مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

تأثير التغيرات المناخية على قابلية التربة للتعرية الريحية في جنوب العراق

أ.م.د سعاد عبد الله فضيح / جامعة البصرة / كلية الآداب
م.م حيدر صادق كاظم / جامعة البصرة للنفط والغاز / كلية الإدارة الصناعية للنفط والغاز

الملخص

يهدف البحث للكشف عن تأثير التغيرات في العناصر المناخية المؤثرة في القابلية المناخية للتعرية الريحية في محافظات جنوب العراق، وتقييم مدى أسهام كل عنصر في تحديد شدة هذه القابلية، مع تحديد المحافظات الأكثر عرضة لهذه الظاهرة. إذ تم تحليل الخصائص المناخية للعناصر المرصودة ضمن دورتين مناخيتين كبرتين ، تمثلت الاولى بالدورة المناخية (١٩٦٠- ١٩٩٠) في حين تمثلت الثانية بالدورة المناخية (١٩٩١-٢٠٢٣) . وقد كشفت الدراسة وفقاً لتطبيق المعادلة التي أقترحتها منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO ، عن تسجيل المعدلات السنوية ومعظم المعدلات الشهرية لكميات الأمطار والرطوبة النسبية في محافظات جنوب العراق اتجاهات سالبة نحو الانخفاض في نسب التغير بين الدورتين المناخيتين ، كما اتخذت نسب التغير في المعدلات السنوية و الشهرية لدرجات الحرارة وكميات التبخر وسرعة الرياح في محافظات جنوب العراق اتجاهاً موجباً يعكس ميلاً واضحاً نحو الارتفاع، مما يسهم في زيادة العجز المائي و تفاقم فترات الجفاف ، الأمر الذي ينعكس على ارتفاع قيم القابلية المناخية للتعرية، فيما سجلت نسب التغيرالسنوي للقابلية المناخية للتعرية الريحية اتجاهًا متصاعدا بين الدورتين المناخيتين في جميع محافظات العراق ، ففي محافظة البصرة بلغت نسبة التغير (١٢٩.٧٧%)، تلتها محافظة بنسبة تغير بلغت (١٢٩.٢٣%)، في حين سجلت محافظة ذي قار (٤٣.٤٣%) ، في حين أظهرت قيم التوزيع الشهري اتجاهًا موجبًا يعكس الارتفاع الواضح في شدة القابلية المناخية في جميع محافظات جنوب العراق، ففي محافظة البصرة حقق شهر أيلول أعلى نسبة تغير بلغت (١٨٨.٦٥%). في المقابل سجلت محافظة ميسان في شهر حزيران أعلى نسبة تغير (٣٥٠.٣٣%). بينما سجل شهر آب في محافظة ذي قار أعلى نسبة تغير (٥٧.٣٥%).

الكلمات المفتاحية: (التغيرات المناخية، التربة، التعرية الريحية).

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

The Impact of Climate Change on Soil Susceptibility to Wind Erosion in Southern Iraq

Assistant Professor Dr. Suad Abdullah Fadhih / University of Basrah / College of Arts
Assistant Lecturer Haider Sadiq Kadhim / University of Basrah for Oil and Gas / College of Industrial Management for Oil and Gas

Abstract

This research aims to investigate the impact of changes in climatic elements affecting the climatic susceptibility to wind erosion in the southern Iraqi governorates, and to assess the contribution of each element in determining the severity of this susceptibility, while identifying the governorates most vulnerable to this phenomenon. The climatic characteristics of the observed elements were analyzed within two major climatic cycles: the first being the 1960-1990 cycle, and the second being the 1991-2023 cycle. The study, based on the equation proposed by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), revealed that annual averages and most monthly averages for rainfall and relative humidity in the southern Iraqi governorates showed a negative trend towards a decrease in the rate of change between the two climatic cycles. Conversely, the rates of change in annual and monthly averages for temperature, evaporation, and wind speed in the southern Iraqi governorates showed a positive trend, reflecting a clear upward tendency. This contributes to increased water scarcity and exacerbates drought periods, which in turn leads to higher climatic susceptibility to erosion. The annual rate of change in climatic susceptibility to wind erosion showed an upward trend between the two climatic cycles in all Iraqi governorates. In Basra Governorate, the rate of change reached 129.77%, followed by another governorate with a change of 129.23%, while Dhi Qar Governorate recorded 43.43%. The monthly distribution values showed a positive trend, reflecting a clear increase in the intensity of climatic susceptibility in all southern Iraqi governorates. In Basra Governorate, September recorded the highest rate of change. (188.65%). In contrast, Maysan Governorate recorded the highest rate of change in June (350.33%). Meanwhile, Dhi Qar Governorate recorded the highest rate of change in August (57.35%).

Keywords: (climate change, soil, wind erosion).

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

المقدمة

تشهد محافظات جنوب العراق تحديات بيئية متزايدة ناجمة عن التغيرات المناخية، والتي تظهر في ارتفاع درجات الحرارة، وتراجع معدلات الهطول المطري، وتواتر موجات الجفاف، وازدياد حدة وسرعة الرياح، وقد أسهمت هذه الظروف في تعزيز القابلية المناخية للتعرية الريحية ، مما سرّع من معدلات التصحر وتدهور الخصوبة الطبيعية للتربة، وأدى ذلك إلى انخفاض إنتاجيتها الزراعية، مهدداً بذلك الأمن الغذائي على المستويين المحلي والوطني. إن خطورة هذه الظواهر لاتنحصر في المجال البيئي فحسب، بل تمتد لتشمل الجوانب الاجتماعية والاقتصادية ايضاً، حيث تتسبب في ارتفاع معدلات الفقر والجوع، وانتشار الأمراض المرتبطة بسوء التغذية ، وزيادة وتيرة الهجرة القسرية، فضلًا عن تفاقم النزاعات على الموارد الطبيعية، ولا سيما الأراضي الصالحة للزراعة والمياه. ومن منظور علمي، يتطلب التعامل مع هذه التحديات البيئية دراسات كمية ومنهجية لقياس مؤشرات التغير في الطبقة السطحية للتربة، بما في ذلك معدلات الفقد الناجم عن التعرية الريحية، وتحليل العوامل المناخية والجيومورفولوجية المؤثرة فيها. ويسهم هذا النهج في تحديد الأسباب الجذرية للتدهور البيئي واقتراح استراتيجيات التخفيف، مثل تبني أنظمة الإدارة المستدامة للأراضي، وتحسين الغطاء النباتي، وتعزيز تقنيات حصاد المياه، وتطوير خطط التكيف مع التغير المناخي من أجل تعزيز الاستدامة البيئية في محافظات جنوب العراق، والحد من مخاطر التغير المناخي والتدهور البيئي، وحماية الموارد الطبيعية لصالح الأجيال الحالية والمستقبلية.

