Archive of SID

ترکیب ایزوتوپی (دیوتریم و اکسیژن–۱۸) نزولات جوی منطقه شاهرود

غلامعباس کاظمی[۱]

۱- عضو هیات علمی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود
g_a_kazemi@hotmail.com

خلاصه

35 mm

از خرداد ۱۳۸۸ تا بهمن ۱۳۸۹ مجموعا ۳۹ نمونه برف، باران و مخلوطی از هر دو از شاهرود و اطراف آن جمع آوری و مورد مطالعه ایزوتوپی قرار گرفتند. همچنین دو نمونه باران از شهر گرگان به جهت مقایسه جمع آوری و آنالیز گردید. بر اساس نتایج، معادله خط جوی محلی شاهرود به صورت $^{2}H=5.47^{18}O-5.5$ میباشد که شیب پایین آن با خط جوی مناطق خشک دنیا تطابق دارد. بارندگی گرگان از شاهرود سنگین تر بوده و فصل بارندگی اثر واضحی بر ترکیب ایزوتوپی بجا میگذارد که این امر در مطالعات منابع آب کاربرد شایانی دارد.

کلمات کلیدی: شاهرود، خط جوی، نزولات جوی، دیوتریم، کسیژن–۱۸

۱. مقدمه

تعیین ترکیب ایزوتوپی نزولات جوی و به دنبال آن تهیه معادله خط آب جوی محلی و پارامترهای مربوطه در هر منطقه اهمیت به سزائی دارد. این موضوعات در مباحث مختلف مرتبط با آبهای سطحی و زیر زمینی از قبیل منشاء یابی آب تغذیه ای، محاسبه میزان تغذیه، تعیین عوامل کنترل کننده ترکیب شیمیایی آب و برآورد نقش تبخیر در بیلان آب دارای کاربرد میباشند. در ایران به دلیل نبود دستگاههای آزمایشگاهی لازم و هزینه زیاد ارسال نمونه به خارج از کشور که ممکن است کاهش کیفیت اندازه گیریها را هم به همراه داشته باشد به ندرت به این مبحث پرداخته شده است. چند نمونه مطالعه محدود که اختصاصا در رابطه با این موضوع صورت گرفته شامل حیدری راد و محمد زاده (۱۳۸۹و ۱۳۹۰) و Mohammadzadeh (2010) میباشند. رفرنس اخیر علاوه بر تعیین معادله خط جوی شهرهای تهران و مشهد، معادلات خطوط جوی موجود در ادبیات فنی برای شهرهای شیراز، اصفهان و رفسنجان را هم ذکر نموده است. البته تبیین معادله خط جوی سه شهر اخیر هم به عنوان بخشی از یک کار وسیعتر ایزوتوپی بوده است و موضوع مطالعه اختصاصا تبیین معادله خط جوی نبوده است. تا کنون در مجلات معتبر علمی نوشته ای در رابطه با تعیین خط جوی محلی در ایران به چاپ نرسیده است.

