده می‌توانند که احتمال دارد حاوی منرالهای لیتیوم باشند (Miller et al. 2010).

نمکسارها یا سلارهای افغانستان از نگاه گسترش منطقه ای به دو بخش تقسیم می‌شوند **■ شکل 5**:
■ گروپ نمکسارهایی که در شمال شکستگی هریرود در بالای "بلاک افغان - تاجیک" قرار دارند ("نمکسار اندخوی") و این بلاک خود بخشی از کتله "ایروآشین"⁶ می‌باشد **◀ شکل 5**.

⁶ یک پارچه زمین وسیع که بخشهایی از اروپا و آسیا را احتوا می‌کند.



■ شکل 5 نقشه تکتونیکی افغانستان (Bohannon 2010). 1: بلاک افغان - تاجیک؛ 17: بلاک هلمند؛ 16: بلاک فراه. خطوط سرخ با حروف A تا F شکستگی های کلان و عمیق را نشان می دهند.

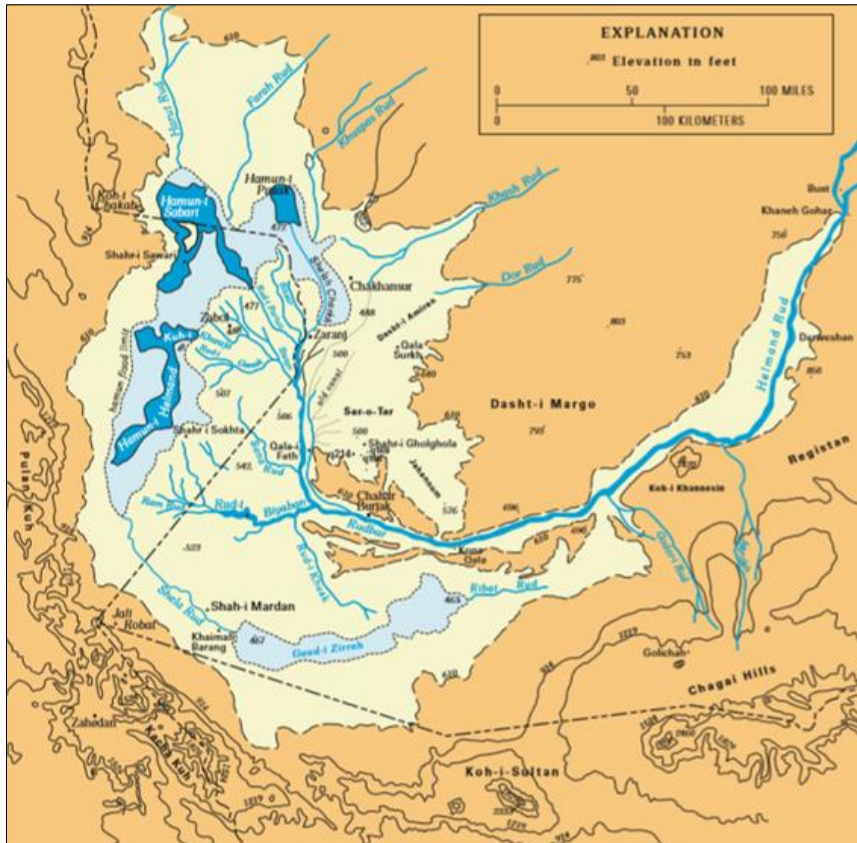
■ باقی نمکسارها یا در بالای "بلاک افغان"⁷ (که شامل بلاک هلمند و فراه می شود) و یا در نزدیکی خطوط شکستگی آن قرار دارند. ساحت این بلاک نظر به اوضاع حاکم اقلیمی، جیالوجیک و هایدروجیالوجیک به سه بخش فرعی ذیل تقسیم می شوند:

- سیستم "سیستان-گود زره"⁸: این سیستم کلانترین و شناخته شده ترین بخش فرعی این نمکسارها را می سازد که در این تحقیقات شامل جهیل چخانسور (هامون پوزک یا هامون هلمند)، جهیل فراه (سابوری) و جهیلهائی می شوند که در حوزه دپیریشن⁹ گود زره تشکیل شده اند، مانند "گود زره شرق"، "گود زره مرکز" و "گود زره غرب" (شکل 6).

⁷ "بلاک افغان" که شامل بلاک هلمند و فراه می شود و بعضاً آنرا "بلاک هلمند" نیز گویند، یک پارچه زمین وسیع مثلث گونه است که بین شکستگی هریرود در شمال و شکستگی چمن - مقر در شرق، کوههای شرق ایران در غرب و کوههای چگائی در جنوب کشور قرار دارد.