مشكلة البحث / تتجسد مشكلة البحث بالأسئلة التالية

١. الى أي حد يسهم التغير المناخي في زيادة قابلية التربة للتعرية الريحية في جنوب العراق ؟
٢. ما أثر الخصائص المناخية لمحافظات جنوب العراق في زيادة قابلية التربة لعمليات التعرية الريحية ؟
٣. أي العوامل المناخية يسهم بشكل أكبر في التأثير على القابلية المناخية للتعرية الريحية ؟

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

فرضيات البحث / يفترض البحث في إطار دراسته ، أثر التغير المناخي في القابيلة المناخية للتعرية الريحية

١. أدى التغير المناخي ممثلاً بأرتفاع درجات الحرارة، وأنخفاض معدلات الأمطار، وشح المياه وزيادة سرع الرياح الى أرتفاع القيم الرقمية للقابلية المناخية للتعرية الريحية في محافظات جنوب العراق
٢. أدت الخصائص المناخية السائدة في محافظات جنوب العراق الى زيادة حدة التعرية الريحية التي تتعرض لها التربة.
٣. إن العناصر المناخية المتمثلة بـ (سرعة الرياح والتبخر والأمطار) من أكثر العناصر تأثيرا في القابلية المناخية للتعرية الريحية.

هدف البحث

١- تحليل التغيرات في العناصر المناخية المؤثرة في القابلية المناخية للتعرية الريحية وتقييم مدى أسهام كل عنصر في تحديد شدة هذه القابلية .
٢- تقييم القابلية المناخية للتعرية الريحية في ترب محافظات جنوب العراق مع تحديد المناطق الأكثر عرضة لهذه الظاهرة .
٣- تحليل تأثير التغير المناخي في قيم قابلية الترب في محافظات جنوب العراق للتعرية الريحية

حدود الدراسة/ تتمثل حدود الدراسة بالأبعاد التالية

أ- البعد المكاني: يتمثل البعد المكاني لمنطقة الدراسة بمحافظات جنوب العراق (البصرة ، وميسان و ذي قار) التي تقع فلكياً بين دائرتي عرض (٢٩.٠٥ – ٣٢.٤٥) شمالاً وبين قوسي طول (٤٥.٥٠ – ٤٨.٣٠) شرقاً، وهي تقع في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من العراق وتطل على رأس الخليج العربي ويحدها من الشمال محافظة واسط ومن الجنوب الخليج العربي و الكويت ومن الشرق أيران ومن الغرب محافظتي القادسية **والمثنى) خريطة (١) (الزيدي ، ٢٠١٦ : ص١٠) .**

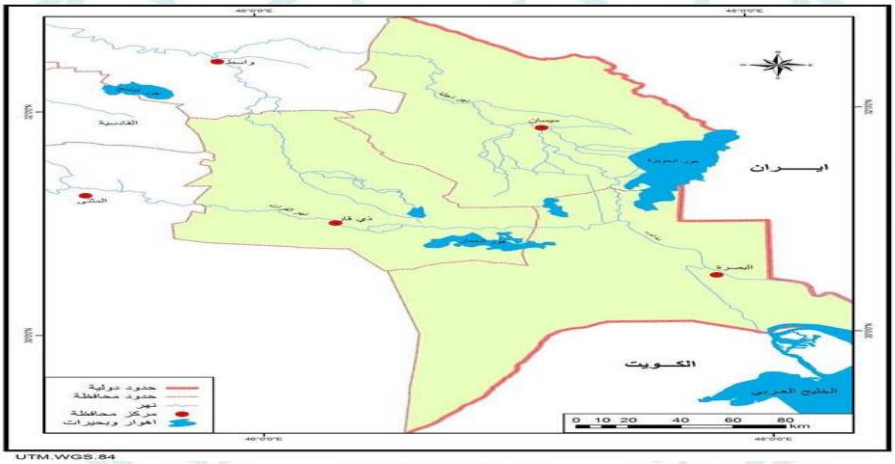
مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

ب الحدود الزمانية: أنحصرت الدراسة في تحليل البيانات المناخية ضمن دورتين مناخيتين كبريين، تمثلت الاولى بالدورة المناخية (١٩٦٠- ١٩٩٠) في حين تمثلت الثانية بالدورة المناخية (١٩٩١- ٢٠٢٣).

ج – الحدود النوعية: تم تطبيق (المعادلة التي أقترحتها منظمة الغذاء و الزراعة الدولية (F . A . O)) لتقديرالقابلية المناخية للتعرية الريحية ، كما تم أحتساب نسبة التغير بالاعتماد على النموذج (القيمة الجديدة – القيمة الاصلية) / القيمة الاصلية *١٠٠ .