۲. روش انجام کار

از خرداد ۱۳۸۸ تا بهمن ۱۳۸۹ نمونه های برف، باران و یا مخلوط هر دو به تعداد ۳۷ نمونه شامل ۳۳ نمونه باران، ۳ نمونه برف و ۱ نمونه مخلوط از منزل شخصی نگارنده واقع در شهر شاهرود و ۲ نمونه برف از پوشش برفی کوههای البرز به فاصله تقریبی ۴۰ کیلومتر از شهر شاهرود جمع آوری گردید. همچنین در فروردین ۱۳۸۹ دو نمونه آب از بارندگی در دو نقطه گرگان برداشت گردید. در مجموع تعداد نمونه های جمع آوری و آنالیز شده ۴۱ نمونه میباشد. نمونه گیری به توسط یک ظرف بزرگ که با آب مقطر شسته و خشک میشد انجام میگرفت و از هر مرحله بارش به صورت کامل نمونه گیری میشد و حجم لازم برداشت و بقیه دور ریخته میشد. برای افزایش دقت کار، از بارندگیهای بیشتر حجم نمونه بیشتری جمع آوری گردید و هر بارندگی به چند زیر–نمونه تقسیم و مورد آزمایش مجزا قرار گرفت اما در نهایت میانگین نتایج به عنوان یک نمونه در نظر گرفته شد. نمونه ها با رعایت احتیاط های لازم در تابستان ۱۳۸۹ به ژاپن منتقل و با دستگاه طیف سنج جرمی آزمایشگاه آبشناسی ایزوتوپی دانشگاه کوماموتو ژاپن مورد آنالیز قرار گرفتند. لازم به ذکر است که از ۴۱ نمونه ۳۴ نمونه در تابستان ۱۳۸۹ و ۷ نمونه باقیمانده در بهار سال ۱۳۹۰ مورد آنالیز قرار گرفتند. دقت انجام آزمایش برابر با 0.1 per mille برای اکسیژن–۱۸ و 1per mille برای دیوتریم میباشد.

علاوه بر آزمایشات ایزوتوپی، هدایت الکتریکی، اسیدیته، دمای هوا و ترکیب شیمیایی نمونه ها هم اندازه گیری شد که در این مقاله فقط پارامترهای دمای هوا و هدایت الکتریکی که مرتبط با بحث ایزوتوپی هستند مورد بحث قرار میگیرند. نتایج آزمایشات در جدول ۱ آورده شده اند.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. بحث

جدول یک نشان میدهد که دیوتریم نمونه های شهر شاهرود از۹۵/۵ – تا ۴۷/۱ درهزار و اکسیژن-۱۸ نمونه ها از ۱۴/۶- تا ۱۱/۲ درهزار متغیر است. دامنه وسیع تغییرات ایزوتوپی نمونه ها عمدتاً به دلیل تفاوت زیاد در مقدار بارشهای مختلف و نوسان بسیار زیاد دمای هوا در موقع بارش میباشد. نمونه های پوشش برف کوههای البرز سبکتر از نمونه های شهر میباشند که این موضوع به علت اثر ارتفاع میباشد که به سبک شدگی ایزوتوپ بارش کمک میکند (Mazor, 2004). نمونه های آب گرگان از نمونه های همزمان خود در شاهرود سنگین ترند که هم به علت اثر دمای بیشتر گرگان (متوس سالانه دمای گرگان ۱۸ و شاهرود ۱۴/۸ درجه سانتیگراد است) و هم به دلیل نزدیکتر بودن به ساحل و دریا میباشد. در شکل یک ایزوتوپهای دیوتریم و اکسیژن- ۱۸ نمونه ها نسبت به هم پلات شده و خط جوی محلی ترسیم و با خط جوی جهانی مقایسه شده است. در این شکل دیده میشود که نمونه های شاهرود سنگیتر از خط جهانی آب جوی هستند که به دلیل قرار گرفتن شاهرود در ناحیه خشک میباشد. شیب خط ۵/۵ برای نمونه های شاهرود جزء شیبهای خیلی کم محسوب میشود چرا که شیب خط در مناطق گرم بین ۵ تا ۸ است. نسبت به خطوط جوی سایر مناطق ایران، خط جوی شاهرود شبیه به خط جوی رفسنجان میباشد که قرابت اقلیمی این دو شهر به دلیل قرار گرفتن در منطقه کویری به شباهت خطوط جوی آنها منجر شده است. شیب خط جوی اصفهان ۷/۱، شیراز ۸، مشهد ۷/۱۷، رفسنجان ۵/۹ و تهران ۶/۴۶ میباشد (Mohammadzadeh, 2010).

