

بررسی ارتباط بین رطوبت خاک و گرد و غبار در سطح تالاب جازموریان با استفاده از داده‌های سنجش از دور

فرزانه قادری نسب^۱، محمد باقر رهنما^۲

۱- کارشناس ارشد شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان و دکتری سازه‌های آبی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشیار بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان

Gaderi_f@ alumni ut.ac.ir

خلاصه

تالاب جازموریان در مرکز یک حوضه زهکشی بسته در حاشیه جنوبی دشت لوت واقع شده است که تمامی جریان‌های حوضه را زهکشی می‌نماید. در حال حاضر بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، احداث سد بر سرشاخه‌های تغذیه‌کننده تالاب، مدیریت نامناسب آب، خشکسالی و افزایش تقاضا، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی آن داشته است. با خشک شدن تالاب و کاهش پوشش گیاهی اراضی مشرف به آن، تالاب به عنوان یکی از کانون‌های تولید گرد و غبار در جنوب شرق ایران معرفی شده است. علیرغم کارکردهای منحصر به فرد تالاب جازموریان، تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در خصوص وضعیت رطوبت خاک در سطح تالاب و وقوع گرد و غبار صورت نگرفته است. در این مطالعه با استفاده از داده‌های سنجش از دور شامل داده‌های رطوبت خاک مستخرج از ماهواره SMOS و داده‌های گرد و غبار (محصول MYD08 سنجنده مادیس) ارتباط بین گرد و غبار و رطوبت خاک در سطح تالاب بررسی شده است. در نتیجه مطالعه مشخص شد در شرایطی که به داده‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک و گرد و غبار دسترسی نداریم، سنجش از دور ابزار مناسبی جهت مطالعه می‌باشد. همچنین در نتیجه مطالعه مشخص شد که با کاهش رطوبت خاک در سطح تالاب مقادیر MYD08 افزایش یافته و گرد و غبار به وقوع می‌پیوندد که معمولاً مقارن با بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است. بنابراین جهت احیای تالاب و جلوگیری از حرکت گرد و غبار در زمان‌هایی که احتمال وقوع گرد و غبار وجود دارد باید خاک سطحی تالاب مرطوب نگه داشته شود.

کلمات کلیدی: تالاب جازموریان، گرد و غبار، رطوبت خاک، SMOS و MYD08

۱. مقدمه

خشکسالی، افزایش تقاضا، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی و تغییرات کاربری اراضی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان آبیگری دریاچه‌های دائمی و فصلی و کاهش قابل ملاحظه سطح تالاب‌ها داشته است [۱ و ۳]. وضعیت آبیگری تالاب تأثیر مستقیمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و به تبع جامعه گیاهی اطراف آن دارد [۴]. با کاهش میزان آبیگری دریاچه‌ها، بخشی از سطوح آبی خشک شده و سطوحی که توسط پوشش گیاهی تثبیت شده بودند به طور قابل توجهی به بادبردگی حساس شده و منجر به بیابان‌زایی و افزایش وقوع گردوغبار می‌شوند. لبه جنوبی دشت لوت یک حوضه زهکشی بسته را تشکیل می‌دهد، تالاب جازموریان در وسط این حوضه مقصد زهکشی تمامی جریان‌ات سطحی است. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، احداث سد بر سرشاخه‌های تغذیه‌کننده تالاب، مدیریت نامناسب آب، خشکسالی و افزایش تقاضا، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت این تالاب داشته است. هم‌زمان با کاهش سطح آبدار تالاب، سطح مرطوب آن خشک و پوشش گیاهی مشرف به تالاب ضعیف و در نهایت خاک تالاب مستعد تولید گرد و غبار می‌گردد. به گونه‌ای که به یکی از کانون‌های تولید گرد و غبار تبدیل شده است [۵].

این تالاب با قرارگیری در مسیر کوچ پرندگان مهاجر سبیری به هندوستان در گذشته کارکردهای بسیار ارزشمندی داشته است. علاوه بر این در خصوص حفظ حیات گیاهان، جانوران و پرندگان بومی نقش بسیار مهمی داشته است. که در حال حاضر بسیاری از کارکردهای تالاب از بین رفته است [۶]. خشک شدن تالاب، عامل طوفان گرد و غبار بوده و به شدت بر شهرها و روستاهای همسایه تأثیر می‌گذارد [۵]. بدیهی است با افزایش گرد و غبار بیماری‌های پوستی، قلبی و عروقی و همچنین بیماری‌های تنفسی افزایش پیدا می‌کند [۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱]. همچنین پیامدهای اجتماعی و اقتصادی آن باعث تشدید روند مهاجرت از مناطق در معرض گرد و غبار به ویژه در اقشار متخصص و نخبگان، بیکاری و کاهش درآمد، کاهش رونق