خريطة (١)

حدود منطقة الدراسة



المصدر: شاكر عبد عايد الزيدي، تأثير الخصائص المناخية في تركيز وترسيب ملوثات الهواء في محافظات البصرة وذي قار وميسان، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة / كلية التربية ، ٢٠١٦ ، ص١٠

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

ثانياً – تقييم التغيرات في العناصر المناخية المؤثرة في القابلية المناخية للتعرية الريحية في محافظات جنوب العراق

تعد القابلية المناخية للتعرية الريحية مقياسا لقدرة بعض العناصر المناخية في تكوين حالات تؤدي الى جفاف وتفكك الطبقة السطحية للتربة غير المحمية بغطاء نباتي مما يسهل للرياح نقل تلك الحبيبات عندما تهب بسرعة كافية، وبذلك تعرف التعرية الريحية للتربة على أنها عملية رفع ونقل الحبيبات الجافة والمفككة القابلة للتعرية من الطبقة السطحية للتربة بفعل الطاقة الحركية للرياح (المالكي،٢٠١٦:ص١٠١) . أن معدلات درجة الحرارة، الرطوبة النسبية سرعة الرياح، كمية الأمطار، كميات التبخر، تعد من أبرز العناصر المناخية المؤثرة في القابلية المناخية للتعرية الريحية، وإن تقييم هذه العناصر في محافظات جنوب العراق يعد مدخلاً أساسياً لفهم طبيعة التباينات المناخية فيها، وما يترتب عليها من أنعكاسات في مستوى شدة التعرية الريحية ومخاطرها.

١- درجة الحرارة

تمثل درجة الحرارة عنصراً مناخياً محورياً يؤثر بشكل غير مباشر على قابلية التربة للتعرية الريحية ، إذ تتحكم في سرعة الرياح وأتجاهها، كونها تعكس الطاقة الحركية لجزيئات الهواء مما يعزز قدرة الرياح على نقل الجسيمات الدقيقة من التربة. كما تؤثر درجة الحرارة على معدلات التبخر والرطوبة النسبية للتربة والهواء المحيط بها، وبناءً على ذلك، فإن درجة الحرارة تعتبر هي العامل الحاسم والمكمل للعناصر المناخية الاخرى المؤثرة في تحديد فاعلية عمليات التعرية الريحية.

يتضح من تحليل معطيات الجدول (١) بأنَّ المعدل السنوي لدرجات الحرارة قد سجل نسب تغير موجبة بين الدورتين المناخيتين في المحافظات الثلاث، حيث تصدرت محافظة ميسان أعلى معدل تغير سنوي بلغ (١٣.٥٢%)، جاءت بعدها محافظة ذي قار بمعدل(٨.١٨%) ، ثم محافظة البصرة بمعدل (٧.٥١%)، ويعكس هذا التباين دور الخصائص الطبيعية (المناخية والجغرافية) لكل محافظة في تحديد شدة الاستجابة للتغيرات الحرارية. وعلى المستوى الشهري،

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

أظهرت جميع الأشهر في المحافظات الثلاث نسب تغير موجبة بين الدورتين المناخيتين، مما يعكس أتجاهاً عاماً نحو أرتفاع درجات الحرارة، فقد سجلت البصرة أعلى نسب تغير في أشهر الصيف، بلغ أقصاها في شهر حزيران بنسبة (١٠.٤٥%)، وهو ما يعكس أرتفاع مستوى التأثر بالاحترار الصيفي، في حين سجلت أدنى نسبة تغير في شهر تشرين الثاني بواقع (٢.٨٩%). أما ميسان فقد سجلت أعلى نسب تغير في شهر تشرين الثاني بنسبة (٣٣.٤٣) بينما كانت أدنى نسبة تغير في شهر أيار بواقع (٨.٨٣%). وفي المقابل، ظهرت محافظة ذي قار بتسجيلها أعلى نسبة تغير في شهر كانون الثاني بواقع (١٨.٨١%)، وأدنى نسبة في شهر أيلول بواقع (٢.٧٤%).

جدول (١)

نسب التغير لمعدلات درجات الحرارة (م) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الأشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الاولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	32.14	33.4	3.89	32.45	40.15	23.70	32.46	33.36	2.74
تشرين ١	26.32	27.07	2.84	26.10	28.8	10.31	26.65	28.70	7.72
تشرين ٢	19.2	20.1	4.6875	18.66	24.9	33.43	19.02	20.35	7.021
كانون ١	14.26	15.75	10.43	12.71	14.2	11.64	13.08	14.73	12.57
كانون ٢	12.76	13.3	4.19	١١	12.1	٩.٩	11.05	13.12	18.81
شباط	15.16	16.35	7.79	13.52	15.3	13.11	14.19	15.39	8.42
آذار	19.30	20.87	8.10	17.72	21	18.45	18.53	20.05	8.16
نيسان	25	27	8	23.74	26.05	9.71	24.23	25.71	6.08
أيار	30.55	32.9	7.68	30.04	32.7	8.83	28.43	31.92	12.27
حزيران	33.47	36.97	10.45	34.03	37.5	10.18	33.56	36.21	7.9

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

تموز	35.21	38.5	9.32	36.43	39.45	8.27	35.43	38.34	8.21
آب	34.66	38.25	10.34	35.35	39.15	10.72	35.08	37.72	7.54
المعدل	24.84	26.7٠	7.51	24.31	27.60	13.52	24.31	26.30	8.18

المصدر : وزاره النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ ، بيانات غير منشوره لسنة ٢٠٢٣

٢- الرطوبة النسبية

تعد الرطوبة النسبية للهواء خصوصاً في البيئات الجافة وشبه الجافة، المحدد الأكثر أهمية لقابلية التربة للتعرية على المدى القصير، حيث تسهم التغيرات في الرطوبة الجوية في تعديل محتوى الرطوبة في التربة، ما ينعكس على استقرارها البنيوي، وقد بينت الدراسات أن التربة تكون أكثر هشاشة عند رطوبة نسبية بين ٣٥% و٦٠%، حيث تمتص الحبيبات كمية محدودة من بخار الماء تقلل تماسكها، فتتحرك بالرياح بسهولة، أما إذا انخفضت الرطوبة عن ٣٥%، تبقى الحبيبات جافة ومتماسكة ميكانيكيًا، فتحتاج رياح أقوى لفصلها. وعند ارتفاعها فوق ٦٠%، تتشكل روابط مائية بين الحبيبات تزيد تماسكها، مما يرفع سرعة الرياح المطلوبة للتعرية.(Davi and D,Odorico,2005:p.L21404). وبناءً على ذلك، يمكن اعتماد الرطوبة النسبية مؤشراً دقيقاً للتنبؤ بالتعرية الريحية لترب جنوب العراق، إذ تزداد قوة تأثير الرياح مع انخفاضها .