برای بیشتر روشن تر شدن عوامل کنترل کننده ترکیب ایزوتوپی بارش ها، اکسیژن ۱۸ و دیوتریم نمونه ها با دمای هوا در شکل ۲ الف و ب نشان داده میشوند. پر واضح است که دما در موقع بارندگی اثر مهمی بر روی ترکیب ایزوتوپی دارد. با مقایسه ضریب تطابق مشاهده میشود که این تاثیر در مورد اکسیژن ۱۸ کمی برجسته تر است که علت این امر هم احتمالا بالا بودن دما در شاهرود (نسبت به متوسط جهانی) و اینکه در دمای بالا تفکیک ایزوتوپی اکسیژن-۱۸ بهتر اتفاق میافتد. موضوع تاثیر مقدار بارندگی بر ترکیب ایزوتوپی در شکل ۳ نشان داده شده است. در این شکل مشخص است که اثر مقدار بارندگی بر ترکیب ایزوتوپی کمتر از تاثیر دما میباشد. در کتب مرجع هم به همین صورت میباشد. در شکل ۴ رابطه بین ایزوتوپها و هدایت الکتریکی نشان داده میشود. این شکل نشان میدهد که برای بارشهای با EC کمتر از ۲۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر، رابطه بین مقدار ایزوتوپی و هدایت الکتریکی یک رابطه مستقیم است. این بدین معناست که در مورد این نمونه ها، هر دوی این پارامترها (هدایت الکتریکی و ترکیب ایزوتوپی) تحت تاثیر یک یا چند عامل هستند که این عوامل همان درجه حرارت و مقدار بارندگی میباشند. برای نمونه های شورتر، مشخص است که افزایش هدایت الکتریکی منجر به افزایش سنگینی ایزوتوپی نشده است. این نشانگر این است که شوری این نمونه ها به دلیل آلودگی هوا میباشد.

۴. نتیجه‌گیری

در این تحقیق معادله خط آب جوی محلی برای شهر شاهرود تعیین گردید. شیب این خط کم و بیانگر این است که نزولات جوی در این منطقه از لحاظ ایزوتوپی سنگین بوده و در بررسی منابع آب زیر زمینی محل باید به این نکته توجه داشت. همچنین مشخص شد که دمای هوا و مقدار بارندگی دو عامل کنترل کننده ترکیب ایزوتوپی بارشها میباشند که این اطلاعات میتواند در ردیابی و منشاءیابی آب تغذیه ای کاربرد داشته باشد. همچنین مشخص شد که هدایت الکتریکی نزولات جوی همانند ترکیب ایزوتوپی تحت تاثیر درجه حرارت هوا و مقدار بارندگی میباشد اگر چه در بارشهای شور افزایش هدایت الکتریکی منجر به افزایش سنگینی ایزوتوپی نشده است که نشانگر این است که شوری این نمونه ها به دلیل آلودگی هوا میباشد. به توجه به یافته های این تحقیق و با نمونه گیری از سفره های منطقه و مقایسه ترکیب ایزوتوپی آنها با ایزوتوپ بارش میتوان محاسبه نمود که برف و باران و یا بارشهای زمستانه و بهاره هر کدام به چه میزان در تغذیه سفره موثر میباشند. همچنین با داده های این تحقیق میتوان در مورد منابع تغذیه ای دیگر نظیر تغذیه از طریق بستر رودخانه ها، از طریق آب برگشتی کشاورزی و یا از طریق فاضلاب شهرها اطلاعاتی بدست آورد.