⁸ گود: به زبان اویستانی به مفهوم جهیل یا آب ایستاده است.

⁹ Depression (پهنای وسیع): به یک ساحت فرافتاده در یک منطقه هموار اطلاق می گردد که آبهای رویزمینی و زیرزمینی در آن وارد می گردند، لکن راه خروج ندارند.



شکل 6 حوزه فروافتاده سیستم با هامونها، آبهای ایستاده نمکی و شبکه های آب هلمند (Whitney 2006).

- سیستم نمکسارهای شرقی: این سیستم، بخش فرعی دومی را تشکیل می دهد که شامل آب ایستاده نمکی (Playa)¹⁰ "دشت ناور" و "آب ایستاده نمکی غزنی" می شود (شکل 4).
- سیستم نمکسار هرات: بخش فرعی سومی "نمکسار هرات" است که مجزا افتیده (شکل 4).

هر سه دسته اخیر الذکر طی پروسه های مشابه به وجود آمده اند و تمایز آنها صرف برای بررسی اوضاع اقتصادی آنها در خور اهمیت است (Miller et al. 2010). در ذیل به شرح یکی از این نمکسارها به عنوان مثال پرداخته می شود.

1.2.3 نمکسار هرات

نمکسار هرات در لبه "بلاک افغان" (که شامل بلاک هلمند و فراه می شود) قرار داشته، تراکم لیتیوم در آن بالا بوده، دارای چشمه های داغ می باشد. در طبقات نزدیک سطح زمین این نمکسار، گاز های هایدروجن سلفاید (H_2S) و کاربن دای اکساید (CO_2) وجود دارند (Miller et al. 2010). نمکسار هرات "بیشترین خصوصیات فزیکی را صاحب است که زیادتین مشخصات معادن بهره ور لیتیوم جهان را می سازد. (شکل 7 و شکل 8).

¹⁰ Playa: ساحة ترسبات جهيلهای نمکی را گویند که بر اثر حرارت خشک می شوند و در آنها نمکها و اجزای باریکدانه مثل گل ترسب می کنند.



■ شکل 7 نمکسار هرات: چشمه های منرالی در نزدیک ساحه نمونه گیری 1.Nr. باد، آب چشمه را روی نمک پاش می دهد. در نتیجه نمک در آب حل شده و انتقال یافته، زمین زیر قشر نمک به رنگ سیاه نمایان می شود.

■ شکل 8 نمک پتاسیوم کلوراید (KCl)، با منرالهای سلفاید به رنگ سیاه پوشیده شده و چاه برمه که در آن گاز های هایدروجن سلفاید و کاربن دای اوکساید بُرق می زنند.

تا جائیکه از نقشه های گوگل ارت بر می آید، بین نمکسار هرات و هامون هلمند¹¹ نمکسار های متعدد دیگر وجود دارد که تا حال مورد تحقیق قرار نگرفته اند. اینها از نظر جیالوجی و سدیمنتولوجی با نمکسار هرات و نمکسار های هامون هلمند و گود زره مشابهت داشته و همه آنها بالقوه دارای منرالهای معدنی، از جمله لیتیوم، اند (Miller et al. 2010).