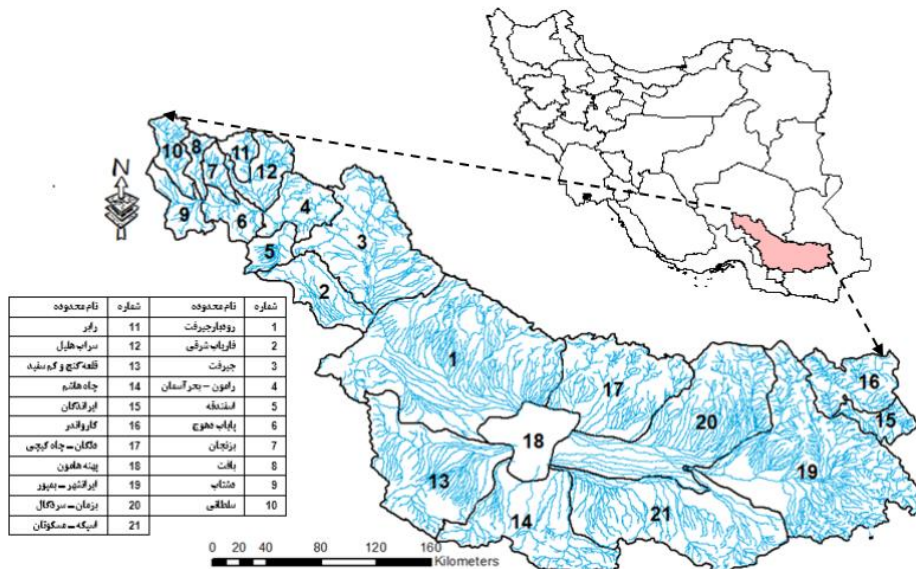
صنعت توریست و گردشگری می‌شود. همه مسائل فوق‌الذکر اهمیت احیای تالاب و حذف گرد و غبار را بیش‌ازپیش روشن می‌سازد. این در حالی است که با توجه به کارکردهای بسیار متنوع تالاب جازموریان در گذشته، هیچگونه مطالعه‌ای در خصوص رطوبت خاک در سطح تالاب و ارتباط آن با وقوع گرد و غبار صورت نگرفته است.

پایش مستقیم رطوبت خاک و استخراج داده‌های رطوبت به صورت نقطه‌ای نه تنها هزینه‌بر و وقتگیر است، بلکه در سطوح وسیع، غیر عملی است. سنجش از دور ابزار بسیار قدرتمندی برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در مقیاس بزرگ و در نزدیکی سطح خاک (0cm-5cm) می‌باشد [۱۲]. از آنجا که در غالب مناطق ایران اساساً داده رطوبت خاک اندازه‌گیری نمی‌شود و در صورت استخراج نیز داده‌ها به صورت ایستگاهی و نقطه‌ای و در مقاطع زمانی خاص اندازه‌گیری می‌شود، یافتن جایگزینی برای رفع این نقیصه بسیار راهگشا خواهد بود. در این میان تکنیک‌های مبتنی بر سنجش از دور در مقیاس با اندازه‌گیری نقطه‌ای، به دلیل استفاده عملیاتی آسان، دقت مناسب و پوشش مکانی گسترده دارای برتری هستند [۱۳ و ۱۴]. همچنین در شرایطی که تالاب جازموریان به عنوان یکی از کانون‌های تولید گرد و غبار در جنوب شرق کشور معرفی شده است هیچگونه ایستگاه پایش گرد و غبار در محدوده تالاب و مشرف به آن وجود ندارد که بتوان پدیده گرد و غبار را به صورت دقیق مورد آنالیز قرار داد. به منظور غلبه بر این چالش، استفاده هم‌زمان از مجموعه داده‌های سنجش از دور و مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده جهانی این امکان را فراهم می‌کند تا مطالعات انتشار گرد و غبار در مقیاس جهانی فراتر از تحقیقات گرد و غبار در مقیاس مشاهده‌ای و محلی انجام شود [۱۵ و ۱۶]. در این خصوص می‌توان به مطالعات محققانی از جمله Kim و همکاران اشاره کرد. آنها مدلی جهت پیش‌بینی گرد و غبار ناشی از برخاست شن و ماسه با استفاده از داده‌های رطوبت خاک ماکروویو ماهواره ارائه کردند و نتیجه مدل را در مناطق صحرای آسیای شرقی ارزیابی کردند. در مطالعه آن‌ها رطوبت خاک مستخرج از سه سنجنده SMOS، AMSR2 و همچنین GLDAS جهت بررسی انتشار گرد و غبار در مناطق بیابانی شرق آسیا مورد بررسی قرار گرفت. همچنین محصولات AOD سنجنده مادیس به عنوان مجموعه داده‌های مرجع جهت اعتبار سنجی AOD مدل‌سازی شده (MA) مورد استفاده قرار گرفت [۱۷]. بنابراین قبل از اینکه بتوان اقدام موثری در خصوص احیای تالاب انجام داد، بررسی شرایط رطوبتی سطح خاک در تالاب جازموریان و همچنین آنالیز وقوع گرد و غبار الزامی است. بدین جهت در این مطالعه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای رطوبت خاک (داده‌های رطوبت خاک ماهواره اسموس) و همچنین داده‌های سنجش از دور گرد و غبار شامل محصول گرد و غبار سنجنده مادیس (MYD08) تالاب جازموریان مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. مواد و روشها:

۲.۱. منطقه مورد مطالعه:

حوضه آبریز هامون-جازموریان با وسعتی حدود ۶۹۳۹۰ کیلومتر مربع بخشی از حوضه مسدود میانی در جنوب شرقی ایران به شمار می‌آید. این حوضه در مختصات جغرافیائی ۵۶°-۵۱° تا ۶۱°-۲۳° طول شرقی و ۲۸°-۲۶° تا ۲۹°-۳۰° عرض شمالی در بین استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان واقع شده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز جازموریان در کشور و محدوده‌های مطالعاتی آن

این حوضه با توجه به حوضه آبریز رودخانه‌ها، مسیل‌ها و به ۲۱ محدوده مطالعاتی تقسیم شده است. شکل شماره ۱ محدوده‌های مطالعاتی حوضه آبریز هامون جازموریان، موقعیت حوضه در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان و همچنین در کشور نشان می‌دهد. در بخش مرکزی این حوضه و در حد فاصل استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان در موقعیت جغرافیایی $39^{\circ} 58'$ تا $14^{\circ} 59'$ شرقی و $10^{\circ} 27'$ تا $38^{\circ} 27'$ شمالی تالاب جازموریان قرار دارد [۶].

۲.۲. داده‌های مورد استفاده

داده‌های زمینی رطوبت خاک

در این مطالعه طی تاریخ‌های ۹ تا ۱۱ مارس ۲۰۱۷ ($1395/12/19$ تا $1395/12/21$)، ۱، ۲ و ۱۰ می ۲۰۱۷ ($1396/02/11$ ، $1396/02/12$ و $1396/02/20$)، از منطقه بازدید میدانی به عمل آمد و تعدادی نمونه خاک جهت اندازه‌گیری رطوبت سطحی خاک برداشت شد که در قسمت مواد و روش‌ها شرح داده خواهند شد.

داده‌های ماهواره‌ای رطوبت خاک

در این مطالعه جهت استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدوری رطوبت خاک از ماهواره اسموس استفاده شده است. هدف اصلی اسموس ارائه نقشه‌های جهانی رطوبت خاک با دقت هدف $0.04 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ، در عمق حدود ۳ cm سطح خاک، در دوره سه روزه می‌باشد. زمان گذر این ماهواره در مدارهای صعودی و نزولی به وقت محلی استوا به ترتیب حدود $06:00$ و $18:00$ می‌باشد [۱۸ و ۱۹]. در این مطالعه داده‌های سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ جهت بررسی ارتباط گرد و غبار و رطوبت خاک مورد استفاده قرار گرفت.

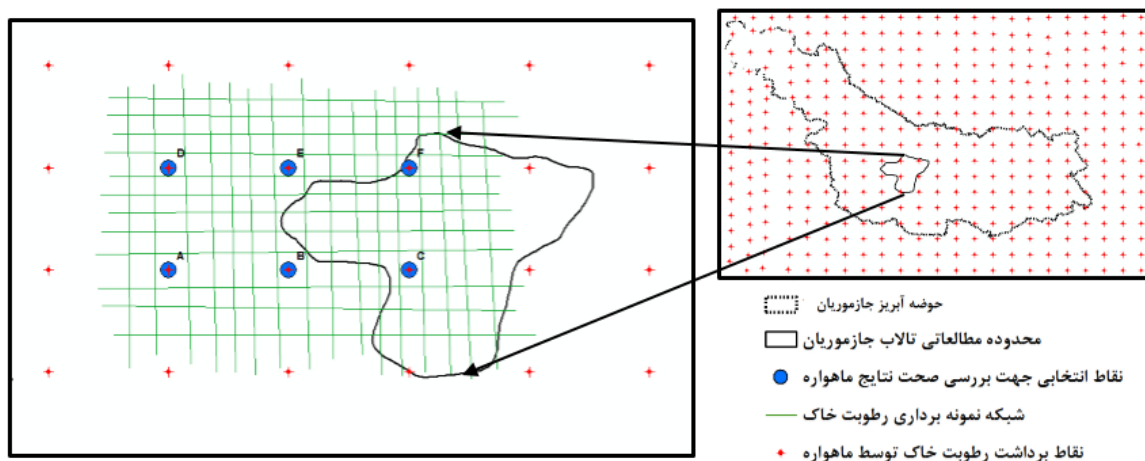
داده‌های مربوط به آئروسول MYD08:

مادیس (تابش سنج طیفی تصویربرداری با وضوح متوسط) سنسور نصب شده بر روی ماهواره ترا و آکوا می‌باشد [۲۰]. محصولات اتمسفری مادیس در دو سطح پردازشی level3, level2 به ترتیب در قدرت تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر و ۱ درجه در دسترس می‌باشند. محصولات سطح ۲ شامل داده‌های مدارگردشی^۱ و محصولات سطح ۳ شامل داده‌های جهانی هستند که متوسط آن‌ها در طی دوره مورد نظر (روزانه، ۸ روزه و ماهانه) قابل دسترسی است. خصوصیات آتروسول‌ها با استفاده از ۷ کانال طیفی (0.47-2.1 μm) به دست می‌آید.

الگوریتم بازبینی عملیاتی AOD ماهواره‌های آکوا و ترا فقط برای سطوح تاریک مشتق شده است. الگوریتم عمق آبی بر روی آکوا مشتق توسط [۲۱] را می‌توان برای استخراج خصوصیات نوری آتروسول بر روی سطوح روشن مثل بیابان‌ها استفاده کرد [۲۲]. بنابراین در این مطالعه از محصولات عمق آبی بر روی مناطق بیابانی نسبت به محصولات AOD استاندارد (عمق نوری آتروسول) که قابل تهیه بر روی بیابان نیست استفاده شده است. عدم قطعیت محصولات عمق آبی حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد گزارش شده است [۲۲]. در این مطالعه داده‌های AOD عمق نوری روزانه ماهواره آکوا MYD08 (Level 3; collection5) در قدرت تفکیک مکانی یک درجه در طول دوره گرد و غبار در مقیاس‌های جغرافیایی بزرگ استفاده شده است. این داده‌ها درک ما از حرکت افقی گرد و غبار را افزایش می‌دهد. محصول عمق نوری مورد استفاده در این مطالعه شامل داده‌های سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ می‌باشد.

۳.۲. روش مورد استفاده در استخراج رطوبت خاک

به منظور بررسی صحت نتایج ماهواره SMOS، مقرر شد رطوبت خاک در تعدادی نقاط در محدوده تالاب جازموریان اندازه‌گیری شود تا با داده‌های ماهواره‌ای مقایسه شود. در شکل ۲ محدوده تالاب فصلی جازموریان و نقاطی که رطوبت خاک توسط ماهواره اسموس ارائه می‌گردد، نشان داده شده است. با توجه به شرایط باتلاقی و صعب‌العبور بودن، امکانات موجود و محل رطوبت خاک مستخرج از ماهواره، نقاط A، B، C، D، E و F جهت نمونه‌برداری و مقایسه با داده‌های ماهواره‌ای انتخاب شدند و بر اساس ناحیه تحت پوشش هر پیکسل، مکان‌های برداشت نمونه‌برداری مشخص شد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، دقت مکانی رطوبت خاک در ماهواره SMOS، 25km×25km و هر پیکسل معرف سطحی به وسعت ۶۲۵ کیلومتر مربع می‌باشد. بنابراین در اندازه‌گیری میدانی، در محدوده تحت پوشش هر پیکسل ماهواره، ۲۵ نمونه خاک برداشت شد. به عبارت دیگر شبکه 5km×5km برداشت رطوبت خاک مورد استفاده قرار گرفت که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- شبکه رطوبت خاک ماهواره اسموس در محدوده تالاب جازموریان و شبکه نمونه‌برداری رطوبت خاک (به مرکزیت نقاط A، B، C، D، E و F و به فاصله 5km*5km)

