بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.
۱۴-۱۲ بهمن ۱۴۰۰

# بررسی یک رویداد غباری مشاهده شده در منطقه دریاچه ارومیه با استفاده از لیدار قطبشی زمین پایه

**سالار علیزاده[۱]، روح‌اله مرادحاصلی[۲]، حسین پناهی‌فر[۱] ، حمیدرضا خاصی‌فرد[۱و۳]**

**۱- دانشکده فیزیک، دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان**

**۲- گروه فیزیک، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران، کدپستی ۵۸۱۴۵ – ۴۵۱۵۶**

**۳- پژوهشکده تغییر اقلیم و گرمایش زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان**

salizadeh@iasbs.ac.ir, r.moradhaseli.iauz@gmail.com, h.panahifar@iasbs.ac.ir, khalesi@iasbs.ac.ir

**چکیده – ISPL ایستگاه لیدار قطبشی دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان، مستقر در ساحل غربی دریاچه ارومیه است. این ایستگاه به منظور مطالعه جو دریاچه ارومیه در اکتبر ۲۰۱۸ راه‌اندازی شد. در این مقاله به بررسی یک غبار دور برد منتقل شده به جو دریاچه ارومیه با استفاده از ISPL می‌پردازیم. این لایه غباری در ۲۵-۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ در ارتفاع ۸-۴ کیلومتری توسط ایستگاه ISPL مشاهده شده است. ضریب واقطبش حجمی این لایه بیشتر از ۲۰ درصد است. درحالیکه ضریب واقطبش حجمی ذرات معلق در ارتفاعات زیر ۲ کیلومتر کمتر از ۲۰ درصد است. نتایج نشان می‌دهد جنس ذرات معلق منتقل شده از چشمه غباری همسایه (صحرای آفریقا) با ذرات معلق برخاسته از حوضه آبریز دریاچه ارومیه متفاوت است. در این رویداد غلظت ذرات معلق در ارتفاعات پایین بیشتر از ذرات معلق در ارتفاع بالاتر از ۴ کیلومتر است.**

کلید واژه- دریاچه ارومیه، ذرات معلق، ضریب واقطبش حجمی، لیدار قطبشی.

# Investigation of a dust event observed in Urmia Lake area using ground-based polarization LiDAR

**Salar Alizadeh[1], Ruhollah Moradhaseli[2], Hossein Panahifar[1], and Hamid R. Khalesifard[1,3]**

**1- Department of Physics, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS)**

**2- Department of Physics, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran**

**3- Center for Research in Climate Change and Global Warming(CRCC), IASBS**

salizadeh@iasbs.ac.ir, r.moradhaseli.iauz@gmail.com, h.panahifar@iasbs.ac.ir, khalesi@iasbs.ac.ir

**Abstract- ISPL, the polarization LiDAR station of IASBS, is located on the west coast of Urmia Lake (UL). This station was set up in October 2018 to study the atmosphere of UL. In this article, using ISPL, we investigate the long-range dust layer transferred to the UL atmosphere. The dust layer was observed by the ISPL on October 24-25, 2021 at an altitude of 4-8 km. The volume depolarization ratio (VDR) of this layer is more than 20%. Whereas the VDR of aerosols at altitudes below 2 km is less than 20%. The results show that the type of aerosols transferred from neighboring dust sources (Saharan Africa) is different from aerosols from the UL basin. In this event, the concentration of aerosols at low altitudes is higher than aerosols at altitudes above 4 km.**

Keywords: aerosols, polarization LiDAR, Urmia Lake, volume depolarization ratio.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]

## مقدمه

دریاچه ارومیه در شمال‌غرب ایران، یک دریاچه اشباع شده با نمک است. در طول ۲۵ سال گذشته تراز آب این دریاچه روند نزولی داشته و از بیشترین عمق آن (۱۶متر)، ۸ متر کاهش یافته است [۱]. با توجه به میزان شوری بیش از حد آب، کاهش تراز آب باعث شده مناطق کم عمق دریاچه تبدیل به زمین‌های شورزار شود [۲]. این دریاچه به عنوان یک دریاچه کم عمق در معرض نابودی قرار دارد. در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، دریاچه در کمترین ارتفاع حوضه قرار داشته و اطراف آن توسط کوه‌هایی به ارتفاع ۲۰۰۰-۳۰۰۰ متر احاطه شده است [۳].

