

مطالعه ژئوفیزیکی نشر گازها با استفاده از روش‌های بیناب نمایی نوری

احسان ذبیحی نایینی

چکیده

بیناب‌نمایی نوری ابزاری قدرتمند برای مطالعه ژئوفیزیکی نشر گازها است. تکنیک‌های مناسب برای بررسی ژئوفیزیکی گازها عبارتند از: جذب

تفاضلی لیداری

(DIAL)،

بیناب‌نمایی در

آشامی نوری

تفاضلی

(DOAS)،

بیناب‌نمایی

دیود لیزری و

بیناب‌نمایی

همبستگی

گاز

اندازه‌گیری گسیل

اتمی جیوه از

میدان‌های زمین

گرمایی را می‌توان با یک

دستگاه لیدار متحرک

انجام داد. همچنین تجمع و شار

اتمی جیوه از معادن جیوه نیز در

بعضی مناطق دنیا از جمله ایتالیا

تعیین شده و گسیل آتشفشانی

دی اکسید گوگرد نیز در سه منطقه از

ایتالیا انجام شده است.

بیناب‌نمایی مادون سرخ برای

کاربردهای ژئوفیزیکی در حال

توسعه است.

مقدمه

دستگاه‌های جداسازی بینابی

انواع گوناگونی از دستگاه‌های

جداسازی بینابی برای جداکردن

مولفه‌های طول موجی مختلف نور

به کار می‌روند. توان جداسازی و

مقدار نور گسیلیده، دو عامل مهم

در این گونه دستگاه‌ها هستند. توان

جداسازی بنا بر تعریف چنین است

[۱]

$$R = \lambda / \delta \lambda$$

که در آن λ پهنای خطی است که

دستگاه از نوری تکفام به طول موج

λ به دست می‌دهد.

چهار نوع دستگاه جداسازی بینابی

که هر یک کاربردهای مختلفی

دارند عبارتند از: دستگاه‌های

منشوری، توری‌ای، تداخل سنج

فابری- پروو و بیناب سنج تبدیل

فوری‌ای.

روش‌های اپتیکی واکافت شیمیایی

چندین روش واکافت کارآمد بر

اندرکنش میان نور (مرئی،

IR, UV) و ماده استوارند. طول

موج‌هایی که این اندرکنش‌ها در

آنها رخ می‌دهند سرشت فردی این

موادند " اثرانگشت بینابی " که

مبنای واکافت کیفی با استفاده از

نور را تشکیل می‌دهد. گذشته از

این، شدت‌هایی که در این

اندرکنش‌ها اندازه‌گیری می‌شوند به

گونه‌ای تنگاتنگ به غلظت آن ماده

ویژه مربوط می‌شوند. بنابراین

واکافت کلی نیز، که اغلب دقیق هم

هست، انجام‌پذیر است [۱]

قانون بیر-لمبرت

نور تک‌فامی به شدت P_0 را در نظر

بگیرید که بر نمونه‌ای به ضخامت b

فرود می‌آید و شدت P_1 از نمونه

تراگسیلیده می‌شود. حال در

آشامندگی A را تعریف می‌کنیم:

به این ترتیب:

$$A = \log_{10} (P_0 / P_1) = 0.43 \ln P_0 / P_1$$

$$A = KC$$

K ثابت تناسب و C غلظت است).

این قانون بیر-لمبرت است که بنا بر

آن در آشامندگی با غلظت

در آشامنده‌ها در نمونه متناسب



است.

از آنجا که بیناب‌نمایی دارای گستردگی فراوان است و توصیف کامل آن در این مقاله نمی‌گنجد ادامه بحث خود را به جنبه‌های کاربردی بیناب‌نمایی معطوف می‌کنیم.

دورحسی نوری

حال ببینیم چگونه بیناب‌نمایی می‌تواند با انجام اندازه‌گیری از راه دور اطلاعاتی از محیط پیرامون فراهم آورد.

دورحسی یک عبارت کلی برای روش‌هایی است که با بهره‌گیری از آنها آگاهی‌هایی درباره شرایط فیزیکی و شیمیایی مکانی دور با استفاده از ابزارهای مناسب به دست می‌آید [۱].

