

بررسی تأثیر طوفان‌های گرد و غبار بر پوشش گیاهی تالاب شادگان

رضا بیات، فاضل ایرانمنش و رحیم کاظمی

دوره ۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱-۱۳

Vol. 7(1), Spring 2021, 1-13

DOI: 10.22034/jewe.2020.246746.1414

**Investigating Effect of Dust Storms on
the Vegetation of Shadegan Wetland**

Bayat R., Iranmanesh F. and Kazemi R.



www.jewe.ir

OPEN  ACCESS

ارجاع به این مقاله:

بیات ر، ایرانمنش ف. و کاظمی ر. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر طوفان‌های گرد و غبار بر پوشش گیاهی تالاب شادگان. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۱-۱۳.

Citing this paper: Bayat, R., Iranmanesh, F. and Kazemi, R. (2021). Investigating effect of dust storms on the vegetation of Shadegan Wetland. Environ. Water Eng., 7(1), 1-13. DOI: 10.22034/jewe.2020.246746.1414.

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر طوفان‌های گرد و غبار بر پوشش گیاهی تالاب شادگان

رضا بیات^{۱*}، فاضل ایرانمنش^۱ و رحیم کاظمی^۱^۱استادیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: bayat@scwmri.ac.ir

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۸/۲۸]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۰۸/۲۴]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۶/۱۵]

چکیده

بررسی و شناخت تأثیر طوفان‌های گردوغبار بر تغییرات پوشش گیاهی تالاب‌ها، می‌تواند منجر به اطلاعات کاربردی برای مدیریت بهینه آن‌ها شود. در این پژوهش با استفاده از آمار باد ایستگاه هواشناسی اهواز، نمودارهای گلباد و گل‌طوفان تهیه شد. سپس تغییرات پوشش گیاهی تالاب شادگان با استفاده از نقشه‌های طبقه‌بندی شده شاخص تعدیل شده خاک-پوشش گیاهی (SAVI) حاصل از تصاویر ماهواره MODIS سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ تعیین و سپس روابط همبستگی تغییرات پوشش گیاهی با آمار طوفان‌های گردوغبار ایستگاه هواشناسی اهواز تحلیل شد. نتایج نشان داد که جهت بادهای غالب در منطقه از شمال غرب تا غرب بود و همبستگی بین تعداد روزهای همراه با گردوغبار در سال با درصد اراضی با پوشش گیاهی خوب با ضریب تبیین ۰/۴۷ و همبستگی بین غلظت مجموع گردوغبار و پوشش گیاهی با ضریب تبیین ۰/۵۸ نشان می‌دهد که گردوغبار بر درصد پوشش گیاهی منطقه بی‌تأثیر نبوده است. روند تغییرات بین میزان غلظت گردوغبار با پوشش گیاهی در یک، دو، سه، چهار و پنج ماه قبل از تهیه شاخص فوق به صورت کاهشی بود و رابطه بین غلظت گردوغبار یک ماه قبل با درصد پوشش گیاهی (شاخص SAVI) با ضریب ۰/۹۹ بیش‌ترین همبستگی را نشان داد. اثر منفی و معنی‌دار طوفان‌های گرد و غبار بر پوشش گیاهی، اهمیت موضوع را در تالاب بین‌المللی شادگان دوچندان می‌کند و از طرفی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند اطلاعات دقیقی را با صرف هزینه و زمان کم‌تر جهت مدیریت منابع پوشش گیاهی و آب و خاک در اختیار مدیران قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره؛ شاخص SAVI؛ گل باد؛ گل طوفان؛ MODIS.



۱- مقدمه

دلیل وارد کردن پارامتر کمکی به فرمول NDVI، باعث کاهش اثر پس‌زمینه‌ای خاک در مناطق دارای پوشش گیاهی می‌شود و نتایج قابل‌قبول‌تری را ارائه می‌کند (Goodarzi and Zandiyeh 2015; Sabaghzade et al. 2017).

Sashik Kumar et al. (2017) از تصاویر ماهواره MODIS با تفکیک مکانی ۲۵۰ m و با تأکید بر خصوصیات خاک استفاده و ضریب فاکتور خاک ۰/۲۵، ۰/۳۰ و ۰/۵۰ را برای استخراج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص SAVI مناسب دانسته است. دقت تصاویر Landsat و MODIS برای استخراج پوشش گیاهی نیز توسط Jarchow et al. (2018) مقایسه و نتایج نشان داد که برای مناطق با مساحت بزرگ (۴۲۰۰۰۰ ha) و با شاخص EVI^+ ، دقت هر دو تصویر مناسب و قابل‌استفاده به‌طور جایگزین است. همچنین Bao et al. (2014) تغییرات پوشش گیاهی فلات مغولستان را برای دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ مبتنی بر NDVI بلندمدت تصاویر MODIS بررسی و بر اهمیت نظارت و ارزیابی تغییرات طبیعی تأکید شده است. تحلیل وضعیت گردوغبار در جنوب غرب ایران در یک دوره ۲۲ ساله توسط Arami et al. (2018) نشان داد که مناطق مرزی بین سوریه و شمال غرب عراق، غرب و جنوب غرب عراق به همراه شرق و شمال شرق عربستان کانون‌های اصلی گردوغبار هستند. با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، et al. (2015) Mohamadyari تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی شهرستان بهبهان را با اطلاعات تصاویر ETM^+ و OLI برای سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۹۲ با تعیین شاخص NDVI بررسی نمودند.

Kazeminia (2016) با به‌کارگیری تصاویر سنجنده ETM ماهواره لندست سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۲ در منطقه غرب کشور (حداصل شوش و اهواز)، شاخص SAVI را که دارای بالاترین ضریب همبستگی (۰/۸۲) با داده‌های کمی درصد تاج پوشش بود، برای پایش پوشش گیاهی منطقه استفاده شد. تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای اقلیمی و پوشش گیاهی و ارتباط آن‌ها با پدید آمدن طوفان‌های گردوغبار در

گردوغبار ناشی از فرسایش بادی، چالش مهم مناطق خشک و نیمه‌خشک است که با تغییرات آب و هوایی در سال‌های اخیر تشدید شده است (Adib et al. 2018). اثرات ذرات گردوغبار به‌عنوان عوامل زیان‌آور شامل دو دسته محیطی و انسانی است (Noroozi 2018; Khosravi et al. 2016). از سویی آب مهم‌ترین عامل رشد و توسعه کشاورهاست که افزایش روزافزون جمعیت، گسترش صنایع و کاهش بارش‌ها، اهمیت حفظ منابع آبی از قبیل تالاب‌ها را بیشتر کرده است (Kaveh et al. 2020). تالاب‌ها، بخش با ارزشی از بوم-سازگان روی زمین هستند و اطلاع از وضعیت پوشش گیاهی آن‌ها نقش اساسی در مدیریت گردوغبار در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (Rafii et al. 2011). استان خوزستان به‌عنوان یکی از کانون‌های بحرانی گردوغبار معرفی شده که تالاب شادگان در جنوب استان، منطقه مهمی است (Iranmanesh et al. 2016). حفظ و نگهداری پوشش گیاهی مناسب یکی از مهم‌ترین موضوعات مدیریتی است که طبق بررسی‌های Sima and Tajrishi (2006) و Mousavi Dehmourdi et al. (2010) به‌علت فعالیت‌های توسعه‌ای، تعادل رژیم هیدرولیکی و به‌تبع آن وضعیت پوشش گیاهی تالاب شادگان دچار تغییراتی شده است. برای بهبود پایداری تالاب شادگان، اعمال برنامه‌هایی در جهت بهبود عرضه آب به تالاب و رعایت قوانین حفاظت از تالاب ضروری به نظر می‌رسد (Mirzaei et al. 2019).