در این مطالعه طی تاریخ‌های ۹ و ۱۰ و ۱۱ مارس ۲۰۱۷ (۱۳۹۵/۱۲/۲۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۲۱)، ۱، ۲ و ۱۰ می ۲۰۱۷ (۱۳۹۶/۰۲/۱۱، ۱۳۹۶/۰۲/۱۲، ۱۳۹۶/۰۲/۲۰) جهت نمونه‌برداری میدانی به منطقه مراجعه شد. نمونه‌ها از لایه سطحی خاک برداشت شده بلافاصله در کیسه پلاستیکی (که برچسب تاریخ، مختصات جغرافیایی و ... داشت) قرار داده شدند. تمامی کیسه‌ها داخل ظروف درب‌دار نگهداری شد و به آزمایشگاه منتقل شد. رطوبت خاک به روش وزنی با استفاده از یک دستگاه آون اندازه‌گیری شد. دقت ترازوی مورد استفاده دقت 0.۰۲g بوده است. در شکل ۳ تعدادی تصاویر مربوط به

¹ Orbital swath data

برداشت میدانی رطوبت خاک نشان داده شده است. قابل ذکر است در آزمایشگاه این نمونه‌ها با هم مخلوط شدند و در نهایت یک نمونه خاک جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک در محدوده تحت پوشش هر پیکسل ماهواره SMOS در آون قرار داده شد. همچنین در جدول ۱ تاریخ‌های نمونه‌برداری، داده‌های مستخرج از ماهواره اسموس و داده‌های نهایی رطوبت خاک نشان داده شده است



شکل ۳- ابزارهای مورد استفاده در مطالعات میدانی رطوبت خاک

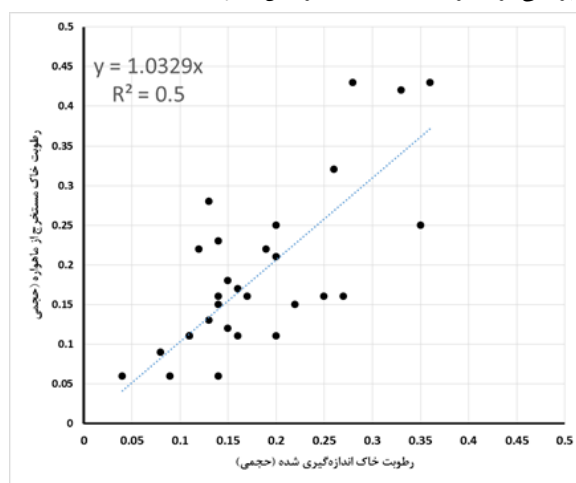
جدول ۱ خلاصه نتایج مرطوب به داده‌های رطوبت خاک مستخرج از ماهواره اسموس و داده‌های رطوبت خاک اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه

ردیف	تاریخ نمونه‌برداری	مختصات نمونه‌برداری	موقعیت در نقشه	رطوبت خاک		درجه Y	X درجه	شمسی	میلادی	
				مستخرج از ماهواره (حجمی)	اندازه‌گیری شده (حجمی)					
1	03/09/2017	1395/12/19	27.39	58.23	A	0.14	0.15			
2	03/09/2017	1395/12/19	27.39	58.49	B	0.17	0.16			
3	03/09/2017	1395/12/19	27.39	58.75	C	0.35	0.25			
4	03/09/2017	1395/12/19	27.61	58.23	D	0.14	0.06			
5	03/09/2017	1395/12/19	27.61	58.49	E	0.04	0.06			
6	03/09/2017	1395/12/19	27.61	58.75	F	0.26	0.32			
7	03/10/2017	1395/12/20	27.39	58.23	A	0	0.25			
8	03/10/2017	1395/12/20	27.39	58.49	B	0.16	0.17			
9	03/10/2017	1395/12/20	27.39	58.75	C	0.33	0.42			
10	03/10/2017	1395/12/20	27.61	58.23	D	0.15	0.18			
11	03/10/2017	1395/12/20	27.61	58.49	E	0.16	0.11			
12	03/10/2017	1395/12/20	27.61	58.75	F	0.22	0.15			
13	03/11/2017	1395/12/21	27.39	58.23	A	0.14	0.16			
14	03/11/2017	1395/12/21	27.39	58.49	B	0.2	0.11			
15	03/11/2017	1395/12/21	27.39	58.75	C	0.36	0.43			
16	03/11/2017	1395/12/21	27.61	58.23	D	0.14	0.23			
17	03/11/2017	1395/12/21	27.61	58.49	E	0.19	0.22			
18	03/11/2017	1395/12/21	27.61	58.75	F	0.28	0.43			
19	05/01/2017	1396/02/11	27.39	58.23	A		0.18			