إذا تتبعنا نسب التغير للمعدلات السنوية للرطوبة النسبية بين الدورتين المناخيتين في جدول (٢) سنجدها جميعاً أتسمت بانخفاضات سالبة، تعكس تزايد الجفاف النسبي في محافظات جنوب العراق، وقد سجلت محافظة ذي قار المرتبة الأولى بأعلى انخفاض سنوي (-٣٣%) نتيجة تعرضها لظروف مناخية حارة وجافة أكثر حدة، جاءت بعدها محافظة البصرة (-٢٩.٣٨%)، ثم محافظة ميسان (-١٣.٧٥%) التي سجلت أدنى انخفاض نسبي على المستوى السنوي. أما على المستوى الشهري، فقد أظهرت القيم الأعلى السالبة لنسب التغير في أشهر الصيف ارتباطًا واضحاً بارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر، إذ بلغ الانخفاض الأقصى في حزيران بمحافظة البصرة (-٤٩.٢٤%)، جاءت بعدها محافظة ذي قار في

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

حزيران (-٤٨.٤٠%)، ثم ميسان في تموز (-٣٥.٨١%). وعلى النقيض، سُجلت الأشهر الباردة أو الانتقالية أدنى القيم ، نتيجة زيادة الرطوبة الجوية وتراجع معدلات التبخر، حيث بلغ في تشرين الثاني بذي قار (-١٦.١٦%)، وفي كانون الأول بالبصرة (-٨.٧٤%)، وفي كانون الثاني بميسان (-٤.٧٥%)، ويلاحظ من ذلك أن محافظة ذي قار قد تميزت بأعلى مدى تباين شهري بين القيم القصوى والدنيا لنسب التغير، مما يعكس شدة التذبذب المناخي بين فصلي الصيف والشتاء مقارنة بالمحافظتين الآخرتين.

جدول (٢)

نسب التغير لمعدلات الرطوبة النسبية (%) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الأشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	40.93	24.5	-40.14	33.4	29.1	-12.87	27.12	17.5	-35.49
تشرين ١	49.29	31	-37.10	46.3	42.5	8.94	36.77	24.57	-33.18
تشرين ٢	62.35	54	-13.39	60	55.4	-7.66	52.35	43.89	-16.16
كانون ١	71.22	65	-8.74	68.6	65	-5.24	64.80	50.07	-22.73
كانون ٢	72.54	68.5	-5.58	73.6	70.1	-4.75	70	50.28	-28.16
شباط	65.4	55	-15.96	63.7	60.2	-5.49	58.22	41.82	-28.17
آذار	57.16	44.5	-22.15	56.6	50.3	-11.13	48.19	32.35	-32.86
نيسان	50.87	36.5	-28.24	50.6	45.5	-10.07	42.16	29.21	-30.70
أيار	43.03	24.5	-43	48.6	35.1	-27.77	33.54	20.5	-38.89
حزيران	38.41	19.5	-49.24	40.4	25.2	-37.62	26.58	13.71	-48.40
تموز	37.35	20.5	-45.12	36.3	23.3	-35.81	24.93	13.64	-45.28
آب	38.32	21.5	-43.89	29.6	25	-15.54	24.96	15.17	-39.20
المعدل	52.24	38.75	-29.38	50.325	44.20	-13.75	42.47	29.39	-33.27

المصدر: وزاره النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ ، بيانات غير منشوره لسنة ٢٠٢٣

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

٣- سرعة الرياح

تحدث عملية التعرية عندما تكون قوة ضغط الرياح المسلطة على الحبيبات الجافة و المفككة لسطح التربة أكثر من قوة الجاذبية مما يؤدي الى فقدان قوة ترابطها بسطح التربة وحركتها و كلما أزدادت سرعة الرياح أزدادت قوة ضغطها على سطح التربة ، ويمكن حساب ذلك على وفق المعادلة الأتية : P=0.006v^3

حيث إن P = قوة ضغط الرياح كغم / م٢ ، V = سرعة الرياح كم / ساعة (جاسم ،٢٠١٥ :ص٧٩)

ووفقاً لهذه المعادلة فأن الرياح التي سرعتها ٤ / ثا تكون قوة ضغطها ٢٤ .١ كغم / م٢ ، أما الرياح التي سرعتها ١٠ م / ثا فأن قوة ضغطها تبلغ ٧.٧٧ كغم / م٢ ، وهذا يعني وجود علاقة طردية بين قوة ضغط الرياح وسرعتها إذ تزداد قوة ضغط الرياح على سطح التربة كلما أزدادت سرعة الرياح . إن عملية فقدان قوة ترابط حبيبات سطح التربة الجافة و المفككة بسطح الأرض وبداية حركتها لا يمكن أن تتم إلاعندما تزداد سرعة الرياح عن السرعة الأولية (السرعة الحرجة) اللازمة لحركة هذه الحبيبات والتي تختلف بأختلاف أقطارها، إذ تبلغ سرعة الرياح الأولية اللازمة لحركة حبيبات الغرين (المتوسط والناعم و الطين) ذات الأقطار (٠.٠١ ملم) (٣.٦ م / ثا) ، فيما سجلت سرعة الرياح اللازمة لحركة حبيبات الغرين الخشن ذات الأقطار (٠.٠٥ ملم) (٣.٨ م / ثا) (المالكي، ١٩٩٠ :ص٦٠).