دورحسی نوری را می‌توان به یکی از دوروش کنایا ناکنا انجام داد. وقتی تغییرات توزیع بینابی در تابش پس‌زمینه (مثلاً نور خورشید) واکافته می‌شود، روش ناکنا به کار برده‌ایم و وقتی تغییرات در تابش تراگسیلیده از دستگاه ناشی از اندرکنش تابش با حجم مورد اندازه‌گیری را مطالعه می‌کنیم، روش کنایا به کار برده‌ایم. بازتاب‌گزینشی تابش خورشید از سطح زمین و درآشامی و گسیل گرمای جو، باروش‌های ناکنا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روش‌های ناکنا

درآشامی تابش خورشید یا تابش آسمان که توسط گازهای موجود در جو انجام می‌شود به کمک یک بیناب‌سنج مناسب قابل اندازه‌گیری است. بسامدهای نوارهای درآشامی به دست آمده برای شناخت گازهای جوی مورد استفاده قرار می‌گیرند و شدت‌های آنها بنابر قانون بیر-لمبرت غلظت مولکول‌های درآشامنده را تعیین می‌کند [۱].

اگر ضریب درآشامی گاز، $\sigma(v)$ از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی معلوم باشد آنگاه شمارکل ملکول‌های درآشامنده را می‌توان از نسبت شدت تابش دریافتی $P_1(v)$ به شدت تابش اولیه $P_0(v)$ به دست آورد. اگر $N(r)$ غلظت ملکولی در برد r باشد، داریم:

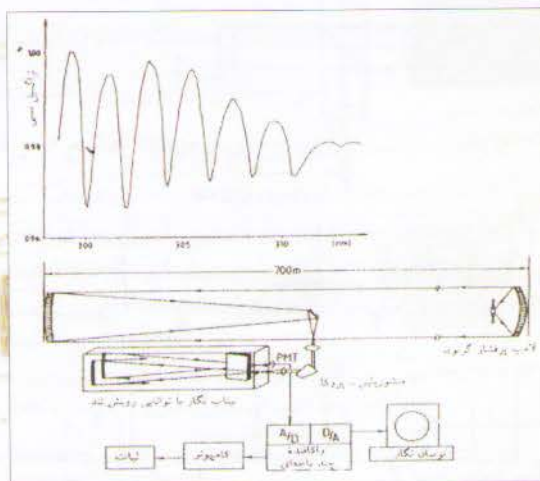
$$P_1(v)/P_0(v) = \exp[-\sigma(v) \int_0^{\infty} N(r) dr]$$

بنابراین غلظت به تفکیک برد با استفاده از روش‌های ناکنا معمولاً قابل دستیابی نیست زیرا مسیر

درآشامی نامعلوم است. اما به هر حال با استفاده از ماهواره‌ها و روش‌های خاص یک نمایه قائم غلظت قابل دستیابی است. اما آشوبناکی هوا باعث بروز تغییرات زیاد

در شدت نور نگاشته شده می‌شود. اما چون دامنه چینی افت و خیزهایی برای بسامدهای بیش از ۱۰۰ هرتز قابل چشم‌پوشی است، بنابراین ستیغ‌ها و فرورفتگی‌های موجود در توزیع بینابی را باید در زمانی حدود ۱۰ میلی‌ثانیه ثبت کنند، که با استفاده از یک بستاور دایره‌ای با شکاف‌های شعاعی که در جلوی آشکارساز قرار می‌گیرد و بیناب را می‌روبد، این کار عملی است.

با استفاده از رایانه، S/N را بالای برند و نه تنها آلاینده‌های معمول هوا آشکار پذیر می‌شوند بلکه حضور بیناب‌های کوچکی از جمله $HONO$ و NO_3 که غلظت پایینی دارند نیز قابل آشکارسازی است. این روش باروشی که در آن، یک چشمه نور مصنوعی پیوستاری دور، همچون لامپ پرفشار گزنون به کار می‌رود ترکیب شده و از این رو به بیناب‌نمایی درآشامی نوری تفاضلی (DOAS) معروف است (شکل ۱).



شکل ۱ - برپایش بیناب‌نمایی DOAS و یک نمونه اندازه‌گیری SO_2

شماره ۱۴ - شهریور ۱۳۸۳



DOAS فرابنفش برای آشکارسازی SO_2, O_3, NO_2, NH_3 و... همچنین هیدروکربن‌های آروماتیک مفید است. برای انواع دیگر هیدروکربن‌ها محدوده طول موجی IR لازم است.

ابزارهایی به نام بیناب‌سنج‌های همبستگی گازی نیز برای واکافت ناکنای گازها به کار می‌روند. در این دستگاه‌ها، بینایی که در دستگاه ذخیره می‌شود با بیناب نور ورودی مقایسه و سیگنالی که با شمار نوع ویژه‌ای از ملکول‌های درآشامنده متناسب است، تولید می‌شود.