۵. قدردانی

از مسئولین دانشگاه کوماموتوی ژاپن و بویژه اساتید و دانشجویان آزمایشگاه آبشناسی ایزوتوپی آن دانشگاه به خاطر انجام آزمایشات ایزوتوپی و شیمیایی کمال تشکر و قدردانی را مینماید.

www.SID.ir

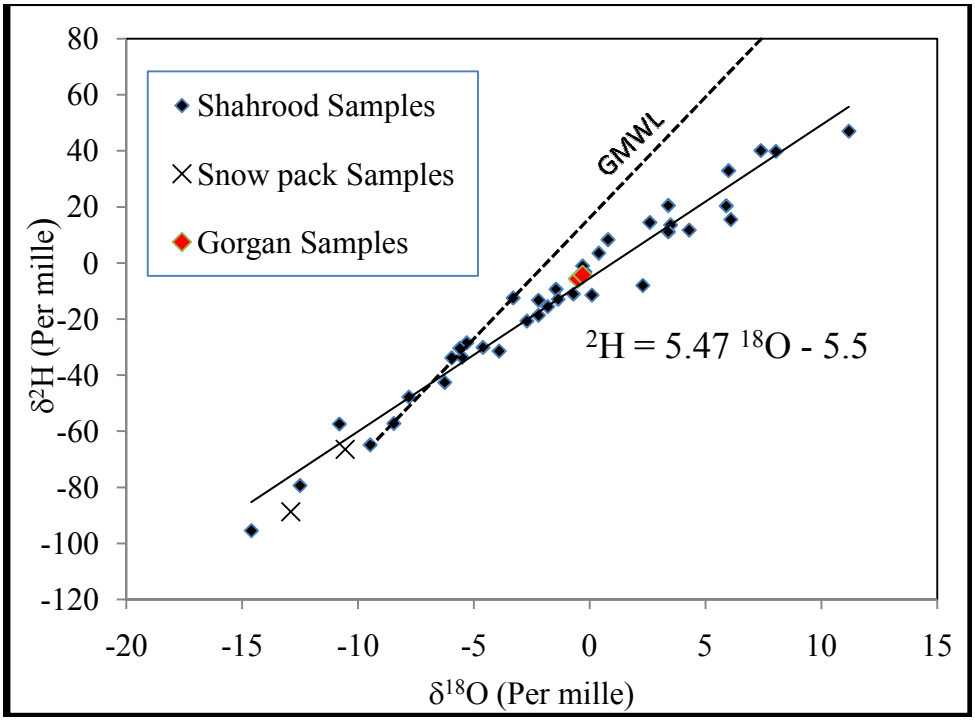
Archive of SID

جدول ۱- نوع و مقدار بارش، ترکیب ایزوتوپی و هدایت الکتریکی نمونه ها و دمای هوا

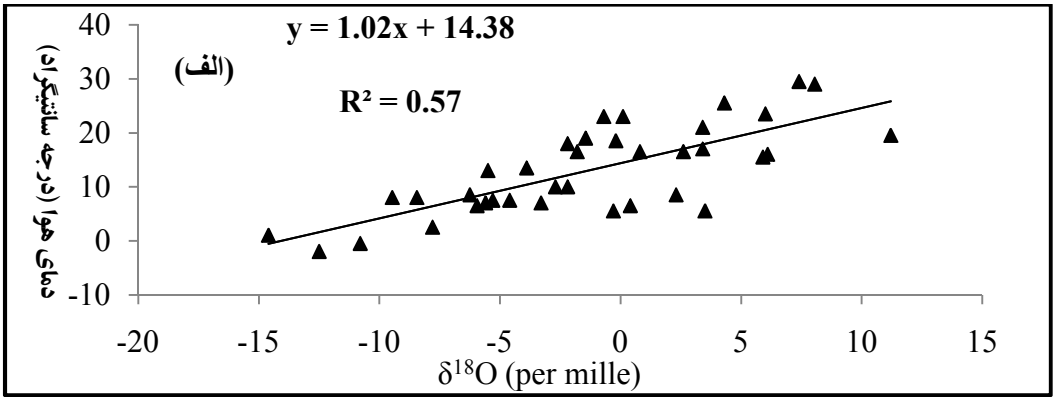
Date	Type	Amount (mm)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{2}H$ (‰)	EC (µS/cm)	Air temp. (^{o}C)
18/3/88	Rain	2.4	-0.70	-11.02	116	23
20/3/1388	Rain	4.4	-0.20	-3.13	72	18.5
24/3/1388	Rain	2.4	6.00	32.98	168	23.5
3/11/1388	Rain	3.95	-5.30	-28.46	98	7.5
6/11/1388	Rain	5	-5.95	-33.79	53	6.5
13/11/1388	Rain	0.26	-0.30	-1.04	320	5.5
17/11/1388	Rain	10.26	-3.30	-12.44	94	7
24/11/1388	Snow	0.1	-7.80	-47.79	220	2.5
2/12/1388	Rain	7.89	-6.25	-42.56	53	8.5
5/12/1388	Rain	2.63	-2.70	-20.69	99	10
9/12/1388	Rain	15.26	-9.47	-64.89	81	8
11/12/1388	Rain	0.08	2.30	-8.00	1140	8.5
15/12/1388	Rain	7.37	-8.45	-57.22	89	8
1/1/1389	Rain	0.1	3.50	13.61	800	5.5
8/1/1389	Rain	1.05	0.40	3.59	210	6.5
9/1/1389	Rain	5.26	-4.60	-30.08	54	7.5