يتضح من تحليل بيانات الجدول (٣) أن نسب التغير في المعدلات السنوية لسرعة الرياح قد سجلت قيماً موجبة في جميع محافظات جنوب العراق، مما يعكس وجود اتجاه عام نحو زيادة سرع الرياح بين الدورتين المناخيتين. إذ جاءت البصرة بالمرتبة الأولى بنسبة تغير سنوي بلغت (٣١.٦٧%)، تلتها ميسان بنسبة (٢٢.١٤%)، في حين سجلت ذي قار أدنى نسبة تغير بواقع (١٠.٢٥%).وعلى المستوى الشهري، تميزت البصرة بارتفاعات واضحة في نسب التغير، حيث بلغ أعلاها في أيلول بنسبة (٤٢.٣٨%)، مقابل أدناها في حزيران بواقع (٢٦.٣٦%). أما ميسان فقد سُجّلت أعلى القيم خلال أشهر الصيف، إذ بلغ أقصاها في

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

حزيران بنسبة (٥٤.٥٤%)، بينما كانت أدنى قيمة في تشرين الأول بنسبة (٣.٠٩%). وفي المقابل، اتسمت معدلات التغير في ذي قار بانخفاض نسبي مقارنة بالمحافظتين الأخرتين، لكنها أظهرت بدورها نمطاً صيفياً متمثلاً بارتفاع في آب بنسبة (١٦.٣١%)، يقابله أدنى تغير في كانون الثاني بنسبة (٢.٣٢%). وبوجه عام، فإن أرتفاع القيم الموجبة لنسب التغير، وتركزها في أشهر الصيف يشير إلى تأثر المنطقة بظاهرة الاحترار الصيفي وزيادة طاقة الرياح، وهو ما ينعكس مباشرة على أرتفاع القابلية المناخية للتعرية الريحية.

جدول (٣)

نسب التغير لمعدلات سرعة الرياح (م/ثا) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الأشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	3.02	4.3	42.38	3.4	3.7	8.82	3.62	3.76	3.86
تشرين ١	2.62	3.6	37.40	2.91	3	3.09	3.16	3.34	5.69
تشرين ٢	2.6	3.5	34.61	2.8	3.1	10.71	2.85	3.19	11.92
كانون ١	2.62	3.5	33.58	2.47	2.6	5.26	3.01	3.08	2.32
كانون ٢	2.83	3.7	30.74	2.54	2.8	10.23	3.13	3.25	3.83
شباط	3.18	4.1	28.93	2.82	3.3	17.02	3.44	3.63	5.52
آذار	3.46	4.5	30.05	3.17	3.8	19.87	3.65	4.05	10.95
نيسان	3.37	4.4	30.56	3.27	3.8	16.20	3.56	4.03	13.20
أيار	3.56	4.6	29.21	3.2	4	25	3.77	4.29	13.79
حزيران	4.58	5.8	26.63	3.27	5.4	65.13	4.81	5.56	15.59
تموز	4.22	5.6	32.70	3.3	5.1	54.54	4.73	5.37	13.53
آب	3.81	4.9	28.60	3.2	4.5	40.62	4.23	4.92	16.31
المعدل	3.32	4.37	31.67	3.02	3.7	22.14	3.66	4.03	10.25

المصدر : وزاره النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشوره لسنة ٢٠٢٣

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

٤- الامطار

تتميز محافظات جنوب العراق بقلة كمية تساقط الأمطار ، فضلا عن طول مدة الجفاف الذي يمتد من شهر حزيران ولغاية شهر أيلول، المقترن بأرتفاع درجات الحرارة و زيادة كمية التبخر وثمة تناسب عكسي بين كمية الأمطار المتساقطة و القابلية المناخية للتعرية الريحية (المالكي ، ٢٠١٥ :ص١٠٩) ، الأمر الذي ينعكس على قلة كثافة الغطاء النباتي وزيادة تفكك التربة السطحية ، وبالتالي أرتفاع معدلات التعرية الريحية، مما يجعل هذه المحافظات أكثر عرضة للتعرية مقارنة ببقية مناطق العراق.

يتضح من المعطيات الواردة في جدول (٤) أن نسب التغير في المعدلات السنوية لكميات الأمطار في محافظات جنوب العراق سجلت جميعها اتجاهات سالبة، إذ احتلت محافظة ذي قار المرتبة الأولى بانخفاض قدره (-٢٥.٤٦%)، تلتها محافظة البصرة في المرتبة الثانية بنسبة (-١٥.٥٨%)، ثم محافظة ميسان في المرتبة الثالثة بنسبة (-٧.٠٣%). ويشير ذلك إلى تراجع واضح في معدلات الأمطار السنوية في عموم محافظات الجنوب، مع تفاوت في شدة هذا الانخفاض من محافظة إلى أخرى. أما على صعيد التوزيع الشهري، فقد اتسمت معظم الأشهر بانخفاض في نسب التغير. ففي محافظة البصرة سجل أعلى مقدار تغير في شهر تشرين الأول (-٤٤.٢٤%)، في حين بلغ أدنى مقدار في كانون الثاني (-٣.٢٣%). أما محافظة ميسان فقد تميز شهر أيلول فيها بأعلى نسبة تغير بلغت (-٦٧.٢٥%)، في حين سجل شهر كانون الأول أدنى نسبة تغير عند (-٨.٠٨%). وفي محافظة ذي قار بلغت أعلى نسبة تغير في شهر أيار (-٧١.٣٩%)، بينما كانت أدنى نسبة تغير في شهر آذار (-١١.٦٠%).وتُظهر هذه النتائج أن التراجع في كميات الأمطار لايقتصر على المعدلات السنوية فحسب، بل يمتد إلى التوزيع الشهري، الأمر الذي يعكس تزايد عدم الانتظام الزمني لسقوط الأمطار في محافظات جنوب العراق، وهو ما يسهم في تعزيز الجفاف وزيادة القابلية للتعرية الريحية.