اساس بیناب‌نمایی، تبدیل فوریه‌ای مادون سرخ، تداخل‌سنج مایکلسون است. اساس کار این تداخل‌سنج در کتاب‌های مرجع آمده و نمای کلی آن در شکل (۲) نمایش داده شده است. از برتری‌های این روش این است که

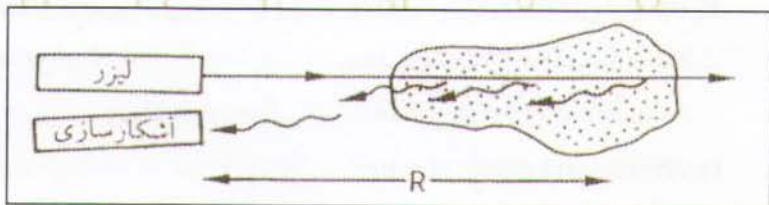
در محدوده IR فیلم عکاسی مناسب موجود نیست، بنابراین، این‌گونه دستگاه‌ها اهمیت پیدامی‌کنند و در این ناحیه این روش دارای توان جداسازی بسیار خوبی است.

روش‌های کنا

روش لیداری: لیدار که کوتاه شده Light Detection and Ranging (آشکارسازی نوری و بردیابی) است، یک روش اندازه‌گیری است که در آن تابش لیزر تپی به درون جو تراگسیل می‌شود و نور پس‌پراکنده شده با تاخیر زمانی معینی به شیوه رادار آشکارسازی می‌شود. اصول لیدار در شکل (۳) نشان داده شده است [۱].

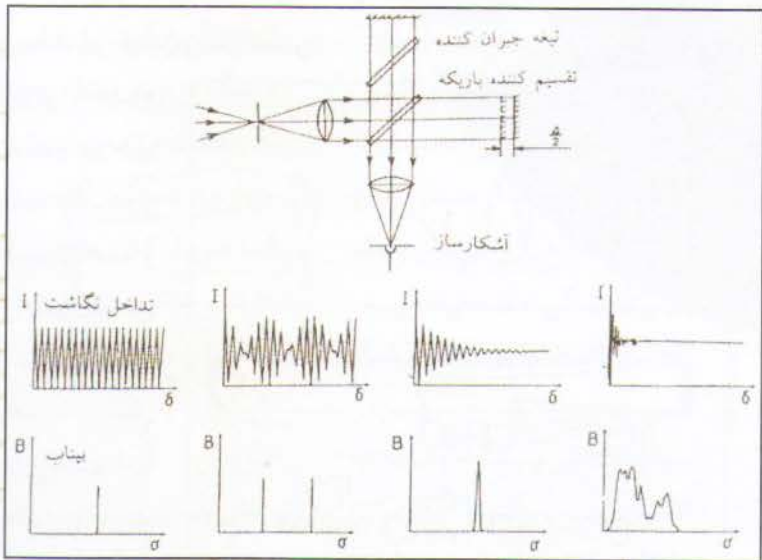
در روش جذب تفاضلی لیداری (DIAL) تصویری از یک گاز خاص را (با کلیدکردن متناوب طول موج تابشی از طول موجی که گاز آن را جذب می‌کند به طول موج دیگر که گاز آن را جذب نمی‌کند) به دست می‌آوریم.

جیوه، تنها گاز نالختی است که به شکل اتمی در اتمسفر وجود دارد. در مقایسه با ملکول‌ها که دارای هزاران گذار چرخشی- ارتعاشی هستند، اتم‌ها تنها یک فرکانس گذار منفرد برای یک تغییر پیکربندی از خود نشان می‌دهند. این خاصیت، حساسیت



شکل ۳ - اصول کار لیدار

شناسایی اتمی را بالامی‌برد. وجود جیوه با ذخایر کانی‌های خاص دیگری نیز در ارتباط است. به خصوص معادن جیوه در جاهایی که سنگ معدن سینبار وجود داشته باشد تمرکز جوی خوبی ایجاد می‌کنند. یک نمونه از شناسایی به روش DIAL در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۲ - بیناب‌سنج تبدیل فوریه‌ای و علامت‌های اصلی آن

شماره ۱۴ - شهریور ۱۳۸۳

مب یونفار

کمک می‌کند.

ترکیبات معدنی نیز با نشر گازها همراه هستند به خصوص جیوه که طبیعی بی‌ثبات دارد.

هیدروکربن‌ها از آنجا که سوخت اصلی و مواد مهمی برای صنایع شیمیایی و داروسازی هستند، نقش بسیار مهمی را در جامعه مدرن بازی می‌کنند. آشکارسازی و کنترل هیدروکربن‌های گازی خروجی از دیدگاه‌های مختلف دارای اهمیت است از جمله: جلوگیری از هدر رفتن مواد خام با ارزش در صنایع پتروشیمی، جلوگیری از انفجار و حفاظت از محیط‌زیست.

