

المخلص Abstract

تحدث حركة الرمال بفعل الرياح النشطة التي تحمل حبيبات الرمال من مكان إلى آخر وتختلف سرعة حركة الرمال حسب قوة الرياح واتجاهها، حيث تتراكم الرمال في الأماكن التي لا يمكن للرياح تحريكها منها مما يؤدي في النهاية إلى تشكل الكثبان الرملية. تم تنفيذ هذه الدراسة على منطقة رائدة من البادية السورية و التي توزعت بين محافظتي دير الزور وحمص وبمساحة تقدر ب 23748.5 كم² نظراً لأهمية هذه المنطقة في زحف الرمال منها وإليها مهددة المناطق الحضرية والزراعية المحيطة بمشاكل بيئية وصحية مختلفة. هدف هذا البحث إلى دراسة وتتبع زحف الرمال وحركة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة من خلال: إيجاد معادلة مرجعية يمكن تطبيقها على سلسلة زمنية من الصور الفضائية الملتقطة لحساب قيم نسب الرمل وتوزعها المكاني في ترب منطقة الدراسة، وضع خرائط تبين التوزيع المكاني للرمل المنتشرة في ترب منطقة الدراسة خلال مراحل زمنية تمتد بين عامي (2004 و2022م)، المقارنة بين كل فترتين زمنييتين متتاليتين من الفترات الزمنية المدروسة بين عامي (2004 و2022م) من حيث حساب النسب المئوية لكميات الرمال الداخلة أو الخارجة في كل جزء من أجزاء منطقة الدراسة، حساب مساحات التغير في نسب الرمال الداخلة أو المزاحة بين كل فترتين زمنييتين متتاليتين وذلك لمعرفة اتجاه حركة الرمال والكثبان الرملية في ترب منطقة الدراسة، تحديد المناطق المهددة بزحف الرمال ضمن منطقة الدراسة. تم باستخدام النمذجة الرياضية والبيانات الاستشعارية والحقلية اشتقاق معادلة انحدار خطي متعدد ذات معنوية إحصائية باستخدام إجرائية Stepwise Regression لتقدير نسب الرمال في ترب منطقة الدراسة باستخدام سلسلة زمنية من الصور الفضائية 5, 8 LANDSAT للفترة الممتدة بين عامي 2004 و 2022، حيث تم استخدام هذه السلسلة الزمنية من الصور الفضائية لاحقاً لاشتقاق عدد من الدلائل الطيفية (LST, NDSI, NDVI) و الدلائل الطبوغرافية (DEM, Slope, Aspect) كمتغيرات مستقلة مرتبطة بنسب الرمال في ترب منطقة الدراسة، حيث تبين وجود تغير واضح في كميات الرمال المزاحة أو الداخلة إلى مواقع مختلفة من منطقة الدراسة خلال فترة البحث والممتدة بين عامي 2004 و 2022، إضافة لتغير مساحات هذا التزايد أو التناقص في نسب الرمال بين فترة زمنية و أخرى، إضافة لإختلاف توزعها المكاني، وربما يعزى ذلك لتباين كميات الهطل المطري و تغير توزعها المكاني بين فترة و أخرى مما أدى لتغير كثافة التغطية النباتية والتي تساعد في تثبيت الطبقة السطحية من التربة وتحسين خصائصها الفيزيائية ومنعها من الأزاحة والانتقال، إضافة لاختلاف مواقيت حدوث العواصف الرملية والغبارية خلال العام و تباين مواقع نشأتها والذي يستوجب بالضرورة وجود اتجاهات وشدات مختلفة للرياح والتي تهب خلال العام بمواعيد مختلفة فوق منطقة الدراسة الأمر الذي يؤدي لزيادة نسب الرمال في مساحة ما من منطقة الدراسة ونقصانه في مساحة أخرى عند المقارنة بين فترتين زمنييتين وهو ما أظهره البحث، علماً أن الدراسة بينت ومن خلال دراسة البيانات المناخية لسرعة الرياح في عدد من المحطات المناخية المحيطة بمنطقة الدراسة ولكافة أشهر السنة ولأكثر من عشر أعوام أن الأشهر (أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول) هي الأشهر التي تسود فيها الرياح بسرعات كبيرة مقارنة ببقية أشهر السنة، كما تم في هذه الدراسة تحديد المناطق المهددة بزحف الرمال ضمن منطقة الدراسة من خلال دراسة عدد من العوامل المؤثرة في زحف الرمال وتشكل الكثبان الرملية (سرعة الرياح وشدتها، درجة