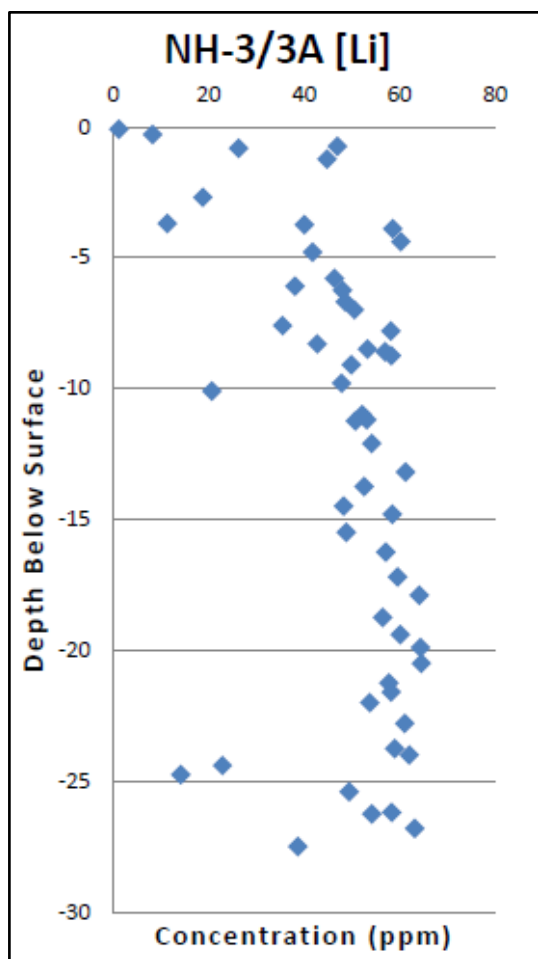
یک مقایسه مختصر مشخصات نمکسار هرات با ضرورت های مودل جست و جوی تشکیل ذخائر لیتیوم به وضاحت نشان می دهد که "نمکسار هرات" تقریباً تمامی مشخصات جیالوجیک را که برای تشکیل معادن اقتصادی لیتیوم از آب های نمکی غلیظ لازم است، دارا می باشد. عده ای از این مشخصات را به طور عموم اوضاع تکتونیک، تکتونواستراتیگرافیک، محیط ترسباتی منطقوی، عمر موجودیت احجار آتشفشانی در ساحه آنگیر، موجودیت چشمه های منرالی، احجار دارنده لیتیوم، احجار معینی و غیره می سازند.

در "نمکسار هرات" تراکم لیتیوم تا عمق ده فوت از سطح زمین از یک نمونه تا نمونه دیگر بسیار فرق نموده و در اعماق پائینتر از ده فوت بیشتر ثابت بوده بین 50 - 60 ppm (50 تا 60 گرام لیتیوم در یک تن) نوسان می کند (شکل 9).

نتایج تجزیه لابراتواری نمونه ها نشان می دهند که تراکم لیتیوم با ازدیاد عمق به آهستگی افزایش می یابد، اما این روند بطی است. نمونه هایی که از بستر هلایت (سودیوم کلوراید) و یا از نزدیک آن گرفته شده اند، پیروسه افزایش تراکم لیتیوم را با عمق نشان نداده، بلکه تراکم لیتیوم کاهش زیاد پیدا می کند.

نمونه هایی که از چاه های دیگری گرفته شده، عین روند را نشان می دهند، لکن ازینکه سائر چاهها عمق کمتر دارند، چنین پروفیلی در آنها به وضاحت دیده نمی شود.

¹¹ هامون هلمند: شامل حوزه های فرو افتاده ای میگردد که آب هلمند در آنها میریزد. هامون پوزک، هامون سابوری و هامونی که در قلمرو ایران قرار دارد نیز به نام هامون هلمند یاد می گردند.



شکل 9 نمکسار هرات: افزایش تراکم لیتیوم با عمق در چاه NH-3A

معادن لیتیوم افغانستان از اهمیت اقتصادی برانزده ای برخوردار اند. چون در ترکیب نمکهای لیتیوم مقدار معتناهی از بعضی عناصر دیگر، مانند فلزات نادره نیز دخیل اند، ازینرو ایجاب می کند تا این فلزات به صورت مفصل تحقیق شوند، زیرا مواد متذکره اهمیت اقتصادی معادن لیتیوم را بالاتر می برند (Millers & Sabins 2010). از این رهگذر بود که مؤلفان اخیرالذکر پیشنهاد کردند که از معادن لیتیوم افغانستان باید نمونه های بیشتری از آبهای غلیظ نمکی و رسوبات نمکی تا عمق کم از کم 10 متری سطح ترسبات نمک، گرفته شود تا منابع بالقوه این مواد تصدیق گردند.

تا جائیکه تجزیه و تحلیل عکسهای اقمار مصنوعی که در ماه مارچ 2010 گرفته شده اند، نشان می دهند (Miller & Sabnins 2010)، در 9 ساحة آبهای ایستاده نمکی افغانستان ذخایر ارزشمند اقتصادی منرالهای لیتیوم و بورون موجود است.