برای پی بردن به تغییرات پوشش گیاهی می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای از قبیل ماهواره‌ی MODIS (Jarchow et al. 2018; Sashik kumar 2017) و شاخص‌های برگرفته از ویژگی‌های طیفی تصاویر ماهواره‌ای مانند NDVI (Amanollahi et al. 2016; Bayat et al. 2016; Bao) SAVI، NDWI، BSI (et al. 2014 Fabre et al.) (Nateghi et al. 2018; 2020; Ren and Feng 2015) استفاده کرد. در بین شاخص‌های موجود، شاخص SAVI به

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
Normalized Difference Vegetation Index
Bare Soil Index
Normalized Difference Water Index
Soil Adjusted Vegetation Index

Enhanced Vegetation Index



دانسته‌اند، برای بررسی تغییرات پوشش استفاده شده است. همچنین در تعیین زمان و الگوی کشت به منظور افزایش تاب‌آوری در برابر گرد و غبار کمک کند؛ بنابراین در این پژوهش به بررسی تأثیر طوفان‌های گرد و غبار سالانه بر پوشش گیاهی در تالاب شادگان پرداخته شد.

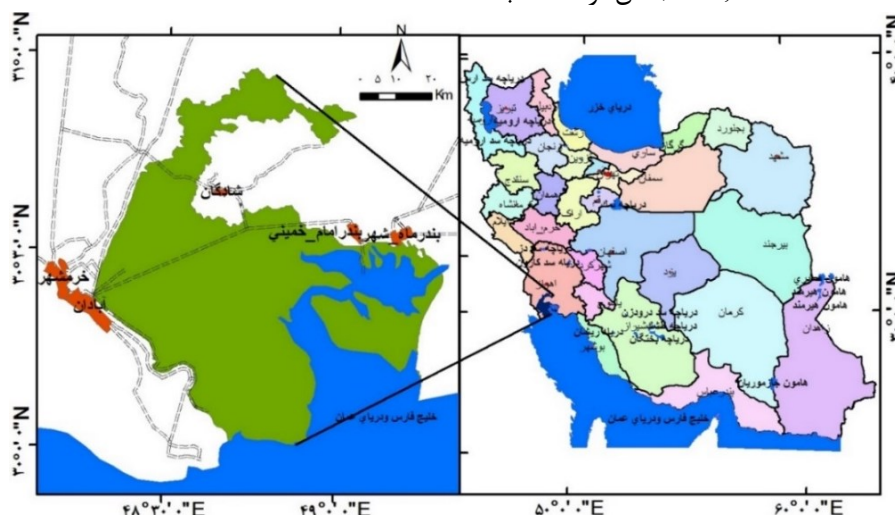
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تالاب بین‌المللی شادگان به‌عنوان بزرگ‌ترین تالاب کشور با مساحت ۵۳۷۷۳۱ هکتار در جنوب غربی کشور و جنوب استان خوزستان واقع و از مختصات 48° و 20° تا 49° و 30° طول شرقی و 30° و 50° تا 31° عرض شمالی در حوزه آبخیز هندیجان-جراحی قرار گرفته است. مرز تالاب شادگان از شمال به اهواز، از غرب به رودخانه کارون و جاده آبادان-اهواز، از جنوب به رودخانه بهمن‌شیر و خلیج فارس و از شرق به خور موسی و خور غزلان محدود می‌شود (شکل ۱). واحد-های زمین‌شناسی تالاب شامل مارن‌های آهکی با چینه‌بندی کم‌بیش ظریف بوده که در صورت خروج از زیر آب یا از بین رفتن پوشش گیاهی، بسیار حساس به فرسایش است (Sima and Tajrishi 2006).

استان خوزستان توسط Bahrami et al. (2013) و با استفاده از داده‌های اقلیمی و فراوانی وقوع ریز گرد‌ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ به روش رگرسیون خطی چند متغیره، ارزیابی شد. همچنین تحلیل تغییرات زمانی و مکانی وقوع روزهای همراه با گردوغبار برای دوره آماری ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۸ در غرب و جنوب غرب ایران نشان داده که تعداد روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه‌های دهلران، اهواز و دزفول در بالاترین سطح قرار دارد و در جنوب استان‌های ایلام و خوزستان بحرانی‌ترین شرایط مشاهده شده است و از شمال به جنوب منطقه، تعداد روزهای گردوغباری افزایش می‌یابد (Goodarzi et al. 2018).

در مجموع با توجه به اینکه پوشش گیاهی نقش مهمی در نگهداری بوم‌سازگان دارد و تعیین تغییرات آن با فن‌آوری سنجش‌ازدور موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت می‌شود. از طرفی دیگر شناخت تأثیر طوفان‌های گرد و غبار سالانه بر پوشش گیاهی می‌تواند به‌عنوان پیش‌نیاز برنامه‌های مربوط به مدیریت جامع حوزه آبخیز در مناطق مستعد طوفان‌های گرد و غبار از جمله تالاب‌ها در نظر گرفته شود. ضمناً در این منطقه از شاخص SAVI که (Kazeminia Sashik Kumar et al. 2017; 2016) آن را مناسب



شکل ۱- موقعیت تالاب شادگان در ایران

Fig. 1 Location of Shadegan wetland in Iran

بیش‌ترین بارش‌ها را داشته‌اند. بیش‌ترین میانگین دبی ورودی به تالاب در ایستگاه شادگان (آخرین ایستگاه رودخانه جراحی)، مربوط به سال آبی ۸۴-۸۵ با مقدار $12/25 \text{ m}^3/\text{s}$ و کم‌ترین میزان آن مربوط به سال آبی ۸۷-۸۸ و به میزان

تالاب شادگان در اقلیم گرم و خشک قرار گرفته و بیش‌ترین میزان میانگین بارش‌های ماهانه به‌ترتیب مربوط به آذر ($47/09 \text{ mm}$) و دی ($31/05 \text{ mm}$) بوده است. در مقیاس فصلی، به ترتیب فصل زمستان، پاییز و بهار

Poor vegetation	0.1-0.25
Medium vegetation	0.25-0.4
Good vegetation	> 0.4

سپس به منظور نمایش فراوانی نسبی سرعت‌های مختلف باد در جهات مختلف و در یک دوره معین، از گلباد استفاده شد که تعیین کلاس‌های مختلف جهت باد همراه با متوسط سرعت آن با استفاده از داده‌های بادسنجی ایستگاه سینوپتیک اهواز نمودار گل باد در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۵-۱۹۶۱، با استفاده از نرم‌افزار WRPLOT^۲ تهیه شد. همچنین به منظور شناسایی بادهایی با شرایط گردوخاک و غبارناکی و دخالت دادن خصوصیات فیزیکی خاک از جمله سرعت آستانه فرسایش‌پذیری خاک از گل‌طوفان استفاده و به منظور تحلیل گل‌طوفان، کمترین حد سرعت آستانه فرسایش بادی در ارتفاع ۱۰۰ m (۶ m/s) به عنوان سرعت پایه آستانه فرسایش بادی در نظر گرفته (Arami et al. 2018) و بر اساس آن وضعیت فرسایش بادی بررسی شد.