0.25		B	58.49	27.39	1396/02/11	05/01/2017	20
0.16		C	58.75	27.39	1396/02/11	05/01/2017	21
0.08		D	58.23	27.61	1396/02/11	05/01/2017	22
0.17		E	58.49	27.61	1396/02/11	05/01/2017	23
0.23		F	58.75	27.61	1396/02/11	05/01/2017	24
0.11	0.11	A	58.23	27.39	1396/02/12	05/02/2017	25
0.12	0.15	B	58.49	27.39	1396/02/12	05/02/2017	26
0.16	0.27	C	58.75	27.39	1396/02/12	05/02/2017	27
0.06	0.09	D	58.23	27.61	1396/02/12	05/02/2017	28
0.13	0.13	E	58.49	27.61	1396/02/12	05/02/2017	29
0.21	0.2	F	58.75	27.61	1396/02/12	05/02/2017	30
0.09	0.08	A	58.23	27.39	1396/02/20	05/10/2017	31
0.28	0.13	B	58.49	27.39	1396/02/20	05/10/2017	32
0.16	0.25	C	58.75	27.39	1396/02/20	05/10/2017	33
0.11	0.11	D	58.23	27.61	1396/02/20	05/10/2017	34
0.22	0.12	E	58.49	27.61	1396/02/20	05/10/2017	35
0.25	0.2	F	58.75	27.61	1396/02/20	05/10/2017	36

۳. نتایج و بحث

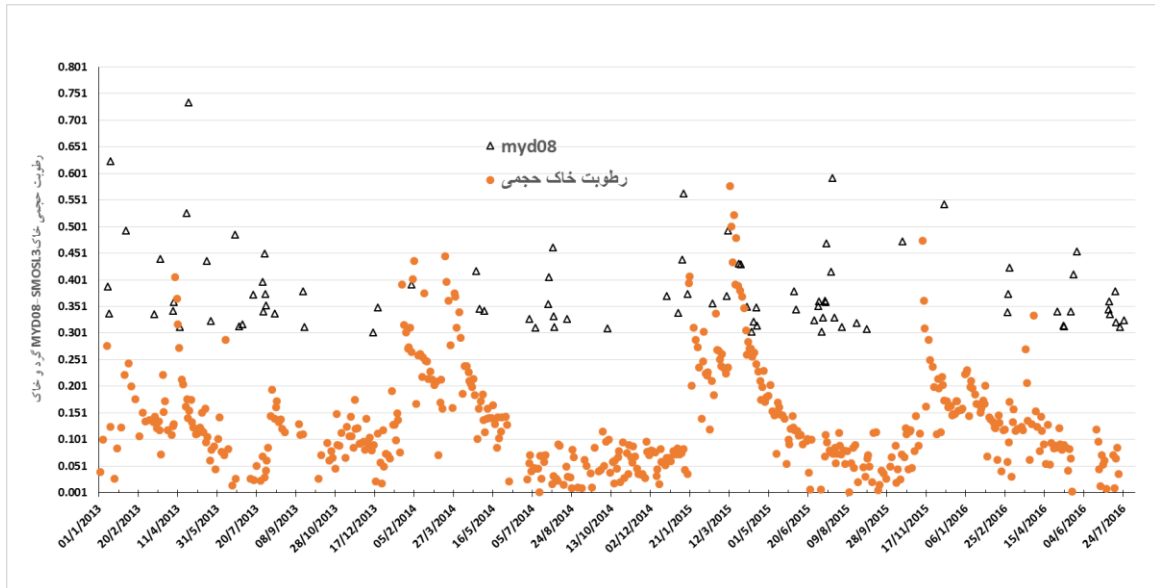
در شکل (۴) ضریب همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای رطوبت خاک و داده‌های برداشت شده نشان داده شده است. با توجه به محدودیت برداشت تعداد نمونه‌ها، وجود خطاهای داده‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک و ... و همچنین عدم امکان اندازه‌گیری رطوبت خاک توسط دستگاه TDR (که رطوبت خاک را در عمق ۳۰ سانتی‌متری ارائه می‌کند) این ضریب همبستگی قابل قبول می‌باشد. قابل ذکر است داده‌های رطوبت خاک ماهواره SMOS در غرب و جنوب غرب ایران مورد بررسی قرار گرفته و صحت عملکرد این ماهواره تایید شده است [۲۳ و ۲۴].