در تابستان سال 2010 از پنج آب ایستاده نمکی افغانستان نمونه گرفته شد. نتایج لابراتواری این نمونه ها نشان دادند که تراکم مقدار لیتیوم و بورون این آبهای

ایستاده نمکی بالا بوده و به صورت مقایسوی، در حد تراکم این عناصر در نمکسار امریکای جنوبی است. از معادن امریکای جنوبی از دیر زمان به اینسو لیتیوم استخراج می شود. کشف این حقایق در مورد معادن لیتیوم آبهای ایستاده نمکی افغانستان از چند ناحیه در خور تأمل اند، به شرح ذیل:

■ نمونه های آبهای نمکی از سطح زمین و یا اندکی پائینتر از آن گرفته شده اند. معمولاً چنین نمونه ها، در مقایسه با نمونه هائی که از اعماق بیشتر از 10 متر گرفته می شوند، غلظت کمتر می داشته باشند. دلیل آن اینست که غلظت آبهای نمکی سطحی و آبهای نمکی کم عمق، زیر تأثیر آبهای روئزمینی و آبهای زیرزمینی شیرین که به جهیلها وارد می شوند، کاهش می یابند. ازین لحاظ تراکم لیتیوم و بورون در آبهای نمکی کم عمق، قلیل و در آبهای نمکی عمیق که از نمکها مشبوع اند، بیشتر می باشد. این پدیده در معادن لیتیوم امریکای جنوبی نیز به وضاحت دیده می شود.

■ بسیاری نمونه ها در خارج از ساحاتی گرفته شده اند که در عکسهای اقمار مصنوعی احتمال زیاد پیدایش لیتیوم و بورون در آنجاها می رفت. این چنین ساحات در نقشه های اقمار مصنوعی نظر به تراکم بورون به رنگ سرخ نشانی شده بودند که در آنجا ها تراکم بیشتر لیتیوم محتمل است. لاکن نمونه ها از ساحات خارج ازین مناطق نشانی شده، گرفته شده بودند.

همه نمونه‌هایی که در این پروگرام مورد تحقیق قرار گرفتند، ثابت ساختند که تراکم لیتیوم و بورون در آنها بالا تر از اندازه متوسط و معمول می باشد. نتیجه تحقیقات نشان داد که به کمک عکسهای اقمار مصنوعی، بورون به آسانی تمیز می گردد و در هر جائیکه تراکم بورون بیشتر باشد، در آنجا تراکم لیتیوم نیز بیشتر است. دریافت این ساحات غیر عادی (یعنی غنی از لیتیوم) در افغانستان در نفس خودش یک موفقیت فوق العاده است، زیرا به طور معمول، در یک برنامه اکتشافی، بسی ساحاتی به امید پیدا کردن معادن مورد تحقیق قرار می گیرند که بعداً عاری از معدن ثابت می گردند. در برنامه های اکتشافی احتمال موفقیت صد در صد موجود نیست. با وجود آنهم ساحاتی که در افغانستان هنوز مورد تحقیقات قرار نگرفته اند، برای اکتشاف معادن لیتیوم، چشم انداز خوبی را نشان می دهند.

به این اساس ساحاتی که دارای لیتیوم اند و به صورت مجموعی شامل آب ایستاده نمکی چخانصور، دشت ناور، "گود زره غرب"، "گود زره شرق" و نمکسار هرات می شود، حدود 219 کیلومتر مربع وسعت دارند، در حالیکه ساحه مهمترین نمکسار Salar de Uyuni در بولیویا یک ساحه 175 کیلو متر مربع را احتوا می کند که از جهت اقتصادی در خور توجه اند.

در جدول ذیل اوسط تراکم بورون و لیتیوم عده ای از نمکسار های افغانستان درج گردیده.

اوسط تراکم بورون و لیتیوم در نمونه های نمک در مقایسه با تراکم اوسط در قشر زمین		
محل نمونه	بورون (گرام فی تن)	لیتیوم (گرام فی تن)
چخانصور (هامون بوزک)	-	49
دشت ناور	110	99
گود زره غرب	87	25
گود زره شرق	110	36
نمکسار هرات	48	41
اوسط پیدایش در قشر زمین	9	18

چنانکه در جدول فوق دیده می شود، تراکم بورون در مقایسه با تراکم اوسط بورون در قشر زمین تا حدود 12 مرتبه و از لیتیوم تا حدود 5,5 مرتبه بیشتر است. این حقیقت در مورد فلزات سودیوم، نیوبیوم، توریوم، سترانسیوم و مگنیزیوم نیز صادق است که در جدول بالا درج نگردیده اند.

از جمله 9 ساحه آب ایستاده نمکی افغانستان، 8 تای آن، به شمول همه نمونه های گرفته شده، در امتداد شکستگیهای تکتونیک این کشور قرار دارند. تحقیقات نشان دادند که از جمله پنج آب ایستاده نمکی، سه تای آن با آبهای داغ زیر زمینی در رابطه بوده اند. تحقیقات مزید نشان خواهند داد که همه این نمکسار با آبهای گرم، حتی داغ مرتبط اند.