همچنین جهت تلفیق آمار گرد و غبار و نتایج حاصل از شاخص پوشش گیاهی، بر اساس آمار دریافتی از اداره هواشناسی استان خوزستان، مجموع غلظت سالیانه، حداکثر غلظت سالیانه و متوسط غلظت سالیانه گردوغبار ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) محاسبه و روابط همبستگی گرد و غبار و روند تغییرات آن با شاخص پوشش گیاهی بررسی و تحلیل شد. در انتها برای تبیین اثر تأخیری ریزگردها بر پوشش گیاهی، آنالیزهای رگرسیونی غلظت تجمعی ریزگردها در گام‌های زمانی یک، دو، سه، چهار و پنج ماه قبل از تاریخ تصاویر ماهواره‌ای، موردبررسی و تحلیل قرار گرفت.

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- نتایج گلباد و گل‌طوفان سالانه

نتایج گلباد و گل‌طوفان سالانه ایستگاه سینوپتیک اهواز نشان داد (شکل ۲- الف و ب) جهت باد غالب منطقه، از غرب تا شمال غرب است که میانگین سرعت باد غالب ۲/۵۵ m/s و درصد حالات آرام باد ۳۶/۹۴٪ است. همچنین گل‌طوفان سالانه نشان می‌دهد، جهت وزش بادهای فرساینده که دارای سرعتی بیش از ۶ m/s هستند، عمدتاً از سمت غرب (W) تا شمال (N) و شمال غربی (NW) در نوسان است که Arami et al. (2018) بیان کردند که منشأ گرد و غبارها، فرامحلی

Wind Rose Plot^۲

$0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ بوده است. همچنین تبخیر از سطح (سال آبی ۸۶-۸۷)، در نزدیک‌ترین ایستگاه به تالاب با وجود خشک-سالی، حدود $3512/5 \text{ mm}$ بوده است (Sima and Tajrishi 2006).

۲-۲- روش پژوهش

پس از ورود طوفان گردوغبار به منطقه، بخشی از آن روی سطوح می‌نشیند و نشست آن روی برگ پوشش گیاهی مانع از انجام فروغ‌آمایی و در طول زمان باعث تضعیف و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شود؛ بنابراین لازم است زمان تأثیر گردوغبار بر پوشش گیاهی و گام تأخیری آن تعیین شود. به منظور بررسی تأثیر گام‌های زمانی طوفان‌های گردوغبار بر روند تغییر پوشش گیاهی تالاب شادگان، ابتدا، نقشه‌های طبقه‌بندی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر شاخص SAVI حاصل از سنجنده MODIS مربوط به ماه ژانویه سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ با قدرت تفکیک 250 m به شرح ذیل تهیه شدند.

برای تعیین تغییرات زمانی پوشش گیاهی، با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS، شاخص SAVI از رابطه (۱) و پس از پردازش تصاویر سنجنده MODIS به کمک نرم‌افزارهای ARC/GIS 9.3 و ERDAS 9.1 استخراج شد.

$$\text{SAVI} = \frac{P_{nir} - P_{red} + (1 + L)}{(P_{nir} + P_{red} + L)} \quad (1)$$

که، L فاکتور تعدیل‌کننده اثر خاک است که معمولاً با سعی و خطا محاسبه و در L معادل صفر، SAVI همان NDVI است. فاکتور L برای پوشش گیاهی متوسط حدود ۰/۵ و فاکتور $(1+L)$ تضمین می‌کند که حدود دامنه SAVI مانند NDVI بین -۱ و +۱ باشد. P_{red} باند قرمز و P_{nir} باند مادون قرمز نزدیک است.

شاخص SAVI تهیه‌شده از تصاویر MODIS، به روش پیشنهادی Thuy and Tokunaga (2002) در پنج طبقه (جدول ۱) طبقه‌بندی و نقشه آن تهیه و مساحت طبقات و میزان تغییرات پوشش گیاهی در طول دوره تعیین شد.

جدول ۱- طبقه‌بندی شاخص SAVI

Table 1 Classification of SAVI index

Class	Value
Water	< 0
Bare soil	0-0.1

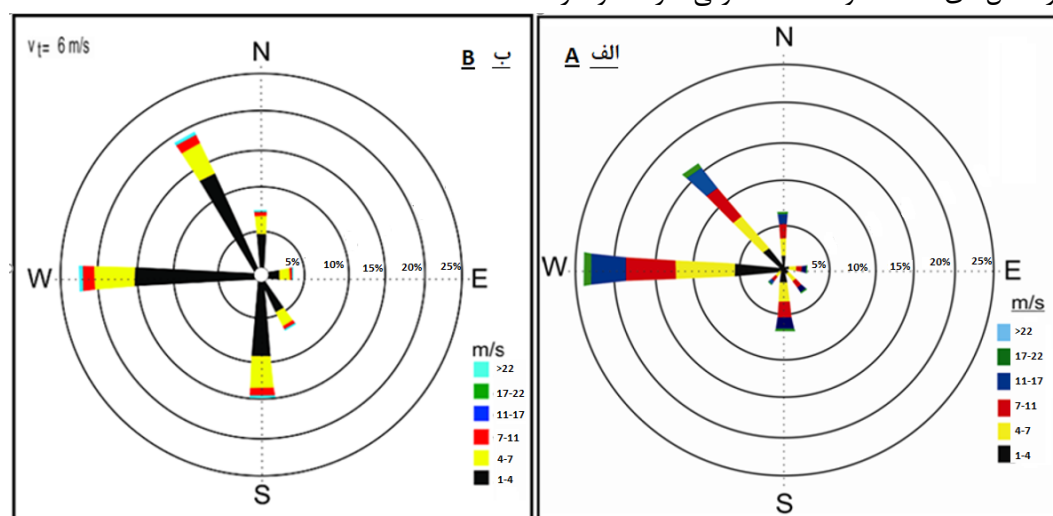


ویژگی‌های سطح خاک لخت و سطح آب نیز همخوانی وجود ندارد به این علت که آن‌ها از شاخص NDVI برای تغییرات استفاده کردند. شاخص NDVI برای پوشش‌های متوسط کاربرد بیشتری دارد درحالی‌که شاخص SAVI برای پوشش‌های کم در مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد شده است (Fabre et al. 2020) و این شاخص توانایی به حداقل رساندن اثر پس‌زمینه‌های خاکی در مناطق گیاهی را دارد و نتایج قابل قبول و مورد اطمینان تری را برای بررسی تغییرات زمانی پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک ارائه می‌کند (Sabaghzade et al. 2017).