لیدار یک ابزار اپتیکی برای مطالعه ذرات معلق در جو بوده و با استفاده از آن می‌توان موقعیت مکانی و زمانی این ذرات را با وضوح بالا بدست آورد. با استفاده از لیدار قطبشی، می‌توان نوع ذرات موجود در جو را تشخیص داد [۴]. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های سنجنده‌های فضابرد (کالیوپ-مادیس) نشان می‌دهد، منشأ عمده توده‌های غباری مشاهده شده در بالا سر دریاچه ارومیه از چشمه‌های غباری همسایه است [۵].

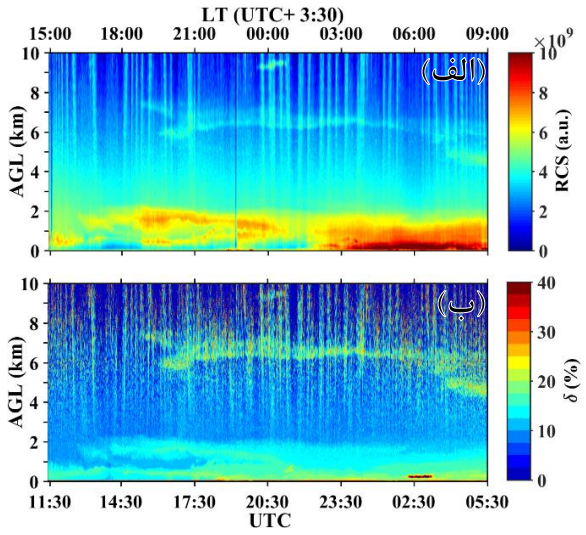
از سپتامبر ۲۰۱۸، لیدار قطبشی دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان ( IASBS Scanning Polarization Lidar, ISPL) در ساحل غربی دریاچه ارومیه مستقر گردید. این دستگاه علاوه بر اندازه‌گیری در راستای عمود بر سطح زمین، می‌تواند جو را در راستای افق در زوایای مختلف جاروب کند [۶]. در این مقاله یک رویداد غباری دور برد منتقل شده به این منطقه و آلودگی نزدیک به سطح بررسی شده است. همچنین با استفاده از مدل هواشناسی HYSPLIT توده‌های آلودگی ردیابی شده تا منشأ آنها مشخص شود.

## نتایج

در ادامه کارهای انجام شده در گذشته [۸-۶] در این گزارش به بررسی یک نمونه غبار دور برد منتقل شده به جو دریاچه ارومیه و مقایسه آن با آلودگی ناشی از منطقه حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌پردازیم.

## رویداد ۲۵-۲۴ اکتبر ۲۰۲۱

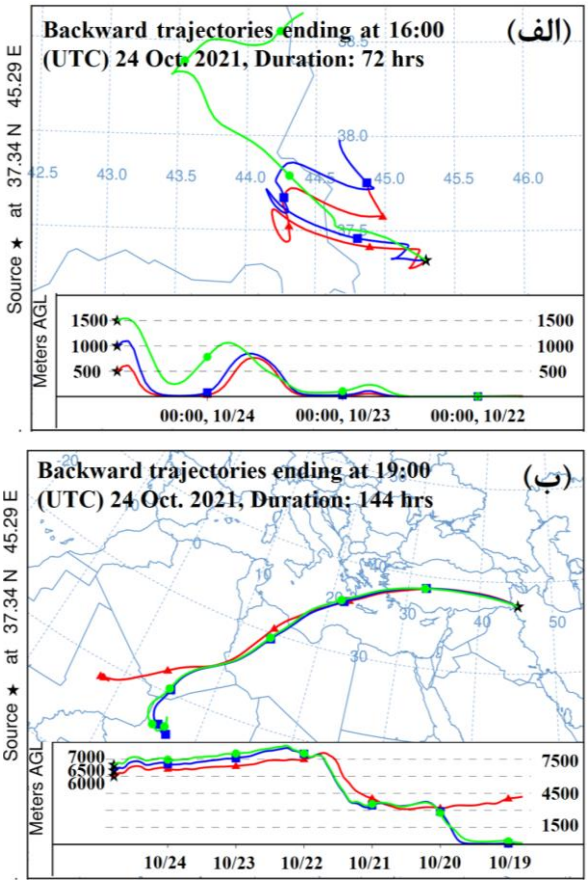
در شکل ۱ سری زمانی ثبت شده توسط لیدار ISPL از (UTC) ۱۱:۳۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ تا (UTC) ۰۵:۳۰، ۲۵ اکتبر ۲۰۲۱ مشاهده می‌شود. شکل ۱-الف سیگنال تصحیح فاصله شده کانال موازی و شکل۱-ب ضریب واقطبش حجمی را برای این بازه زمانی نشان می‌دهد. در سری‌های زمانی فوق، جو از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰ کیلومتری به تصویر کشیده شده و تغییرات زمانی و مکانی ذرات معلق ثبت شده است. از سطح زمین تا ارتفاع ۲ کیلومتری توده‌هایی از ذرات معلق وجود دارند که با گذشت زمان غلظت آنها در نزدیکی سطح افزایش یافته است (شکل۱-الف). غالب ضریب واقطبش حجمی ثبت شده برای این ذرات زیر ۲۰ درصد است (شکل۱-ب). بسته هوایی که در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ کیلومتر در زمان (UTC) ۱۴:۳۰ تا (UTC) ۱۷:۳۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ مشاهده می‌شود بطور عمده دارای ضریب واقطبش ۱۵ درصد است (شکل۱-ب).