علاوه بر این، به استثنای آب ایستاده نمکی هرات (نمکسار هرات)، باقی آبهای ایستاده نمکهای افغانستان با آتشفشانهای سابق و یا کنونی در رابطه اند. این کشف مهم نشان می دهد که به وجود آمدن منرالها از آبهای داغ زیرزمینی بر اثر فعالیتهای مگمائی و آتشفشانی که در خطوط سرحدی "بلاک افغان" صورت گرفته، به وجود آمده اند. این فعالیتهای مگمائی نتیجه مستقیم تصادم کتله های هند از شرق و عربستان سعودی از

جانب غرب می باشد. این امکان بالقوه موجود است که معادن بیشتر اما کوچکتر منرالها در امتداد خطوط شکستگی "بلاک افغان" موجود باشد که همه و یا عده ای از آنها برای استخراج مناسب خواهند بود.

به این ترتیب و نظر به همین شواهد است که در حوزه چخانصور نیز تراکم بلند لیتیوم تثبیت گردیده، با آنکه این حوزه یک حوزه باتلاقی از آب شیرین است و انتظار آن نمی رود که در همچو محیطی تراکم لیتیوم بالا باشد. لکن ازینکه آبهای زیرزمینی این ناحیه کثافت زیاد دارند، یعنی از نمک مشبوع شده اند، لذا در سطوح پائین باقی مانده و تمایلی با آبهای شیرین نشان نمی دهند. این بدان معنی است که در روی باتلاق یک طبقه آب شیرین قرار دارد در حالیکه در ته باتلاق یک سیستمی از آبهای گرم که آگنده از منرالهاست در جریان است. چون اوضاع جیولوجیک حوزه های فراه و چخانصور با اوضاع جیولوجیک "نمکسار هرات" و "گود زره" به صورت عام بسیار شباهت دارد، ازینرو پیدایش لیتیوم در اعماق بیشتر این منطقه ممکن است.

هامون دلتای سیستان یک ساختار جدید طبیعی است، هرچند حوزه جنوب غرب افغانستان در اصل خشک است، اما اکنون یک دوره مرطوب را تجربه می کند. در عصر یخچالی زمین، این حوزه به مراتب خشکتر بود تا جائی که در آن زمان وضع جهیلهای سیستان (هامون هلمند) به مانند آب ایستاده نمکی "گود زره" امروز بود، یعنی اینکه از نمکها مشبوع شده بود.

در حوزه جنوب غرب افغانستان چشمه های آب گرم دیده نشده و شکستگیهای این منطقه نیز کمتر شناخته شده اند. لکن ازینکه در منطقه خاننشین ولایت هلمند احجار آتشفشانی در امتداد خطوط شکستگی "بلاک افغان" وجود دارد، لذا امکان موجودیت بیشتر سیستم آبهای داغ زیرزمینی در حوزه جنوب غرب افغانستان می رود. این سیستم آبهای داغ زیرزمینی در زیر ترسبات سطحی یعنی ریگستانهای حوزه جنوب غرب کشور پنهان مانده اند که دارنده منرالهای لیتیوم اند.

با شرح مختصر بالا دیده می شود که افغانستان از معادن اولی و مخصوصاً از معادن ثانوی لیتیوم که گستردگی بسیار دارد، غنی می باشد. با در نظر داشت اهمیت و قیمت این فلز که اکنون در بازار جهان یک کیلوگرام آن 300 دالر امریکائی ارزش دارد، استخراج این فلز می تواند به آسانی به اقتصاد ورشکسته افغانستان مدد رسانیده و مردم این کشور را به آسایش و تنعم برساند.

5 منابع و مأخذ

- Bohannon, R.G. (2010): Geologic and topographic maps of the Kabul South 30' × 60' quadrangle, Afghanistan: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3137, 34 p. pamphlet, 2 map sheets, scale 1:100,000. <http://pubs.usgs.gov/sim/3137>.
- Miller, R.M, Sabins, F. F. & Wnuk, C. (2010): Lithium Survey and Analysis of Afghan Salars and Dry Lakes. Based upon Targets Identified in Remote Sensing and Analysis of Afghan Dry Lakes.
- Miller, R. M. & Sabnins, F. F. (2010): Remote Sensing and Analysis of Afghan Dry Lakes. Cathay Oil & Gas Ltd.
- Whitney, J.W., 2006, Geology, water, and wind in the lower Helmand Basin, southern Afghanistan: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006–5182, 40 p.

پایان