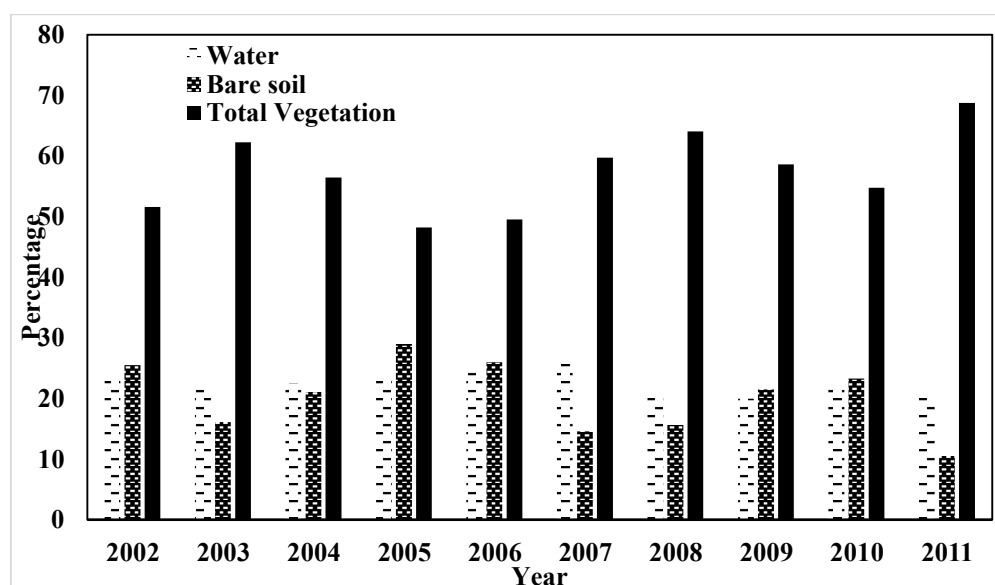
و از بیابان‌های کشورهای عراق، عربستان و سوریه نشأت گرفته‌اند.

۳-۲- نتایج حاصل از شاخص SAVI

نتایج فراوانی مجموع پوشش گیاهی، خاک لخت و سطح آب تالاب در شکل (۳) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مجموع پوشش گیاهی و سطح خاک لخت در سال ۲۰۱۱ و کم‌ترین آن در سال ۲۰۰۵ بوده و حداقل سطح پوشش آب، مربوط به سال ۲۰۰۹ به‌دست‌آمده است. درحالی‌که Bayat et al. (2016) بر اساس شاخص NDVI در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱، بیش‌ترین و کم‌ترین مجموع پوشش گیاهی تالاب شادگان را سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴ معرفی کردند و در



شکل ۲- الف- گل باد سالانه ایستگاه سینوپتیک اهواز و ب- گل طوفان سالانه ایستگاه سینوپتیک اهواز (از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱)
Fig. 2 a) Ahvaz synoptic station annual wind rose diagram and b) Ahvaz synoptic station annual hurricane rose diagram (from 2002 to 2011)



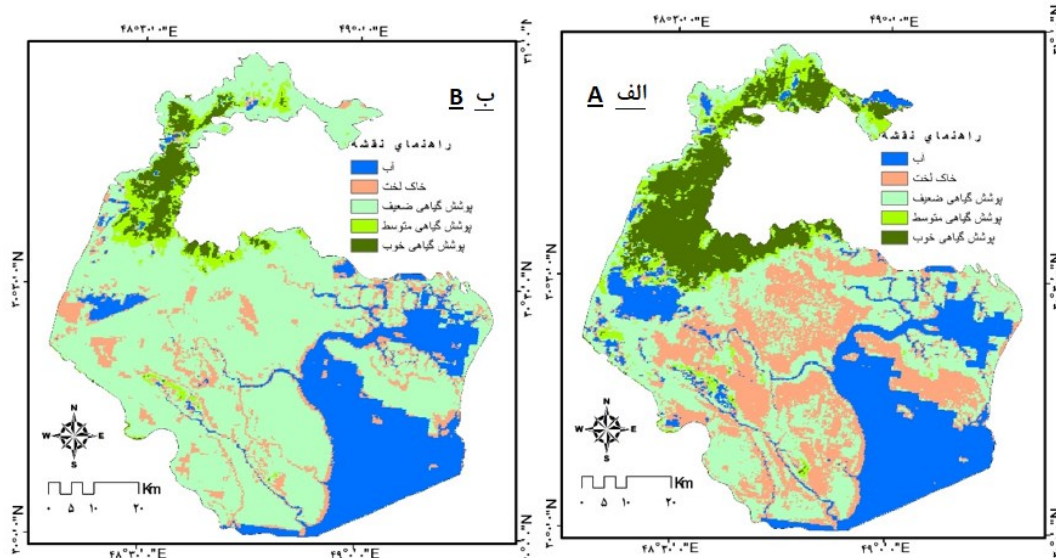
شکل ۳- فراوانی مجموع پوشش گیاهی، خاک لخت و سطح آب تالاب

Fig. 3 Frequency of total vegetation, bare soil and water level of the wetland

سطح آب تالاب از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ به میزان ۹/۷٪ کاهش یافته است. بیشترین تغییرات با ۸۲٪ کاهش مربوط به طبقه پوشش گیاهی خوب بوده است. توزیع مکانی انواع پوشش نشان می‌دهد که در قسمت شمالی تالاب، پوشش گیاهی خوب مستقر بوده و در بخش جنوبی آن، خاک لخت و طبقه ضعیف پوشش گیاهی پراکندگی دارد.

Asghari Podeh et al. (2016) بیان کردند که در فاصله زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۰، حدود ۳٪ از کل مساحت تالاب شادگان به علت تغییر کاربری اراضی، افزایش شوره‌زارها و در نتیجه آن افزایش گرد و غبار، کاهش یافته است. کاهش مساحت پوشش گیاهی تالاب، متناسب با فراز و فرودهای مؤلفه‌های مختلف گرد و غبار است که با نتایج Pourkhabbaz et al. (2015) مبنی بر کاهش ۸٪ مساحت تالاب از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ متناسب با مؤلفه‌های خشک‌سالی، منطبق است.