21/1/1389	Rain	3.84	-1.80	-15.56	1610	16.5
29/1/1389	Rain	12.37	0.80	8.39	106	16.5
1/2/1389	Rain	6.32	-2.20	-13.22	73	10
6/2/1389	Rain	0.13	6.10	15.55	670	16
10/2/1389	Rain	0.26	5.90	20.41	220	15.5
11/2/1389	Rain	2.63	2.60	14.48	118	16.5
14/2/1389	Rain	0.63	3.40	11.16	172	21
19/2/1389	Rain	0.47	3.40	20.55	181	17
20/2/1389	Rain	2.79	-2.20	-18.63	154	18
21/2/1389	Rain	3.84	-1.45	-9.30	118	19
26/2/1389	Rain	0.26	11.20	47.10	390	19.5
31/2/1389	Rain	0.58	4.30	11.81	127	25.5
31/3/1389	Rain	0.16	7.40	40.16	240	29.5
3/4/1389	Rain	2.63	8.05	39.84	162	29
14/7/1389	Rain	0.26	0.1	-11.4	260	23
6/8/1389	Rain	1.50	-3.9	-31.4	92	13.5
7/8/1389	Rain	2.10	-5.5	-33.6	55	13
2/11/1389	Rain	6.70	-5.6	-30.4	66	7
12/8/1389	Snow	9.80	-14.6	-95.5	41	1
27/10/1389	Snow	7.20	-10.8	-57.4	35	-0.5
18/11/1389	Snow+Rain	25.60	-12.5	-79.4	54	-2
8/12/1388	Snow pack	--	-12.9	-88.65	36	
8/12/1388	Snow pack	--	-10.55	-66.45	50.5	
21/1/1388	Gorgan	2.9	-0.50	-5.57	54	13.5
21/1/1388	Gorgan	2.9	-0.30	-4.23	199	13.5

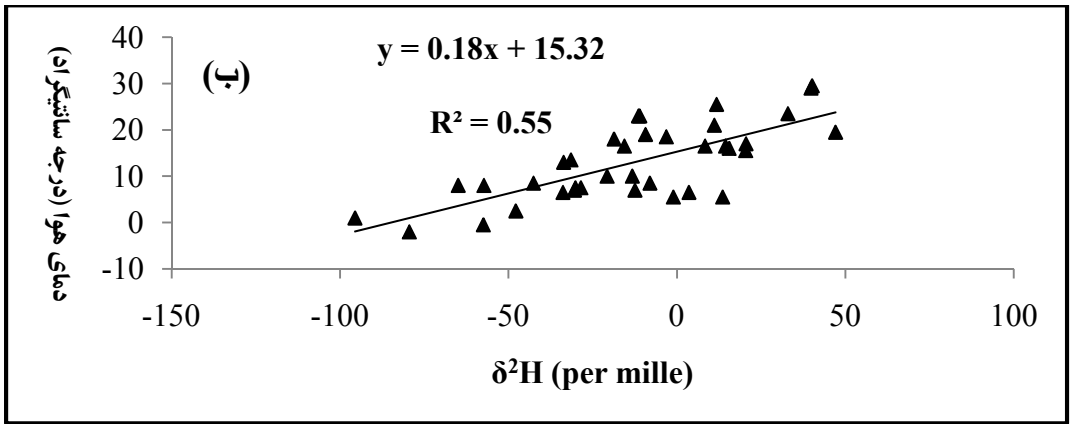
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ – رابطه بین اکسیژن-۱۸ و دیوتریم و معادله خط جوی محلی