شکل ۱: سری زمانی ثبت شده توسط لیدار قطبشی زمین پایه ISPL الف) سیگنال تصحیح فاصله شده کانال موازی و ب) ضریب واقطبش حجمی از ۲۵-۲۴ اکتبر ۲۰۲۱.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]

در ارتفاع ۸ کیلومتری از سطح زمین یک توده از ذرات معلق مشاهده می‌شود که با گذشت زمان کاهش ارتفاع داشته (شکل۱-الف) و غالب ضریب واقطبش حجمی این ذرات، بالاتر از ۲۰ درصد است (شکل۱-ب). این میزان از ضریب واقطبش در درسته آلودگی شهری-صنعتی و آلودگی ناشی از ذرات نمک قرار نمی‌گیرد. ذرات معلق با ضریب واقطبش بالاتر از ۲۰ درصد می‌توانند در دسته غبار و غبار آلوده قرار گیرند. با توجه به اینکه توده غبار چه مسافتی را طی کرده تا به محل مشاهده برسد، میزان ضریب واقطبش آن می‌تواند متفاوت باشد [۹]. در این نمونه توده ذرات معلق مشاهده شده در ارتفاعات بالاتر، دارای خصوصیات متفاوت‌تری نسبت به ذرات معلق در ارتفاعات زیر ۲ کیلومتر دارند. غلظت ذرات معلق در زیر ۲ کیلومتر بیشتر از توده غباری مشاهده شده در ارتفاع بالاتر از ۴ کیلومتر است.




شکل ۲: مسیر برگشت بسته‌های هوایی الف) در ۳ ارتفاع ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری از سطح زمین (UTC) ۱۶:۰۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ ردیابی ۷۲ ساعته و ب) در ۳ ارتفاع ۶۰۰۰، ۶۵۰۰ و ۷۰۰۰ متری از سطح زمین، رأس ساعت (UTC) ۱۹:۰۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ ردیابی ۱۴۴ ساعته از موقعیت ایستگاه ISPL.

در شکل ۲-الف بسته‌های هوایی در ۳ ارتفاع ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری از سطح زمین در (UTC)۱۶:۰۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ توسط سامانه HYSPLIT ردیابی شده و مسیر برگشت آنها نمایش داده شده است. منحنی رسم شده برای ارتفاع ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متری در طول مسیر برگشت، ۲ مرتبه با سطح زمین تماس داشته است. مسیر برگشت بسته‌های هوایی در ارتفاعات زیر ۲ کیلومتر در طول ۷۲ ساعت نشان می‌دهد، این ذرات معلق منشأ محلی داشته و از حوضه آبریز دریاچه ارومیه برخاسته‌اند (شکل۲-الف). مسیر برگشت رسم شده برای ۳ ارتفاع ۶۰۰۰، ۶۵۰۰ و ۷۰۰۰ متری از سطح زمین در (UTC)۱۹:۰۰، ۲۴ اکتبر ۲۰۲۱ در طی ۱۴۴ ساعت گذشته نشان می‌دهد، این ذرات معلق دور برد بوده. نمودار رسم شده برای ارتفاع ۶۵۰۰ و ۷۰۰۰ متری در ۱۴۴ ساعت گذشته نشان می‌دهد، این ذرات معلق از چشمه غباری صحرای آفریقا برخاسته و به منطقه دریاچه ارومیه رسیده‌اند. با توجه به این نمودارها می‌توان نتیجه گرفت، توده غباری مشاهده شده توسط لیدار ISPL در ارتفاع بالای ۴ کیلومتر منشأ محلی نداشته و از قاره آفریقا برخاسته و پس از عبور از دریای مدیترانه از سمت شمال‌غرب ایران به موقعیت ایستگاه ISPL رسیده است.