نتایج نقشه‌های پوشش‌های مختلف تالاب شادگان که حاصل طبقه‌بندی شاخص SAVI (شکل ۴) و تغییرات درصد کلاس‌های مختلف پوشش سطح تالاب حاصل از شاخص SAVI مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۱ (جدول ۲) نشان می‌دهد در سال ۲۰۰۲ پوشش گیاهی ضعیف و متوسط به ترتیب بیشترین و کمترین درصد پوشش به مقدار ۳۳/۶۲ و ۲۹/۵۱ را داشته‌اند. در سال ۲۰۱۱ همانند سال ۲۰۰۲ پوشش گیاهی ضعیف با ۶۰/۷۶٪ بیشترین درصد پوشش و پوشش گیاهی خوب، کمترین درصد پوشش (۳/۹۵٪) را به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه‌ی پوشش دو سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که مجموع درصد پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۱، به میزان ۱۱/۷٪ افزایش داشته است و در این تغییرات پوشش گیاهی ضعیف ۸۰/۷٪ افزایش و پوشش متوسط و خوب به ترتیب ۲۳/۴ و ۸۲/۶٪ کاهش یافته است. در واقع پوشش گیاهی خوب و متوسط کاهش کیفیت داشته‌اند و به پوشش گیاهی ضعیف تبدیل شده‌اند. همچنین

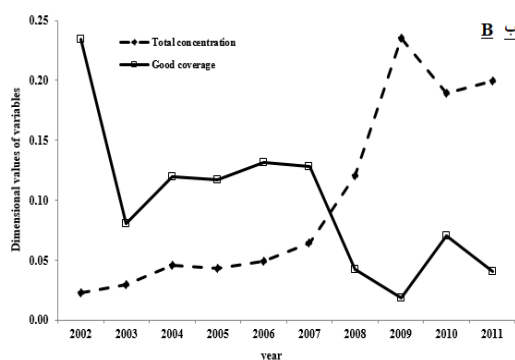


شکل ۴- نقشه انواع پوشش‌های سطح تالاب حاصل از شاخص SAVI تصاویر ماهواره MODIS (الف) سال ۲۰۰۲ و (ب) سال ۲۰۱۱
Fig. 4 Map of types of wetland surface coverage obtained from SAVI index MODIS satellite images: a) 2002 and b) 2011

جدول ۲- تغییرات درصد کلاس‌های مختلف پوشش سطح تالاب حاصل از شاخص SAVI مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۱
Table 2 Changes in the percentage of different wetland surface coverage classes obtained from SAVI index related to 2002 and 2011

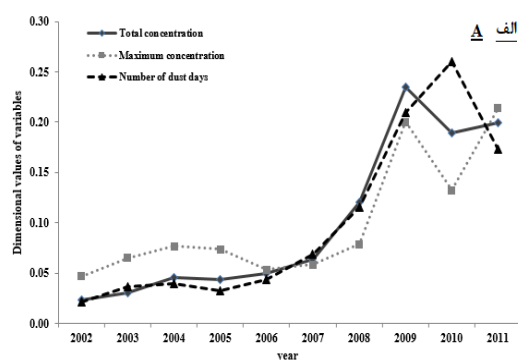
year	Water	Bare soil	Poor vegetation	Medium vegetation	Good vegetation	Total percentage of vegetation
	0 <	0 – 0.1	0.1 – 0.25	0.25 – 0.4	0.4 <	
2002	22.98	25.46	33.62	5.29	22.66	61.56
2011	20.75	10.50	60.76	4.05	3.95	68.75

خوب از سال دوم (۲۰۰۳) تا سال ششم (۲۰۰۷)، با یک شیب ملایم، روند افزایشی داشته و بین سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹، پس از کاهش، مجدداً روند افزایشی را تجربه کرده است، اما در مجموع روند کلی تغییرات آن کاهشی بوده است. از سال دوم تا سال ششم، روند غلظت مجموع گرد و غبار با یک شیب تند افزایشی بوده است که در بین سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ مقدار غلظت مجموع گرد و غبار کاهش یافته و در سال بعد کمی افزایش داشته است. در مجموع در سال‌هایی که پوشش گیاهی کاهش داشته است، بر تعداد روزهای وقوع گرد و غبار افزوده شده است.



۳-۳- نتایج تلفیق آمار گرد و غبار و شاخص SAVI
نتایج بررسی تغییرات تعداد روزهای گردوغبار با میزان شاخص غلظت حداکثر و مجموع گردوغبار (شکل ۵-الف) نشان می‌دهد، روند تغییرات تا سال ۲۰۰۹، فراز و فرودهای متناسب باهم را تجربه می‌کنند و نشان‌داد که در این بازه زمانی پارامتر تعداد روزها، مستقل از شدت طوفان‌ها و بادهای، اثر متناسب بر میزان گردوغبار دارد. ولی در بازه ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ این روند قطع می‌شود که نشان‌دهنده تأثیر شدت طوفان‌ها بر میزان غلظت گرد و غبار است.

بررسی روند تغییرات سطح پوشش گیاهی خوب با غلظت مجموع گردوغبار (شکل ۵-ب) نشان می‌دهد پوشش گیاهی



شکل ۵-الف) تغییرات تعداد روزهای گردوغبار با غلظت گردوغبار و ب) تغییرات سطح پوشش گیاهی خوب و غلظت گردوغبار
Fig. 5 a) Changes in the number of dust days with dust concentration and b) Changes in good vegetation surface and dust concentration

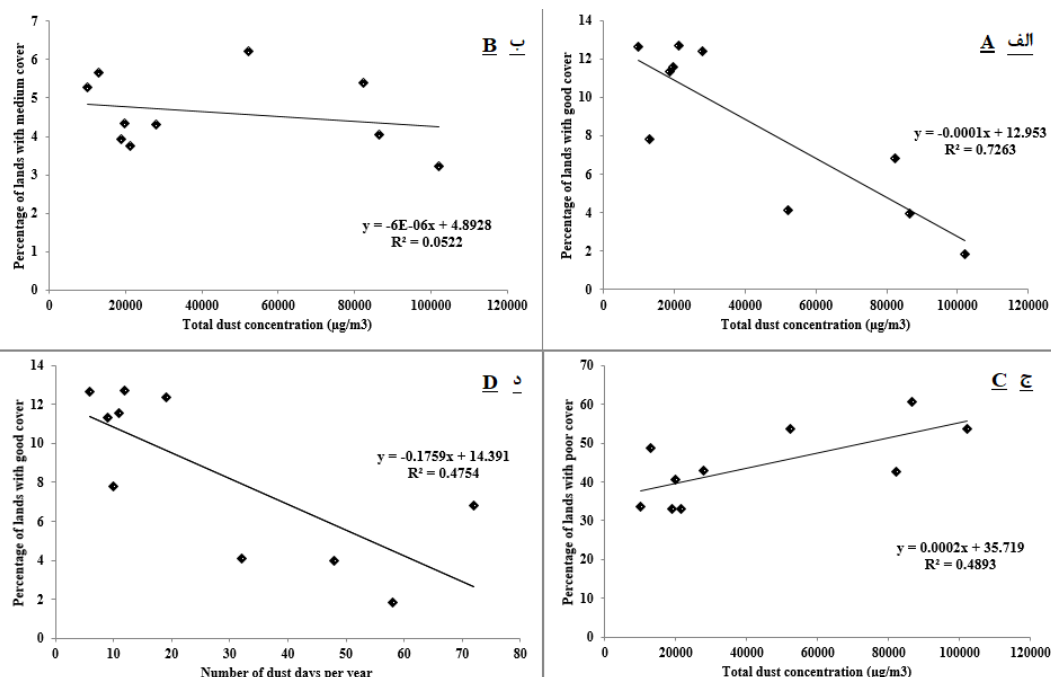
عربستان و کاهش سطح پوشش گیاهی تالاب در اثر کاهش پوشش گیاهی خوب و متوسط باشد. Mehrabi et al. (2015) نیز در بررسی تعداد روزهای گرد و غبار یک دهه استان خوزستان از جمله ایستگاه اهواز، بیان کردند که از سال ۸۰ تا ۸۴ (معادل ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵) روند تعداد روزهای گرد و غبار کاهشی اما از سال ۸۴ تا ۸۹ (۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰) روند کلی تعداد روزهای گرد و غباری افزایشی است و در سال‌های ۸۵ تا ۸۷ به حداکثر خود می‌رسد که با یافته‌های این پژوهش منطبق است. همچنین Azizi et al. (2012) نیز بیان کردند که در بازه زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۸ علاوه بر افزایش تعداد روزهای گرد و غبار، بر شدت و منطقه‌ی تحت تأثیر آن‌ها در استان خوزستان افزوده شده است. Zeinali (2016) نیز نشان دادند در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳

از سال دوم تا سال ششم، پوشش گیاهی خوب با یک شیب ملایم، روند افزایشی داشته و هم‌زمان میزان غلظت مجموع گردوغبار نیز تقریباً با همان شیب افزایش یافته است که این دوره رابطه‌ی مستقیم گردوغبار با میزان سطح پوشش گیاهی را نشان می‌دهد.

با توجه به این‌که پس از نشست گردوغبار روی پوشش گیاهی، مدتی طول می‌کشد تا بر فروغ‌آمایی و رشد گیاه اثر کند، بنابراین ضرورت دارد اثر تأخیری گردوغبار بر میزان پوشش گیاهی بررسی شود. از سال ششم تا هشتم میزان پوشش، روند کاهشی دارد که با روند افزایشی گردوغبار تناسب دارد. روند افزایشی سال هشتم به نهم و روند کاهشی نهم به دهم نیز در تناسب با روند معکوس گردوغبار است. علت افزایشی بودن روزهای گرد و غبار می‌تواند، افزایش طوفان‌های گرد و غبار از کشورهای همسایه از جمله عراق و

فرآوانی طوفان‌های گرد و غبار در نیمه غربی ایران به‌ویژه در استان خوزستان، افزایش یافته است. (et al. 2016) و در نتیجه باعث کاهش هر چه بیش‌تر درصد پوشش خوب شود.

روابط همبستگی بین میزان گردوغبار با تغییرات سطح پوشش گیاهی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ در شکل (۶ الف-د) ارائه شده است. رابطه غلظت مجموع گردوغبار با پوشش گیاهی خوب و ضعیف (شکل ۶- الف و ج) نشان می‌دهد، با افزایش مجموع گردوغبار، روند سطح پوشش خوب کاهشی و به تبع آن سطح پوشش ضعیف، افزایشی است. ولی با افزایش غلظت گردوغبار، تغییر محسوسی در میزان سطح پوشش متوسط مشاهده نمی‌شود (شکل ۶- ب) نتایج نشان‌دهنده حساسیت بیش‌تر پوشش گیاهی خوب به طوفان‌های گرد و غبار است درحالی‌که پوشش گیاهی متوسط، حساسیت کم‌تر و شیب کاهشی کم‌تری نسبت به پوشش خوب دارد. به این علت که پوشش گیاهی خوب با دریافت و انباشته شدن بیش‌تر ذرات گردوغبار نسبت به پوشش متوسط و ضعیف به علت افزایش سطح برگ و تراکم بیش‌تر، روبه‌رو است و ورود ذرات گرد و غبار از طریق انباشت بر سطح برگ می‌تواند بر فروغ‌آمایی و سایر فعالیت‌های گیاه تأثیر بگذارد و باعث کاهش کیفیت، عملکرد و میزان پوشش گیاهی شود (Kiani



شکل ۶- رابطه غلظت مجموع گردوغبار با پوشش گیاهی- الف: خوب، ب: متوسط، ج: ضعیف و د: رابطه غلظت مجموع گردوغبار با پوشش گیاهی خوب

Fig. 6 Relationship between total dust concentration and vegetation a) Good, b) Medium, c) Poor and d) Relationship between total dust concentration and good vegetation

با توجه به ضرایب تبیین آنالیز رگرسیونی بین شاخص SAVI و غلظت‌های گردوغبار جدول (۳)، همبستگی بین مجموع و حداکثر غلظت سالیانه گردوغبار و میانگین شاخص، بیشتر از همبستگی این شاخص با متوسط غلظت است و همبستگی بین مجموع غلظت با میانگین شاخص، بیش‌تر از همبستگی حداکثر غلظت با میانگین شاخص SAVI بود. درمجموع رابطه‌ی غلظت گرد و غبار با شاخص SAVI منفی بوده و با افزایش مقدار گردوغبار، مقدار متوسط شاخص SAVI کاهش یافته است. نتایج پژوهش

جدول ۳- ضرایب تبیین بین متوسط شاخص SAVI و غلظت گردوغبار مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱

Table 3 Coefficients of determination between the average SAVI index and dust concentration for the years 2002 to 2011

Independent Variable Selected	Linear Equation	Coefficient of Determination (R^2)
Total dust concentration	$y = -4E-07x + 0.1466$	0.852
Maximum dust concentration	$y = -4E-06x + 0.1492$	0.6649
Mean dust concentration	$y = -3E-07x + 0.1306$	4E-05

یعنی اثر گرد و غبار سه ماه قبل از تصویر و افزایش مجدد در گام‌های چهار و پنج‌ماهه، نشان‌دهنده این است که بازه زمانی تأثیر گردوغبار بر پوشش گیاهی، حداکثر است. بدین مفهوم که در بازه زمانی دو ماه قبل از تهیه تصاویر ماهواره‌ای، احتمالاً به‌علت کم بودن تعداد طوفان‌های گردوغبار و با توجه به این‌که زمان حداکثر رشد گیاهان در تالاب در زمان تصویربرداری و ماه ژانویه است، اثر گردوغبار بر پوشش گیاهی کم‌تر و در سه ماه قبل از تصویربرداری با افزایش تعداد طوفان گرد و غبار، اثر آن بر پوشش گیاهی بیش‌تر می‌شود.

