

## دراسة مؤشرات وحساسية التصحر في محافظة البصرة باستخدام النموذج المطور بواسطة مشروع نظم معلومات التصحر لمنطقة البحر المتوسط (DISMED)

الباحث علي حسين محمد

الأستاذ المساعد الدكتور نهاد شاكر سلطان

قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة البصرة

الأستاذ الدكتور محمد عبد الوهاب الاسدي

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية / كلية الآداب / جامعة البصرة

**المخلص:-**

أجريت الدراسة لغرض تقييم مدى حساسية التربة للتصحر في محافظة البصرة الواقعة ضمن المناطق الجافة جنوب جمهورية العراق بين دائرتي عرض  $29^{\circ}06'$  و  $31^{\circ}18'$  شمالاً وقوسي طول  $46^{\circ}34'$  و  $48^{\circ}36'$  شرقاً بواسطة مؤشر حساسية التصحر (ISD) الذي يتم حسابه من المتوسط الهندسي لثلاثة مؤشرات هي دليل جودة التربة ودليل جودة المناخ ودليل جودة الغطاء النباتي وحسب النموذج المطور بواسطة مشروع نظم معلومات التصحر لمنطقة البحر المتوسط (DISMED). وظهرت النتائج ان ترب منطقة الدراسة توزعت بين الترب متوسطة الجودة والترب عالية الجودة حسب دليل جودة التربة وبنسب بلغت  $82,00\%$  و  $11,27\%$  من مساحة منطقة الدراسة وعلى التوالي. اما من حيث دليل جودة المناخ فقد توزعت الترب بين المناطق المعتدلة الجودة والمنخفضة الجودة وبنسب بلغت  $71,4\%$  و  $28,6\%$  من مساحة منطقة الدراسة كما توزعت الترب أيضا بين المناطق المعتدلة والمنخفضة الجودة.

كلمات مفتاحية: جودة التربة، جودة المناخ، جودة الغطاء النباتي، حساسية التصحر، البصرة.

تاريخ القبول: ٢٠٢٣/٠٥/٠٩

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٣/٠٥/٠٢

## Studying the Indicators and Sensitivity of Desertification in Basrah Governorate by Using the Model Developed by the Desertification Information Systems Project for the Mediterranean Region (DISMED)

Assist. Lecturer Ali Hussain Muhammad

Dept. of Soil and Water, College of Agriculture, University of Basrah

Assist. Prof. Dr. Nihaad Shakir Sultan Al-Wali

Dept. of Soil and Water, College of Agriculture, University of Basrah

Prof. Dr. Mohammad Abdul-Wahab Al-Asadi

Dept. of Geography & GIS, College of Arts, University of Basrah

### Abstract:

The study was conducted for the purpose of evaluating the sensitivity of the soil to desertification in the province of Basrah located within the arid areas in the south of the Republic of Iraq between latitudes 29o.06° and 31o.18°N and longitudes 46o.34° and 48o.36°E by means of the index of sensitivity to desertification (ISD) which is calculated from the geometric mean of three indicators, namely soil quality index, climate quality index, and vegetation quality index, according to the model developed by the Desertification Information Systems Project for the Mediterranean Region (DISMED). The results showed that the soils of the study area were distributed between medium quality soils and high quality soils, according to the soil quality index, at rates of 82.00% and 11.27% of the study area, respectively.

**Keywords:** Soil Quality, Climate Quality, Plantation Quality, Desertification Sensitivity, Basra.

Received: 02/05/2023

Accepted: 09/05/2023

**المقدمة:-**

يشكل التصحر وتدهور الأراضي والجفاف تحديات ذات بعد عالمي فهي تسهم في المشاكل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية مثل الفقر والهجرة القسرية والمشاكل الصحية وانعدام الأمن الغذائي وفقدان التنوع الأحيائي وندرة المياه وانخفاض القدرة على التأقلم مع تغير المناخ التي تمثل تحديات خطيرة للتنمية المستدامة في جميع البلدان المتأثرة بظاهرة التصحر، وتمثل ظاهرة التصحر بتدهور التربة التي تؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي وتقلص المساحات الزراعية وارااضي المراعي والغابات وتتركز المشكلة في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة تحت الرطبة ، كنتيجة لعدد من العمليات المتداخلة كتدهور خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. ونشاط عمليات تملح التربة والتعرية الريحية والمائية(١).