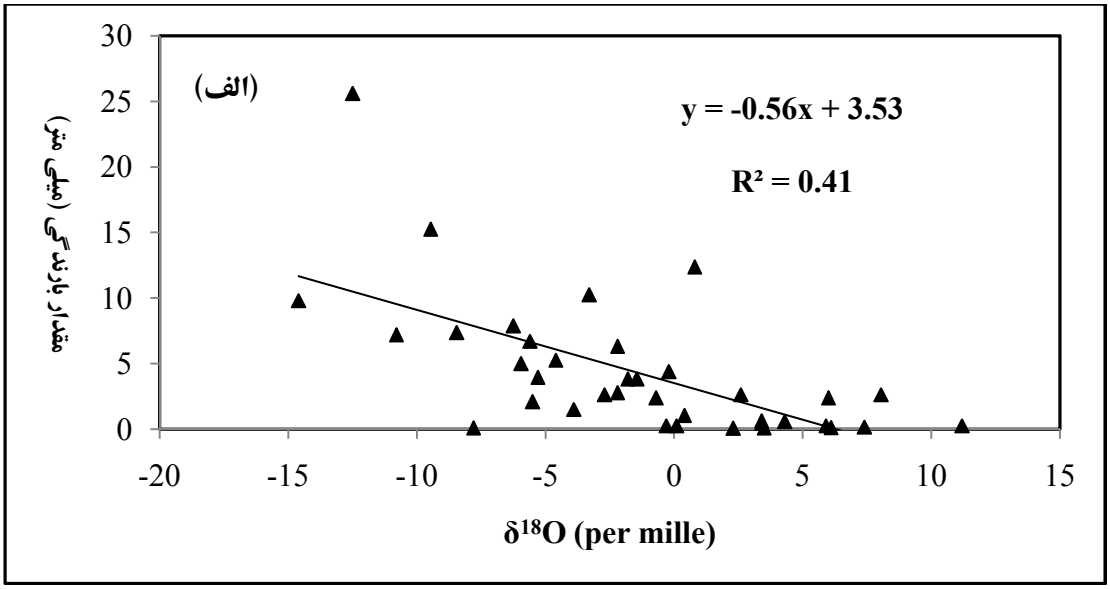


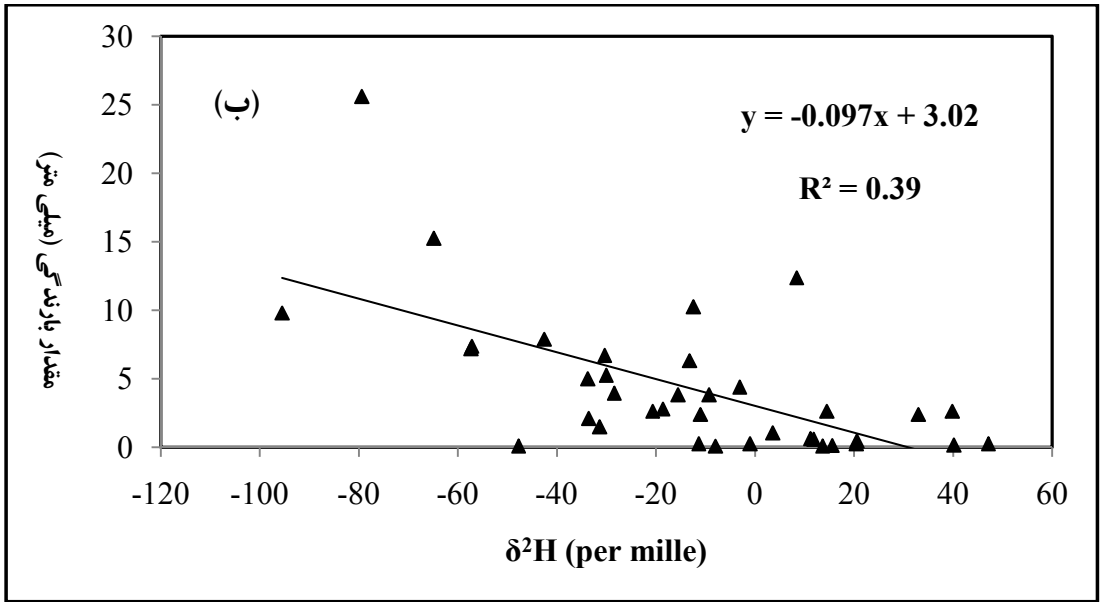


شکل 2 – رابطه بین دمای هوا و الف) اکسیژن-۱۸ و ب) دیوتریم آب بار

www.SID.ir

Archive of SID

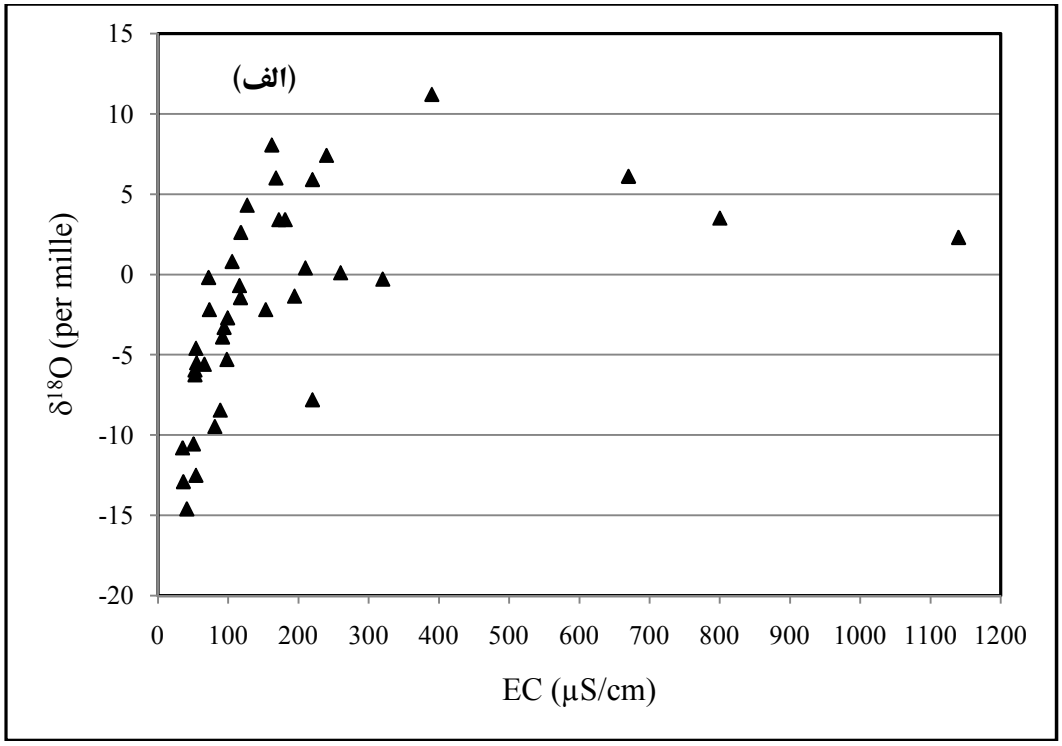


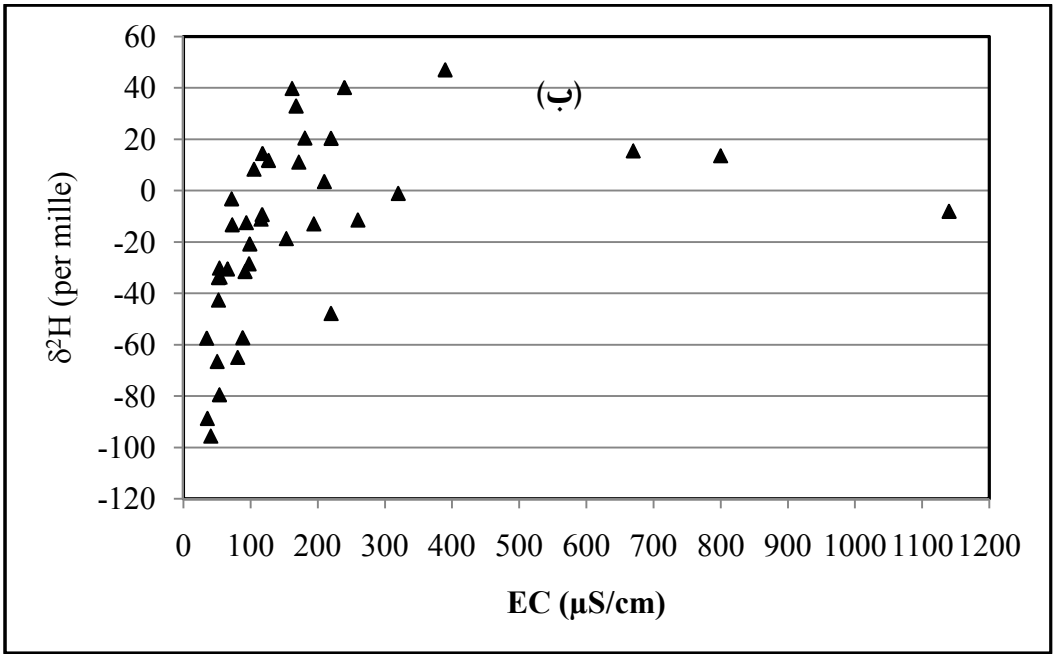


شکل ۳ – رابطه بین مقدار بارندگی و الف) اکسیژن-۱۸ و ب) دیوتریم آب بارش

www.SID.ir

Archive of SID





شکل ٤ – رابطه بین هدایت الکتریکی و الف) اکسیژن-۱۸ و ب) دیوتریم آب بارش

www.SID.ir

Archive of SID

۶. مراجع

حیدری زاد، م.، و محمد زاده، ح. (۱۳۸۹). "بررسی تغییرات فصلی ایزوتوپ های پایدار اکسیژن ۱۸ و دوتریم موجود در بارندگی شهر تهران و ارتباط آن با پارامترهای کلیماتولوژی." *اولین کنفرانس مدیریت منابع آب ساحلی،دانشکده منابع طبیعی ساری.*

حیدری زاد، م.، و محمد زاده، ح. (۱۳۹۰). "بررسی تغییرات آب و هوایی شهر تهران با استفاده از ایزوتوپ های پایدار اکسیژن ۱۸ و دوتریم موجود در آب بارندگی." *هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.*

Mohammadzadeh, H. (2010). The meteoric relationship for ^{18}O and ^{2}H in precipitations and isotopic compositions of water resources in Mashhad Area (NE Iran) , The 1st International Applied Geological Congress, Mashhad, Iran.

Mazor, E. (2010). Applied Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology. 3rd edition, New York, Marcel Dekker.

www.SID.ir