اثر تأخیری گردوغبار بر پوشش گیاهی در جدول (۴) ارائه شده است. ضریب تبیین رگرسیون خطی برای یک ماه قبل از تاریخ تصویر ۰/۹۹ و دو ماه قبل ۰/۸۵ بوده و بیش‌تر از ضریب تبیین سه، چهار و پنج ماه قبل از تاریخ تصویر بوده است. ضریب تبیین سه، چهار و پنج ماه قبل در رگرسیون خطی افزایش یافته است. بررسی رابطه بین آمار گردوغبار در ماه‌های قبل از تهیه تصویر و شاخص SAVI حاصل از تصویر نشان داد که رابطه قوی رگرسیونی بین غلظت گرد و غبار در گام‌های زمانی یک و دو ماهه قبل از تصویر وجود دارد. البته افت شدید میزان همبستگی این رابطه در گام سه‌ماهه

جدول ۴- ضرایب تبیین بین درصد سطح پوشش گیاهی خوب و غلظت تجمعی گردوغبار در یک، دو، سه، چهار، پنج ماه قبل از تاریخ شاخص SAVI) در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱

Table 4 Coefficients of determination between the percentage of good vegetation area and the cumulative concentration of dust in one, two, three, four, five months before the date of SAVI index (2002 to 2011)

Independent Variable Selected	Linear Equation	Coefficient of Determination (R^2)
Dust concentration one month before the date of the SAVI index	$y = -0.0019x + 14.816$	0.9967
Dust concentration two month before the date of the SAVI index	$y = -0.0013x + 12.905$	0.8541
Dust concentration three month before the date of the SAVI index	$y = -0.0006x + 10.71$	0.2262
Dust concentration four month before the date of the SAVI index	$y = -0.0009x + 15.444$	0.5553
Dust concentration five month before the date of the SAVI index	$y = -0.0003x + 12.195$	0.4574

۴- نتیجه گیری

با توجه به تأثیر ترسیب گرد و غبار روی رشد پوشش گیاهی، این پژوهش با هدف تعیین روند تغییرات و تأثیر طوفان‌های گردوغبار سالانه بر پوشش گیاهی تالاب شادگان انجام شد. در جمع‌بندی رفتارشناسی ارتباط بین مؤلفه‌های مختلف گردوغبار و پوشش گیاهی، موارد ذیل قابل توجه است:

۱- در دوره آماری ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، بیش‌ترین مجموع پوشش گیاهی و سطح خاک لخت در سال ۲۰۱۱ و کم‌ترین آن در سال ۲۰۰۵ بوده و حداقل سطح پوشش آب، مربوط به سال ۲۰۰۹ به‌دست آمد. همچنین سطح آب تالاب از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ به میزان ۹/۷٪ کاهش یافته است.

۲- روند تغییرات سطح پوشش گیاهی خوب با غلظت مجموع گردوغبار نشان داد از سال دوم (۲۰۰۳) تا سال ششم (۲۰۰۷)، پوشش گیاهی خوب و میزان غلظت مجموع گردوغبار با یک شیب ملایم روند افزایشی داشته‌اند. همچنین رابطه غلظت گردوغبار با شاخص SAVI منفی بوده است و در نهایت ضریب تبیین رگرسیون خطی برای غلظت گردوغبار یک ماه قبل از تاریخ تصویر با شاخص برابر ۰/۹۹ و برای دو ماه قبل برابر ۰/۸۵ بوده که بیش‌تر از ضریب تبیین سه، چهار و پنج ماه قبل از تاریخ تصویر و محاسبه شاخص SAVI بوده است.

۳- ارتباط بین غلظت گردوغبار با سطح پوشش نشان‌دهنده‌ی اثر منفی معنی‌دار طوفان‌های گرد و غبار بر پوشش گیاهی است که بر لزوم پایش و مطالعه پوشش گیاهی تالاب شادگان به‌منظور استفاده در بهینه‌سازی روش‌های مدیریت خاک، آب و پوشش گیاهی تأکید می‌کند. این مهم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های مناسب، با صرف هزینه و زمان کم‌تر و تولید اطلاعات دقیق‌تر قابل انجام است.

همچنین در خصوص بهبود شرایط تفسیر نتایج روابط بین شاخص‌های گردوغبار و پوشش گیاهی و به‌منظور تأمین پایداری شرایط بوم‌سازگان تالاب، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از متغیرهای دیگری همچون آمار بارندگی، دبی ورودی و دما نیز بهره گرفت تا بتوان پایداری شرایط بوم‌سازگان تالاب را بهتر موردبررسی قرار داد.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح پژوهشی انجام‌شده که بدین‌وسیله از مساعدت مسئولین محترم پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری در اجرای آن تشکر می‌نماییم.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده (یا تولید شده) در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

References

- Adib A., Oulapour M. and Chatroze A. (2018). Effects of wind velocity and soil characteristics on dust storm generation in Hawr-al-Azim Wetland, Southwest Iran. *Caspian J. Environ. Sci.*, 16(4), 333-374.
- Amanollahi J., Salehi M., Rostamiyan N., Maloodi H. and Mafakheri S. (2016). Identification of canebrake level changes of the Zarivar lake between 1984 to 2011 using the images of landsat TM and ETM+. *J. Environ. Wat. Eng.*, 2(4), 390 – 402 [In Persian].
- Arami S. A., Ownegh M., Mohammadian Behbahani A., Akbari M. and Zarasvandi A. (2018). The analysis of dust hazard studies in southwest region of Iran in 22 years (1996-2017). *J. Spatial Anal. Environ. Hazard.*, 5(1), 39-66 [In Persian].
- Asghari Podeh Z., Nematalahi S., Shafieezadeh M. and Fakheran S. (2016). The effect of land use changes on dust source expansion and draying of the Shadegan Wetland. *Proc. 2016, 2nd Int. Conf. of Iale-Iran, Isfahan* [In Persian].
- Azizi G., Miri M. and Nabavi S. O. (2012). Detection of dust in the western half of Iran. *J. Arid Region Geogr. Stud.*, 2(7), 63-81 [In Persian].
- Bahrani H. A., Jalali M., Darvishi Bolorany A. and Azizi R. (2013). The spatial modeling of the time of storm storms in Khuzestan province. *Iran. Remot. Sens. GIS*, 5(2), 95- 114 [In Persian].
- Bao G., Qin Z., Bao Y., Zhou Y., Li, W. and Sanjjav A. (2014). NDVI-based long-term