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

جدول (٤)

نسب التغير لكميات الامطار (ملم) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الاشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	0	0	0	1.41	0.46	-67.25	0	0	0
تشرين ١	6.6	3.68	-44.24	8.27	6.27	-24.14	4.2	2.37	-43.57
تشرين ٢	20.79	15.05	-27.59	29.56	15.47	-47.65	12.6	17.26	36.98
كانون ١	23.76	27.63	16.28	31.96	29.37	-8.08	16.08	13.05	-18.84
كانون٢	29.64	28.68	-3.23	37.96	30.61	-19.36	24.86	14.12	-43.20
شباط	18.7	11.16	-40.32	17.86	26.92	50.75	17.61	9.78	-44.46
آذار	17.22	11.66	-32.28	31.6	23.41	-25.90	15.77	13.94	-11.60
نيسان	14.21	10.52	-25.96	17.63	14.81	-15.98	13.3	8.25	-37.96
أيار	4.55	2.9	-36.26	8.04	6.77	-15.76	7.83	2.24	-71.39
حزيران	0	0	0	0	0	0	0	0	0
تموز	0	0	0	٠	٠	٠	0	0	0
آب	0	0	0	0	0	0	0	0	0
المجموع	131.83	111.28	-15.58	176.99	164.54	-7.03	112.25	83.66	-25.46

المصدر : وزاره النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ ، بيانات غير منشوره لسنة ٢٠٢٣

٥- التبخر/ النتح الممكن

أن أرتفاع درجة الحرارة من جهة وأنخفاض مقدار الرطوبة النسبية من جهة أخرى قد أدى الى أرتفاع عامل التبخر الشهري حيث بلغ حوالي ٣٣٥٣ – ٤٥١٥ ملم سنوياً، لذا فأن التبخر

العالي عمل على جفاف التربة وهلاك الغطاء النباتي و أصبحت أكثر عرضة للتعرية (سلمان ، ٢٠١٢ :ص١٦٢٤)

أتضح من البيانات الواردة في جدول (٥) أن نسب التغير في كميات التبخر السنوية في محافظات جنوب العراق اتخذت اتجاهاً موجباً يعكس ميلاً واضحاً نحو الارتفاع. فقد سجلت محافظة البصرة أعلى نسبة تغير بلغت (٣٩.٦١%) تلتها محافظة ميسان بنسبة (٣٠.٤٤%) ثم محافظة ذي قار بنسبة (٢٩.٧٥%). ويشير هذا التدرج إلى أن الزيادة في التبخر ليست متجانسة بين المحافظات، بل تتباين تبعاً للظروف المناخية السائدة في كل منها. أما على مستوى التوزيع الشهري، فتظهر النتائج وجود اختلافات مكانية وزمنية واضحة. ففي محافظة البصرة سجلت أشهر الصيف أعلى نسب تغير، إذ بلغ أقصاها في شهر حزيران (٤٦.٨١%)، في حين سجل شهر كانون الثاني أدنى نسبة تغير عند (١٨.٠١%). أما في محافظة ميسان، فقد جاء شهر تشرين الثاني في المرتبة الأعلى بنسبة تغير بلغت (٤٥.٦٤%)، في حين انخفضت النسبة إلى أدنى مقدارها في شهر تشرين الأول (١٨.٦٩%). وبالنسبة لمحافظة ذي قار، فقد بلغت أقصى نسبة تغير في شهر كانون الثاني (٨٥.٣١%) وهو ارتفاع ملحوظ يفوق ما سجلته المحافظات الأخرى، بينما كان أدنى تغير في شهر أيلول عند (١٦.٧٧%). وتشير هذه النتائج إلى أن التبخر في محافظات جنوب العراق يتأثر بوضوح بالعوامل المناخية المرتبطة بتوزيع الحرارة والرطوبة خلال أشهر السنة . كما أن ارتفاع معدلات التبخر يسهم في زيادة العجز المائي ويؤدي إلى تفاقم فترات الجفاف، الأمر الذي ينعكس بدوره على ارتفاع القابلية المناخية للتعرية الريحية وضعف الغطاء النباتي الطبيعي.

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

جدول (٥)

نسب التغير لكميات التبخر (ملم) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الأشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الاولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الاولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الاولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	347.15	463.49	33.51	395.66	541.68	36.90	433.12	505.77	16.77
تشرين ١	240.40	336.74	40.07	252.39	299.57	18.69	303.62	391.53	28.95
تشرين ٢	132.39	168.41	27.20	137.24	199.89	45.64	166.20	207.71	24.97
كانون ١	79.84	104.61	31.01	80.37	96.80	20.44	91.87	141.86	54.40
كانون ٢	70.47	83.17	18.01	61.58	74.07	20.28	70.17	130.04	85.31
شباط	100.44	138.49	37.87	96.95	116.34	20	115.50	170.84	47.91
آذار	151.33	210.19	38.89	142.56	189.29	32.77	176.71	247.13	39.85
نيسان	221.08	309.06	39.79	211.23	255.65	21.02	252.32	327.66	29.85
أيار	316.43	455.59	43.97	280.28	388.92	38.76	341.50	463.62	35.75
حزيران	379	556.45	46.81	373.82	525.93	40.69	453.19	581.93	28.40
تموز	408.81	577.01	41.14	432.68	573.47	32.53	493.45	623.65	26.38
آب	395.16	565.27	43.04	461.52	555.55	20.37	487.55	600.66	23.19
المجموع	2842.57	3968.54	39.61	2926.34	3817.24	30.44	3385.26	4392.45	29.75

المصدر : أستخرجت كميات التبخر بالاعتماد على معادلة أيفانوف، ينظر الى سلام هاتف الجبوري ، علم المناخ التطبيقي، الطبعة الاولى، أحمد الدباغ للطباعة والنشر، بغداد ، ٢٠١٤ ، ص٨٩