شکل ۴- ضریب همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای رطوبت خاک و داده‌های میدانی رطوبت خاک

به‌طور کلی برای ارزیابی پدیده وقوع گرد و غبار، ارتباط بین رطوبت خاک، سرعت باد و عمق نوری آئروسول (AOD) استفاده می‌شود [۱۷]. با توجه به اینکه جازموریان به عنوان یکی از کانون‌های تولید گرد و غبار در جنوب شرق ایران می‌باشد [۲۵ و ۲۵] به منظور بررسی وضعیت گرد و غبار با رطوبت خاک در شکل ۵ تغییرات رطوبت خاک در برابر مقادیر MYD08 برای دوره ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ نشان داده شده است. در این شکل مقادیر MYD08 بزرگ‌تر از ۰.۳، ترسیم شده‌اند تا ارتباط بین گرد و غبار و رطوبت خاک با وضوح بیشتری مشخص باشد. همان‌طور که مشخص است در تاریخ‌هایی که رطوبت خاک کمتر از حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد حجمی است، مقادیر MYD08 بزرگ‌تر از ۰.۳ می‌باشد. در واقع با کاهش رطوبت خاک، نوسانات

MYD08 افزایش پیدا می‌کند. مطابق این گراف دوره زمانی که مقدار شاخص MYD08 افزایش پیدا می‌کند بیشتر در ماه‌های می یا تا ژوئن می‌باشد (اردیبهشت ماه تا شهریورماه) که مقارن با بادهای ۱۲۰ روزه سیستان می‌باشد. بنابراین اگر بتوان شرایطی فراهم کرد که در این دوره خاک سطح تالاب را مرطوب باشد، احتمال وقوع گرد و غبار کاهش پیدا کرده و شرایط مناسبی جهت احیای تالاب به وجود خواهد آمد.



شکل ۵- بررسی ارتباط بین سرعت باد، رطوبت خاک مستخرج از ماهواره SMOS و محصول Myd08

۴. نتیجه گیری

در این مطالعه با استفاده از داده‌های سنجهش از دور ارتباط بین گرد و غبار و رطوبت خاک در سطح تالاب جازموریان بررسی شد. نتایج مطالعه نشان داد همزمان با کاهش رطوبت خاک مقادیر شاخص گرد و غبار افزایش پیدا کرده که این افزایش نوسانات عموماً در ماه‌های می تا سپتامبر (اردیبهشت ماه تا شهریورماه) می‌باشد و مقارن با بادهای ۱۲۰ روزه سیستان می‌باشد. لذا اگر بتوان در این دوره به گونه‌ای خاک تالاب را مرطوب نمود (با استفاده از حقابه زیست محیطی، انتقال آب و یا حفر چاه و ...) می‌توان به احیای تالاب کمک نمود. زیرا رطوبت خاک علاوه بر اینکه مانع حرکت گرد و غبار از سطح تالاب می‌شود شرایط مناسب رشد و جوانه زنی گونه‌های گیاهی بومی را نیز فراهم خواهد کرد. همچنین با توجه به اینکه در تالاب و حومه آن هیچ گونه ایستگاه اندازه‌گیری رطوبت خاک و همچنین پایش رطوبت وجود ندارد، داده‌های رطوبت خاک مستخرج از ماهواره SMOS و همچنین داده‌های آئروسول مستخرج از سنجنده مادیس بسیار کارآمد و مفید خواهند بود.

۵. مراجع

- 1-Jafari, M., Tavili, A., Panahi, F., Esfahan, E. Z., & Ghorbani, M. (2018). Wind Erosion and Regeneration of Vegetation Cover in Arid and Semi-arid Areas. In *Reclamation of Arid Lands* (pp. 175-221). Springer, Cham.
- 2-Taheri, M., Emadzadeh, M., Gholizadeh, M., Tajrishi, M., Ahmadi, M., & Moradi, M. (2019). Investigating the temporal and spatial variations of water consumption in Urmia Lake River Basin considering the climate and anthropogenic effects on the agriculture in the basin. *Agricultural water management*, 213, 782-791.
- 3- Zou, Z., Dong, J., Menarguez, M. A., Xiao, X., Qin, Y., Doughty, R. B., ... & Hambright, K. D. (2017). Continued decrease of open surface water body area in Oklahoma during 1984–2015. *Science of the Total Environment*, 595, 451-460.
- 4- Ma M, Baskin CC, Yu K, Ma Z, Du G (2017) Wetland drying indirectly influences plant community and seed bank diversity through soil pH. *Ecological Indicators*. 80:186-195

5-Rashki, A., Arjmand, M., & Kaskaoutis, D. G. (2017). Assessment of dust activity and dust-plume pathways over Jazmurian Basin, southeast Iran. *Aeolian Research*, 24, 145-160.

۶-راهداری، و.، ملکی، س.، راهداری، م. و پاکنیت، د. (۱۳۹۳). تهیه نقشه پایه منابع اکولوژیک تالاب جازموریان و معرفی آن به عنوان یکی از مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست با استفاده از RS و GIS، طرح تحقیقاتی، اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان

7-Chang, C. C., Lee, I. M., Tsai, S. S., & Yang, C. Y. (2006). Correlation of Asian dust storm events with daily clinic visits for allergic rhinitis in Taipei, Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 69(3), 229-235.