الانحدار، اتجاه المنحدر، عدم وجود غطاء نباتي قادر على تثبيت الطبقة السطحية من التربة ومنعها من الانتقال، تواجد الرمال في الطبقة السطحية من التربة)، حيث تبين من خلال اجراء عملية Overlay لكافة العوامل المؤثرة في حركة وانتقال الرمال في ترب منطقة الدراسة وتصنيف هذه العوامل حسب شدة خطورتها إلى خمس مستويات من الخطورة، انتشار المساحات المهددة بانتقال وازاحة الرمال منها في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة وهي مناطق مرتفعة نسبياً عن بقية المناطق الأخرى حيث يصل ارتفاعها إلى ما يقارب 700 م، كما يلاحظ انتشار هذه المساحات على جانبي الطريق الممتد بين مدينة دير الزور ومدينة تدمر بالقرب من منطقة السخنة، حيث تقع هذه المساحات ضمن مستويات الخطورة العالية جداً والعالية لانتقال وازاحة الرمال منها، في حين تتواجد المساحات متوسطة الخطورة لانتقال وازاحة الرمال منها في الجزء الأوسط والشمالي والشمالي الغربي من منطقة الدراسة، وفي الجزء الشرقي المحاذي للحدود العراقية السورية من منطقة الدراسة، وهذا ما يشير إلى أن حوالي ثلثي منطقة الدراسة واقعة في المساحات النشطة التي يتم منها انتقال الرمال وازاحتها باتجاه مناطق أخرى بفعل الرياح، كما تتواجد المساحات المنخفضة الخطورة لانتقال وازاحة الرمال في الجزء الشمالي الشرقي المحاذي لوادي الفرات بالقرب من مدينة البوكمال الحدودية وهذا ربما يعود لكثافة التغطية النباتية في هذه المناطق سواء أكانت تغطية نباتية زراعية أو غطاء نباتي عشبي والتي تعمل على تثبيت الطبقة السطحية من التربة ومنع انجرافها الريحي، كما تتواجد المساحات منخفضة الخطورة لازاحة وانتقال الرمال في الجزء الجنوبي الغربي بالقرب من مدينة تدمر نتيجة لتغطيتها النباتية الجيدة. شكلت مساحات إزاحة وانتقال الرمال العالية الخطورة جداً والعالية ما مقداره 32.68 % من مساحة منطقة الدراسة، بينما كانت النسبة المئوية لمساحة مستوى الخطورة المتوسط ما مقداره 48.87 %، في حين بلغت مساحة مستويي الخطورة المنخفض والمنخفض جداً ما مقداره 18.21 % من مساحة منطقة الدراسة، وهذا ربما يشير إلى سيادة المساحات ذات مستويات الخطورة المتوسط لانتقال وازاحة الرمال على بقية مساحات الخطورة الأخرى وبالتالي إمكانية حدوث تدهور اكبر في هذه المساحات وانضمامها لمستويات الخطورة العالية والعالية جداً.

الكلمات المفتاحية: الكثبان الرملية، الاستشعار عن بعد، البادية السورية، النمذجة الرياضية، العواصف الغبارية.