توده غباری که توسط لیدار ISPL در ارتفاع بالای ۴ کیلومتری مشاهده شده، توسط سنجنده EUMETSAT نیز ثبت شده است. این توده غباری جو شمال و شمال‌غرب ایران را تحت تأثیر قرار داده است (این نتایج در این گزارش نمایش داده نشده).

اندازه‌گیری با استفاده از لیدار زمین پایه در ایستگاه ISPL در کنار دریاچه ارومیه همچنان ادامه دارد. همزمان با لیدار، با یک شیدسنج دستی کالیتو (Calitoo) نیز اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. نتایج تکمیلی در آینده گزارش خواهد شد.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]

## نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از لیدار قطبشی زمین پایه به بررسی یک نمونه غبار دور برد منتقل شده به جو دریاچه ارومیه پرداخته شد. ضریب واقطبش حجمی غبار دور برد منتقل شده بطور غالب بیشتر از ۲۰ درصد و ضریب واقطبش ذرات آلاینده در ارتفاعات کمتر از ۲ کیلومتر عمدتا کمتر از ۲۰ درصد بود. پس نوع ذرات غبار منتقل شده با آلودگی موجود در ارتفاعات زیر ۲ کیلومتر متفاوت است. ردیابی مسیر برگشت بسته‌های هوایی نشان داد، منشأ ذرات آلاینده در ارتفاعات کمتر از ۲ کیلومتر محلی بوده و این ذرات از حوضه آبریز دریاچه ارومیه برخاسته‌اند. در حالیکه مسیر برگشت توده غباری دور برد نشان می‌دهد، این ذرات از صحرای آفریقا سرچشمه گرفته و پس از ۶ شبانه‌روز به جو دریاچه ارومیه رسیده است.

## سپاسگزاری

این پروژه با حمایت ستاد توسعه فناوری‌های فوتونیک، لیزر، مواد پیشرفته و ساخت، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و ستاد احیای دریاچه ارومیه با شماره طرح ۹۶۱۰۰۲۰۱ در حال انجام است.

## مرجع‌ها

[1] Saemian, P., et al. "Analyzing the Lake Urmia restoration progress using ground-based and spaceborne observations." Science of The Total Environment 739 (2020): 139857.

[2] Zarghami, Mahdi. "Effective watershed management; case study of Urmia Lake, Iran." Lake and Reservoir Management 27.1 (2011): 87-94.

[3] Hosseini-Moghari, Seyed-Mohammad, et al. "Quantifying the impacts of human water use and climate variations on recent drying of Lake Urmia basin: the value of different sets of spaceborne and in situ data for calibrating a global hydrological model." Hydrology and Earth System Sciences 24.4 (2020): 1939-1956.

[4] Weitkamp, Claus, ed. *Lidar: range-resolved optical remote sensing of the atmosphere*. Vol. 102. Springer Science & Business, 2006.

[5] Ghomashi, Fatemeh, and Hamid R. Khalesifard. "Investigation and characterization of atmospheric aerosols over the Urmia lake using the satellite data and synoptic recordings." Atmospheric Pollution Research 11.11 (2020): 2076-2086.

[6] Khalesifard, Hamid R., et al. "Monitoring Atmospheric Aerosols Over the Urmia Lake by CALIPSO and a Ground Based Depolarized Lidar." EPJ Web of Conferences. Vol. 237. EDP Sciences, 2020.

[7] Alizadeh S, Panahifar H, Moradhaseli R, Khalesifard H R. Study of Urmia Lake Atmosphere using a ground-based LiDAR. ICOP & ICPET _ INPC _ ICOFS. 2020; 26 :973-976 URL: http://opsi.ir/article-1-2176-fa.html

[۸] علیزاده، سالار و محمدی خالصی فرد، حمیدرضا و پناهی فر، حسین،۱۳۹۸،راه اندازی یک ایستگاه سنجش از دور در ساحل غربی دریاچه ارومیه برای مطالعه ذرات معلق جوی،ششمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم،تهران، https://civilica.com/doc/1002699

[9] Freudenthaler, Volker, et al. "Depolarization ratio profiling at several wavelengths in pure Saharan dust during SAMUM 2006." Tellus B: Chemical and Physical Meteorology 61.1 (2009): 165-179.

[ Downloaded from opsi.ir on 2026-11-06 ]