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

ثالثاً – تقدير القابلية المناخية للتعرية الريحية في جنوب العراق في ضوء التغير المناخي

تم أستخدام مؤشر منظمة الغذاء و الزراعة الدولية (F . A . O) لغرض تقييم القابلية خلال الدورتين (١٩٦٠– ١٩٩٠)و(١٩٩١–٢٠٢٣) وتتيح هذه المقارنة فهم أتجاهات القابلية المناخي للتعرية الريحية الزمانية والمكانية ، وتحديد اثار التغيرات المناخية على مستوى المخاطر . وقد صممت هذه الطريقة لحساب العامل المناخي للتعرية الريحية بما يتلائم مع طبيعة المناطق الجافة وشبه الجافة (Wang,yang,Fan, Qiao,&sun,2022) و تستخدم المعادلة الصيغة التالية

$$C = \frac{v^3}{100} \quad (\frac{PET-P}{PET}) n$$

حيث أن

C = القابلية المناخية السنوية لتعرية الرياح

v = المعدل الشهري لسرعة الرياح (متر / ثانية)

PET = المعدل الشهري للتبخر / النتح الممكن (ملم)

p = كمية الأمطار الشهرية (ملم)

n = عدد أيام الشهر

تطبيق المعادلة : من العناصر المناخية المثبتة في الجداول (٣ ، ٤ ، ٥) و التي تتضمن (سرعة الرياح، كمية الأمطار، كمية التبخر) التي تتطلبها المعادلة أوجدت القيم الشهرية والسنوية للقابلية المناخية للتعرية الريحية والتي تمت معايرتها مع السلم التصنيفي لدرجة وشدة القابلية المناخية للتعرية الريحية جدول (٦)، وقد أدرجت النتائج في الجدول (٧) ، والذي يلاحظ من خلال تحليل بياناته المعطيات التالية

١– أظهرت النتائج أن القيم السنوية للقابلية المناخية للتعرية الريحية قد سجلت اتجاهًا متصاعدًا بين الدورتين المناخيتين. ففي محافظة البصرة بلغت القيمة السنوية (١٣٨.٨٧ ملم) في الدورة الأولى ضمن حدود التعرية الشديدة، في حين بلغت في الدورة الثانية (٣١٩.١١ ملم) ضمن حدود التعرية الشديدة جدًا، بنسبة تغير قدرها (١٢٩.٧٧%). أما محافظة ميسان

فقد سجلت (٩٣.٣٢ ملم) في الدورة الأولى ضمن حدود التعرية الشديدة، لترتفع إلى (٢١٣.٩٤ ملم) في الدورة الثانية وضمن حدود التعرية الشديدة جدًا، بنسبة تغير بلغت (١٢٩.٢٣%). في حين سجلت محافظة ذي قار (١٨٥.٨٤ ملم) في الدورة الأولى وضمن حدود التعرية الشديدة جدًا، لترتفع في الدورة الثانية إلى (٢٦٦.٥٦ ملم) وبقيت ضمن المستوى نفسه، بنسبة تغير بلغت (٤٣.٤٣%).

٢- وفيما يتعلق بالتوزيع الشهري، فقد أظهرت القيم اتجاهًا موجبًا يعكس الارتفاع الواضح في شدة القابلية المناخية وعلى النحو التالي

أ- في محافظة البصرة سجل شهر أيلول (٨.٢٦ ملم) في الدورة الأولى ضمن حدود التعرية الطفيفة، لترتفع في الدورة الثانية إلى (٢٣.٨٥ ملم) ضمن حدود التعرية المتوسطة، محققًا أعلى نسبة تغير بلغت (١٨٨.٦٥%). في المقابل، سجل شهر حزيران (٢٨.٨٢ ملم) في الدورة الأولى ضمن التعرية المتوسطة، لترتفع في الدورة الثانية إلى (٥٨.٥٣ ملم) ضمن حدود التعرية الشديدة، مسجلًا أدنى نسبة تغير (١٠٣.٠٨%).

ب- أما في محافظة ميسان، فقد سجل شهر حزيران (١٠.٤٨ ملم) في الدورة الأولى ضمن التعرية الطفيفة، لترتفع قيمته في الدورة الثانية إلى (٤٧.٢٣ ملم) ضمن حدود التعرية المتوسطة، محققًا أعلى نسبة تغير (٣٥٠.٣٣%). بينما سجل شهر تشرين الأول (٧.٣٨ ملم) في الدورة الأولى ضمن التعرية الطفيفة، لترتفع قيمته قليلًا إلى (٨.١٩ ملم) في الدورة الثانية وظلت ضمن المستوى نفسه، محققًا أدنى نسبة تغير (١٠.٩٠%).

ج- وفي محافظة ذي قار، سجل شهر آب (٢٣.٤٦ ملم) في الدورة الأولى ضمن التعرية المتوسطة، لترتفع قيمته في الدورة الثانية إلى (٣٦.٩١ ملم) وظل ضمن المستوى ذاته، محققًا أعلى نسبة تغير (٥٧.٣٥%). بينما سجل شهر أيلول (١٤.٢٣ ملم) في الدورة الأولى ضمن التعرية الطفيفة، لترتفع قيمته إلى (١٥.٩٤ ملم) في الدورة الثانية وبقيت ضمن المستوى نفسه، محققًا أدنى نسبة تغير (١٢.٠٥%).