8-Holyoak, A. L., Aitken, P. J., & Elcock, M. S. (2011). Australian dust storm: impact on a statewide air medical retrieval service. *Air medical journal*, 30(6), 322-327.

9-Sajani, S. Z., Miglio, R., Bonasoni, P., Cristofanelli, P., Marinoni, A., Sartini, C., ... & Lauriola, P. (2011). Saharan dust and daily mortality in Emilia-Romagna (Italy). *Occupational and environmental medicine*, 68(6), 446-451.

10-Watanabe, M., Yamasaki, A., Burioka, N., Kurai, J., Yoneda, K., Yoshida, A., ... & Suyama, H. (2011). Correlation between Asian dust storms and worsening asthma in Western Japan. *Allergology International*, 60(3), 267-275.

11-Khalifa, E. M. (2016). Conscious study of impact of dust storm on aviation and airport management. *International Journal of Science Research and Technology*, 2(2), 51-57.

12-Sadeghi, M., Babaeian, E., Tuller, M., & Jones, S. B. (2017). The optical trapezoid model: A novel approach to remote sensing of soil moisture applied to Sentinel-2 and Landsat-8 observations. *Remote sensing of environment*, 198, 52-68.

۱۳-رحمانی، ع. (۱۳۹۴). استخراج و روندیابی رطوبت خاک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۴-کشاورز، م.ر.، وظیفه دوست، م.، علیزاده، الف و اسدی، ع. (۱۳۹۰). استخراج و روندیابی رطوبت خاک به کمک داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مادیس (مطالعه موردی: استان اصفهان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۵، شماره ۲، ۲۰۹-۲۱۹.

15-Schepanski, K., Tegen, I., & Macke, A. (2012). Comparison of satellite based observations of Saharan dust source areas. *Remote Sensing of Environment*, 123, 90-97.

16-Kim, H., & Choi, M. (2015). Impact of soil moisture on dust outbreaks in East Asia: Using satellite and assimilation data. *Geophysical Research Letters*, 42(8), 2789-2796.

17-Kim H, Zohaib M, Cho E, Kerr YH, Choi M (2017) Development and assessment of the sand dust prediction model by utilizing microwave-based satellite soil moisture and reanalysis datasets in East Asian desert areas. *ADV METEOROL*. 2017:1-13

18-Kerr, Y. H., Waldteufel, P., Richaume, P., Wigneron, J. P., Ferrazzoli, P., Mahmoodi, A., ... & Leroux, D. (2012). The SMOS soil moisture retrieval algorithm. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 50(5), 1384-1403.

19-Kerr, Y. H., Waldteufel, P., Wigneron, J. P., Delwart, S., Cabot, F., Boutin, J., ... & Juglea, S. E. (2010). The SMOS mission: New tool for monitoring key elements of the global water cycle. *Proceedings of the IEEE*, 98(5), 666-687.

20-Parkinson, C. L. (2003). Aqua: An Earth-observing satellite mission to examine water and other climate variables. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(2), 173-183.

21-Hsu, N. C., Tsay, S. C., King, M. D., & Herman, J. R. (2004). Aerosol properties over bright-reflecting source regions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42(3), 557-569.

22-Zhao, H., Che, H., Ma, Y., Xia, X., Wang, Y., Wang, P., & Wu, X. (2015). Temporal variability of the visibility, particulate matter mass concentration and aerosol optical properties over an urban site in Northeast China. *Atmospheric Research*, 166, 204-212.

۲۳-جامعی، م.، موسوی بایگی، م.، علیزاده، ا. و ایران‌نژاد، پ. (۱۳۹۶). اعتبارسنجی بازیابی‌های رطوبت خاک ماهواره مایکروویو اسموس، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۱، شماره ۲، ۶۶۰-۶۷۲.

۲۴-جامعی، م.، موسوی بایگی، م.، علیزاده، ا و ایران‌نژاد، پ. (۱۳۹۷). ارزیابی مشاهدات دمای درخشندگی ماهواره مایکروویو SMOS در مقایسه با داده‌های شبیه‌سازی شده با مدل L-MEB، مجله ژئوفیزیک ایران، جلد ۱۲، شماره ۱، ص ۹۲-۱۰۶.

۲۵-قادری، ف.، رهنما، م.ب.، (۱۳۹۷). آشکارسازی گرد و غبار در حوضه آبریز جازموریان با استفاده از تکنیک‌های چندطیفی در تصاویر سنجنده مادیس، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی دوره ۵۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ۵۴۵-۵۶۲.