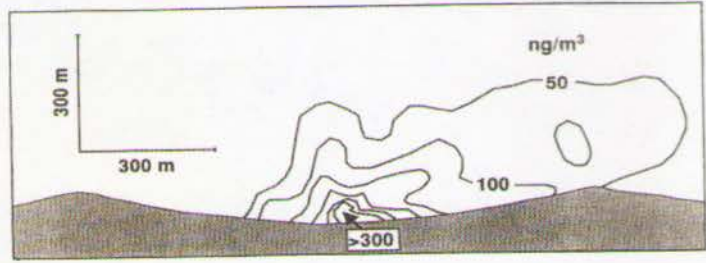
استخراج نفت معمولاً همراه با تولید گاز طبیعی است که هیدروکربن‌های سبک از جمله CH_4 ، C_2H_6 و C_3H_8 غالب هستند. کنترل خطوط لوله،

چاه‌ها و صنایع پتروشیمی باعث توسعه روش‌های ژئوفیزیکی کنترل گازها شده است. بنابراین با توجه به اهمیت صنعت نفت در ایران می‌توان از این روش‌ها در بهینه‌سازی و توسعه صنایع مربوطه

استفاده کرد.

احسان ذبیحی‌نابینی (دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک کرایش لرزه شناسی موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) منابع:

- 1-Svanberg, Atomic and Molecular Spectroscopy ترجمه احمد کیاستپور و دیگران انتشارات دانشگاه اصفهان
- 2-Svanberg, Geophysical gas Monitoring using optical techniques.
- 3-Edner H., Lidar search for atomic mercury in Icelandic geothermal field.

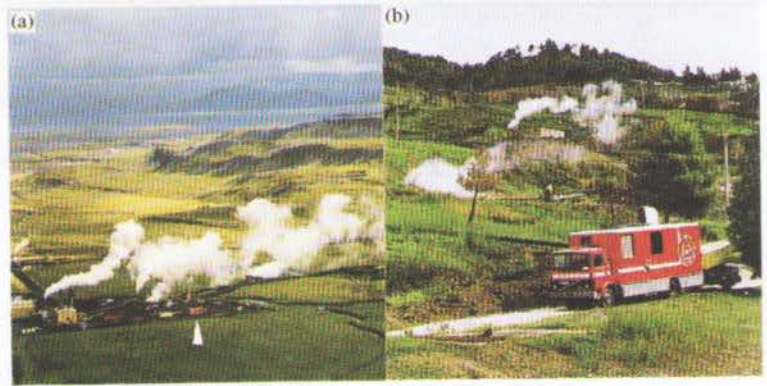


شکل ۴ - جریان کل جیوه اتمی که توسط DIAL به نقشه درآمد است

بیناب‌نمایی درآشامی نوری تفاضلی (DOAS)، بیناب‌نمایی دیود لیزری و بیناب‌نمایی همبستگی گازی [۲].

یکی از حالت‌های بسیار جالب توجه، نشر ژئوفیزیکی گاز در فوران‌های آتشفشانی است که مقدار زیادی گازهای مختلف از جمله SO_2 ، H_2S ، HF ، HCl ، CO_2 منتشر می‌شود. همچنین کنترل ترکیبات گاز از جهت پیش‌بینی بعضی پدیده‌های

همچنین نشر اتمی جیوه در میدان‌های زمین‌گرمایی با استفاده از تکنیک لیدار مورد مطالعه قرار گرفته است. این کار اولین بار در ایسلند انجام شد که اندازه‌گیری‌ها در نواحی برای استفاده از انرژی زمین‌گرمایی به منظور تولید برق و آب گرم اجراء شد. تصویری از این میدان زمین‌گرمایی و سیستم لیدار سوئدی در شکل (۵) نشان داده شده است [۳].



شکل ۵ - (a) نمایی از یک میدان زمین‌گرمایی در ایسلند و یک سیستم محرک اندازه‌گیری لیدار در محلی که با پیکان نشان داده شده است. (b) دستگاه لیدار دیگری در یکی از میدان‌های زمین‌گرمایی ایتالیا.

طبیعی اهمیت دارد [۲].

در میدان‌های زمین‌گرمایی گازهای داغ همراه با شار گرما از زمین خارج می‌شوند. تشخیص دودکش‌ها در محیط‌های آتشفشانی و زمین‌گرمایی به تشخیص مجراهای ماگما

بحث و نتیجه‌گیری

از دیدگاه ژئوفیزیکی، نشر گازها را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های بیناب‌نمایی نوری کنترل کرد. تکنیک‌های مناسب برای کنترل ژئوفیزیکی گازها عبارتند از: جذب تفاضلی لیداری (DIAL)،

نشان

کامپیوتر

دانشگاه

نویسنده نگار