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

جدول (٦)

السلم التصنيفي لدرجة وشدة القابلية المناخية للتعرية الريحية

درجة التعرية الريحية	شدة التعرية الريحية
أقل من ٢٠	**تعرية طفيفة**
٢٠ – ٥٠	**تعرية متوسطة**
٥١ – ١٥٠	**تعرية شديدة**
أكثر من ١٥٠	**تعرية شديدة جداً**

المصدر : عبد الله سالم المالكي، ظاهرة التصحر في العراق وسبل الحد منها ،الطبعة الأولى ، مكتبة دجلة ، بغداد – العراق ، ٢٠١٦، ص١٠٢

جدول (٧)

نسب التغير للقيم الشهرية و السنوية للقابلية المناخية لتعرية الرياح(ملم) لمحافظات البصرة وذي قار وميسان للمدة (١٩٦٠-٢٠٢٣)

الأشهر	البصرة			ميسان			ذي قار		
	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدورة الأولى	الدورة الثانية	نسبة التغير	الدور ة الاولى	الدورة الثانية	نسبة التغير
أيلول	8.26	23.85	188.65	11.74	15.18	29.22	14.23	15.94	12.05
تشرين ١	5.42	14.30	163.82	7.38	8.19	10.90	9.64	11.48	19.01
تشرين ٢	4.44	11.71	163.52	5.16	8.24	59.57	6.41	8.92	39.12
كانون ١	3.91	9.78	149.75	2.81	3.79	34.88	6.97	8.22	17.92
كانون ٢	4.07	10.28	152.70	1.94	3.99	104.91	6.138	9.48	54.54
شباط	7.58	18.37	142.13	5.30	8.01	50.98	10	13.07	30.70
آذار	11.37	26.68	134.47	7.68	14.90	93.94	13.72	19.43	41.53
نيسان	10.74	24.68	129.76	9.61	15.50	61.30	12.82	19.14	49.28
أيار	13.78	29.98	117.49	9.86	19.49	97.58	16.22	24.35	50.07
حزيران	28.82	58.53	103.08	10.48	47.23	350.33	33.38	51.56	54.45
تموز	23.29	54.44	133.68	11.14	41.12	269.12	32.80	48	46.33
آب	17.14	36.47	112.72	10.15	28.24	178.09	23.46	36.91	57.35
المجموع	138.87	319.11	129.77	93.32	213.94	129.23	185.84	266.56	43.43

المصدر : الجداول (٣ ، ٤، ٥) ومعادلة القابلية المناخية للتعرية الريحية

مجلة الدراسات المستدامة
P-ISSN(Print) : 2663-2284
E-ISSN(online): 2663-7413
السنة (٨) المجلد (٨) العدد (٣) تموز. لسنة ٢٠٢٦م - ١٤٤٨ هـ

الاستنتاجات

١. تعد العناصر المناخية (درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، الأمطار ، التبخر) من أكثر العناصر تأثيرا في القابلية المناخية للتعرية الريحية لكونها تؤدي في حالات الى جفاف و تفكك الطبقة السطحية للتربة و من ثم تعريتها بواسطة الطاقة الحركية للرياح.

٢. أظهرت النتائج تسجيل اتجاهات سالبة نحو الانخفاض في نسب التغير بين الدورتين المناخيتين في المعدلات السنوية ومعظم المعدلات الشهرية لكميات الأمطار والرطوبة النسبية في محافظات جنوب العراق.

٣. اتخذت نسب التغير في المعدلات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة وكميات التبخر وسرعة الرياح في محافظات جنوب العراق اتجاهاً موجباً يعكس ميلاً واضحاً نحو الارتفاع ، مما يسهم في زيادة العجز المائي وتفاقم فترات الجفاف، الأمر الذي ينعكس على ارتفاع قيم القابلية المناخية للتعرية.

٤. سجلت نسب التغير السنوي للقابلية المناخية للتعرية الريحية اتجاهًا متصاعدًا بين الدورتين المناخيتين في جميع محافظات العراق، ففي محافظة البصرة بلغت نسبة التغير (١٢٩.٧٧%)، تلتها محافظة بنسبة تغير بلغت (١٢٩.٢٣%)، في حين سجلت محافظة ذي قار (٤٣.٤٣%).

٥. أظهرت قيم التوزيع الشهري اتجاهًا موجبًا يعكس الارتفاع الواضح في شدة القابلية المناخية في جميع محافظات جنوب العراق، ففي محافظة البصرة حقق شهر أيلول أعلى نسبة تغير بلغت (١٨٨.٦٥%). في المقابل، سجلت محافظة ميسان في شهر حزيران أعلى نسبة تغير (٣٥٠.٣٣%). بينما سجل شهر آب في محافظة ذي قار أعلى نسبة تغير (٥٧.٣٥%).

المصادر

١. جاسم، نقاء سلمان (٢٠١٥) تحليل جغرافي لظاهرة التصحر في قضاء علي الغربي محافظة ميسان، رسالة ماجستير، كلية الآداب ، جامعة البصرة.

٢. الزيدي، شاكر عبد عايد، تأثير الخصائص المناخية في تركيز وترسيب ملوثات الهواء في محافظات البصرة وذي قار وميسان، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة / كلية التربية ، ٢٠١٦

٣. سلمان، صلاح داوود، حسن علي نجم، أثر ظاهرة التصحر على تناقص المساحات الزراعية وتدهور الأنتاج الزراعي، مجلة الأستاذ، العدد ٢٠٣ ، كلية التربية – أبن رشد ، جامعة بغداد ، سنة ٢٠١٢

٤. المالكي، عبد الله سالم ، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار و البصرة ، أطروحة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ١٩٩٩

٥. المالكي، عبد الله سالم ، ظاهرة التصحر في العراق وسبل الحد منها ،الطبعة الأولى ، مكتبة دجلة، بغداد – العراق ، ٢٠١٦

٦. المالكي، عبد الله سالم ، المشكلات البيئية في المناطق الجافة، الطبعة الأولى ، دار الوضاح للنشر ، عما ن، الأردن ، ٢٠١٥

7. Ravi, S., and P. D'Odorico (2005), A field-scale analysis of the dependence of wind erosion threshold velocity on air humidity, Geophys. Res. Lett., 32, L21404,

8. Wang, Y., Yang, H., Fan, W., Qiao, C., & Sun, K. (2022). Dynamic variability of wind erosion climatic erosivity and their relationships with large-scale atmospheric circulation in Xinjiang, China. Atmosphere, 13(3), 419