Abstract

. Sand movement is caused by active winds that carry sand particles from one place to another. The speed of sand movement varies according to the strength and direction of winds, with sand accumulating in places where winds cannot move it, ultimately leading to the formation of sand dunes. This study was conducted in a leading area of the Syrian Desert, located between the provinces of Deir ez-Zor and Homs, with an estimated area of 23,748.5 km². This area is of great importance due to the threat of sand encroachment towards and from it, which endangers the surrounding urban and agricultural areas with various environmental and health problems. The aim of this research was to study and track sand

encroachment and movement of sand dunes in the study area by: establishing a reference equation that can be applied to a time series of satellite images to calculate the spatial distribution of sand and its ratios in the study area, producing maps showing the spatial distribution of sand in the study area during time periods between 2004 and 2022, comparing consecutive time periods from the studied periods in terms of calculating the percentage ratios of sand quantities entering or leaving each part of the study area, calculating the areas of change in sand ratios between consecutive time periods to determine the direction of sand movement and sand dunes in the study area, and identifying the areas threatened by sand encroachment within the study area. Using mathematical modeling, sensor data, and field observations, a multiple linear regression equation with statistical significance was derived using the Stepwise Regression procedure to estimate sand ratios in the soil of the study area using a time series of LANDSAT 8 and 5 satellite images spanning from 2004 to 2022. This time series of satellite images was later used to derive a number of spectral indices (NDVI, NDSI, LST) and topographic indices (DEM, Slope, Aspect) as independent variables related to sand ratios in the soil of the study area. The research showed a clear variation in the amounts of loose or entrained sand entering different sites in the study area during the research period from 2004 to 2022. In addition, there was a variation in the extent of this increase or decrease in sand ratios between different time periods, as well as a difference in their spatial distribution. This may be due to the variation in the amount and spatial distribution of rainfall between different periods, which led to a change in vegetation cover density that helps stabilize the surface layer of soil, improve its physical properties, and prevent it from shifting and moving. Furthermore, the timing and location of sand and dust storms vary throughout the year, requiring different wind directions and intensities that blow over the study area at different times. This leads to an increase in sand ratios in one area of the study area and a decrease in another area when comparing two different time periods, as shown by the research. It is worth noting that the study showed, through analyzing the climatic data on wind speed from several weather stations surrounding the study area for all months of the year over a period of more than ten years, that the months of May, June, July, August, and September are the months in which high wind speeds prevail compared to other months of the year. Additionally, this study identified the areas at risk of sand encroachment within the study area by examining several factors that affect sand encroachment and the formation of sand dunes, including wind speed and intensity, slope degree, slope direction, the absence of vegetation cover capable of stabilizing the surface layer of soil and preventing it from moving, and the presence of sand in the surface layer of soil. Through performing an

overlay process of all the factors affecting the movement and displacement of sand in the soil of the study area and classifying these factors according to their level of severity into five risk levels, the spread of areas threatened by sand movement and displacement was revealed in the southern and southeastern parts of the study area. These areas are relatively high compared to other areas, with an elevation reaching approximately 700 meters. Additionally, these areas are found on both sides of the road between Deir ez-Zor city and Palmyra city near the village of Al-Sukhna, where these areas fall within the high and very high risk levels of sand movement and displacement. On the other hand, areas with medium risk levels of sand movement and displacement are found in the central, northern, and northwestern parts of the study area and in the eastern part adjacent to the Syrian-Iraqi border. This indicates that about two-thirds of the study area is located in active areas where sand is moved and displaced by winds towards other areas. Furthermore, areas with low risk levels of sand movement and displacement are found in the northeastern part adjacent to the Euphrates River near the border town of Al-Bukamal. This may be due to the density of vegetation cover in these areas, whether agricultural or herbaceous, which helps stabilize the surface layer of soil and prevent it from being eroded by wind. Areas with low risk levels of sand displacement and movement are also found in the southwestern part of the study area near Palmyra city due to their good vegetation cover. The high and very high risk levels of sand movement and displacement formed 32.68% of the total area of the study area, while the percentage of the area with medium risk levels was 48.87%. The area with low and very low risk levels comprised 18.21% of the study area. This may indicate that areas with medium risk levels of sand movement and displacement dominate the other risk levels, and thus there is a possibility of further deterioration and joining of these areas to the high and very high risk levels..

Keywords: Sand Dunes, Remote Sensing, Syrian Desert, Mathematical Modeling, Dust Storms