- vegetation dynamics and its response to climatic change in the Mongolian Plateau. *Remot. Sens.*, 6(9), 8337-8358.
- Bayat R., Jafari S., Ghermezcheshmeh B. and Charkhabi A. H. (2016). Studying the effect of dust on vegetation changes (Case study: Shadegan wetland, Khuzestan). *RS GIS Nat. Resour.*, 7(2), 17-32 [In Persian].
- Ekhtesasi M. R. and Ahmadi H. 2005. Introducing the most appropriate indicators of wind erosion in desertification assessment of Central Iran. First National Conference on Wind Erosion, Yazd, Yazd University.
- Fabre S., Gimenez R., Elger A. and Rivière T. (2020). Unsupervised monitoring vegetation after the closure of an ore processing site with multi-temporal optical remote sensing. *Sens.*, 20, 4800.
- Goodarzi A. and Zandiyeh V. (2015). Comparison of the ability of MSAVI, EVI, ARVI, SAVI, NDVI, RVI and OSAVI indices in vegetation exposure (case study: Silakhor-Borujerd plain). The first national conference on geography, tourism, natural resources and sustainable development. Tehran [In Persian].
- Goodarzi M., Hosseini S. A. and Ahmadi H. (2018). Investigation of temporal and spatial distribution of days with dust in the west and southwest of Iran. *Iran. Watershed Manag. Sci. Eng.*, 11(39), 1-10 [In Persian].
- Iranmanesh F., Maghsodi M., Moghimi E., Yamani M. and Charkhabi A. H. (2016). Environmental Changes of Karkheh River Delta Using Sediments Geochemical data. *New Findings in Applied Geology*, 1(2), 125-135 [in Persian].
- Jarchow C. J., Didan K., Barreto-Muñoz A., Nagler P. L. and Glenn E. P. (2018). Application and comparison of the MODIS-derived enhanced vegetation index to VIIRS, Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI Platforms: A case study in the Arid Colorado River Delta, Mexico. *Sens.*, 18(5), 1546.
- Kaveh A., Ghermezcheshmeh B. and Hosseini S. A. (2020). Investigation of temporal variations and trend low flow analysis in Alborz south mountains basins. *J. Environ. Wat. Eng.*, 6(2), 134-148 [In Persian].
- Kazeminia A. (2016). Application of remote sensing and GIS in vegetation survey. *Scientific-Extension J. Surv. Eng. Spatial Inform.*, 9(1), 75-85 [In Persian].
- Khosravi R., Ghasemi Nejad M. and Kianfar S. (2016). The effect of dust on agricultural production and strategies to deal with it. 2nd national conference on agricultural mechanization and new technologies. Ahvaz [In Persian].
- Kiani S., Siadat S. A. and Mashayekhi S. (2016). Evaluation of the effect of dust on the morphology and physiology characteristics of plant growth. The first international conference on dust. Ahvaz. Iran [In Persian].
- Mehrabi S., Soltani S. and Jafari R. (2015). Investigating the relationship between climatic parameters and occurrence of dust (Case study: Khuzestan province). *Journal of Agricultural Science and Technology, Water and Soil Science*, 19(71), 69 -80 [in Persian].
- Mirzaei A., Azarm H. and Layani G. (2019). Prioritize the factors affecting the sustainability of Shadegan Wetland Ecosystem Stability Index. *J. Wetland Ecobiol.*, 10(4), 69-80 [In Persian].
- Mohamadyari F., Pourkhabaz H. R., Tavakoli M. and Aghadar H. (2015). Vegetation mapping and monitoring of its change using remote sensing and GIS techniques (case study: Behbahan township). *Geogr. Data*, 23(92), 23-34 [In Persian].
- Mousavi Dehmourdi L., Roushan A. and Nikou S. (2010). Identification and study on the diversity of the mollusks species in Shadegan wetland sediments. *J. Wetland Ecobiol.*, 2(3), 3-13 [In Persian].
- Nabat P. Somot S., Cassou C., Mallet M., Michou m., Bouniol D., Decharme B., Drugé T., Roain Roehrig R. and Saint-Martin D. (2020). Modulation of radiative aerosols effects by atmospheric circulation over the Euro-Mediterranean region. *Atmos. Chem. Phys.*, 20, 8315-8349, <https://doi.org/10.5194/acp-20-8315-2020>.



- Nateghi S., Nohegar A., Ehsani A. H. and Bazrafshan O. (2018). Evaluation of vegetation changes based upon vegetation indices using remote sensing. Iran. J. Rang. Desert Res., 24(4), 778-790 [In Persian].
- Noroozi A. K. (2018). Investigating the effect of dust phenomenon on the reduction of crop production in the west of the country. 3rd national conference on soil conservation and watershed management. Tehran [In Persian].
- Pourkhabbaz H. R., Yusefi Khanghah S. and Salehipour F. (2015). Study of land use changes trend in Shadegan wetland using remote sensing and GIS and offering management solutions. Wetland Ecobiol., 7(3), 55-66 [In Persian].
- Rafii Y., Malekmohammadi B., Abkar A., Yavari A. R., Ramezani Mehrian M. and Zohrabi H. (2011). Environmental change detection of wetlands and protected areas using multi temporal images of TM sensor (case study: Neyriz wetland, Iran). J. Environ. Stud., 37(57), 1-12 [In Persian].
- Ren H. and Feng G. (2015). Are soil-adjusted vegetation indices better than soil-unadjusted vegetation indices for above-ground green biomass estimation in arid and semi-arid grasslands? Grass Forage Sci., 70(4), 611-619.
- Sabaghzade S., Zare M. and Mokhtari M. H. (2017). Estimating biomass using landsat satellite images (case study: Marak, Birjand). J. Rang. Watershed Manag., 69(4), 907-920 [In Persian].
- Sashik Kumar M. C., Selvam S., Karthikeyan N., Ramanamurthy J., Venkatramanan S., and Singaraja C. (2017). Remote sensing for recognition and monitoring of vegetation affected by soil properties. J. Geol. Soc. India, 90(5), 609-615.
- Sima S. and Tajrishi M. (2006). Estimation of environmental water needs of Shadegan wetland. 7th International congress on civil engineering. Tehran [In Persian].
- Sohrabi T., Vali A. A., Ranjbar Fordoei A. and Mousavi S. H. (2019). Quantitative analysis of vegetation feedback on the occurrence of dust in arid ecosystems (case study: Isfahan province). J. Rang. Watershed Manag., 71(4), 973-985 [In Persian].
- Tokunaga M. and Thuy VU. T. (2002). Finding the relationship between vegetation index and coherence signature to utilize the product of radar interferometry in land cover application. Asian Conference on Remote Sensing.
- Zeinali B. (2016). Investigation of frequency changes trend of days with dust storms in western half of Iran. J. Nat. Environ. Hazard., 5(7), 87-100 [In Persian].



Research Paper

Investigating Effect of Dust Storms on the Vegetation of Shadegan Wetland

Reza Bayat^{*1}, Fazel Iranmanesh¹ and Rahim Kazemi¹

¹Assist. Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

*Corresponding author: bayat@scwmri.ac.ir

Received: September 05, 2020

Revised: November 14, 2020

Accepted: November 18, 2020

Abstract

Investigating and understanding the impact of dust storms on wetland vegetation changes can lead to useful information for their optimal management. In this study, by using wind statistics of Ahvaz meteorological stations, the wind rose and hurricane rose diagrams of the research area were prepared. Changes in vegetation cover of Shadegan wetland were determined using classified Soil-adjusted vegetation index (SAVI) maps of MODIS satellite images from 2002 to 2011 and correlations of vegetation changes with dust storms data of Ahvaz meteorological station were analyzed. The results showed that the major winds in the region flow from northwest to west and have the ability to create dust. The results of the study showed that the trend of changes of the number of stormy days, the concentration of dust and vegetation, are proportional to each other. Results showed the correlation between the number of dust days per year and the percentage of area with good vegetation cover, showed relatively good relationship with 0.47 the coefficient of determination. The correlation between total dust concentration and vegetation cover with a coefficient of determination of 58% indicates the high effect of dust on vegetation cover in the study area. The trend of changes in dust concentration with vegetation index was decreasing in one, two, three, four, and five months before image date. The relationship between dust concentration and vegetation percentage in one month before the date of SAVI index showed the highest correlation with 0.99.

Keywords: Hurricane Rose; MODIS; Satellite Images; SAVI Index; Wind Rose.