بين (٢) ان التصحر نوقش على نطاق واسع في الأوساط العلمية فيما يتعلق بتعريفه وأسبابه وتأثيراته ومواقع حدوثه ومؤشرات وآليات الرصد والقياس والمعالجة واستعملت العديد من المصطلحات للتعبير عن التصحر ففي بداية القرن العشرين عندما كان مفهوم تمدد الأراضي الصحراوية هو السائد استعملت مصطلحات مثل desert encroachment الذي استخدم للدلالة على اجتياح الصحراء للحدود الهامشية الجنوبية للصحراء الكبرى وتقدم الصحراء (desert advance) وزحف الصحراء (desert creep) وتوسع الصحراء (desert expansion) وانتشار الصحاري (spreading deserts).

أشار(٣) إلى ان Lavauden كان اول من استخدم مصطلح التصحر عام ١٩٢٧ لوصف الأنخفاض في إنتاجية الأراضي الرعوية في تونس ومن بعد ذلك شاع استخدامه على يد عالم النبات وخبير الغابات الفرنسي aubreville على الرغم من أن معظم الدراسات التي تناولت موضوع التصحر تشير إلى أن aubreville هو اول من استعمل مصطلح desertification عام ١٩٤٩ عند مناقشته لتدهور الأراضي في المناطق الاستوائية في افريقيا في كتابه المنشور باللغة الفرنسية "Climate, Forest, et Desertification de l'Afrique Tropical" للإشارة إلى عملية التدهور البيئي التي بدأت بالاستبدال التدريجي للغابات المدارية وشبه المدارية في افريقيا بحشائش السافانا ومن ثم إزالة الغطاء النباتي وقد بين أن الحرائق وإزالة الغابات من قبل السكان المحليين هما الأليتين الرئيسيتين اللتين سمحتا بتهيئة ظروف اكثر جفافا مما تسبب بتآكل شديد للتربة وحصول تغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتزايد أنواع النباتات الصحراوية وانتهت العملية بتحول الأراضي إلى صحراء ، وهو بذلك يؤكد على دور المؤثرات البشرية أكثر من المناخ الذي لم يتغير كثيرا خلال الألف سنة الماضية (٤).

ذكر (٥) ان الأمم المتحدة قدمت أول تعريف شامل للتصحر في عام ١٩٧٧ والذي أخذ في الاعتبار الآثار الاقتصادية لهذه الظاهرة، اذ تم تعريف التصحر بأنه "تضاؤل أو تدمير الإمكانات البيولوجية للأرض التي يمكن أن تؤدي في نهاية المطاف إلى ظروف شبيهة بالصحراء. وقد عدل هذا التعريف في عام ١٩٩٤، عندما

عرف التصحر بأنه "تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة الناجم عن الأنشطة البشرية وتغير المناخ"

استخدم تعريف التصحر الذي قدمته الأمم المتحدة في عام ١٩٩٤ على نطاق واسع منذ ذلك الحين، وفتح الأبواب أمام طرائق متعددة لتقييم ظاهرة التصحر، إذ قد تختار البلدان التي تعاني من التصحر متغيرات مختلفة لتحديد مدى حدوئه، والحدود الحرجة لهذه المتغيرات التي تحدد وجود التصحر أو غيابه. وهذه الاختلافات تجعل من الصعب مقارنة واختيار المتغيرات المناسبة لدراسة التصحر، والأهم من ذلك أن هناك اختلافات بشأن التغيرات التي تحدد مخاطر التصحر ومتى يمكن اعتباره غير قابل للإصلاح (١).

أكد (٢) إنَّ إنشاء برامج رصد وتقييم حالة الأرض هو الطريقة الأكثر فعالية لتقييم عمليات التصحر لأنه يساعد على فهم آليات تغير النظام البيئي وتوفيرها المعلومات الضرورية لإدارة وتخطيط الأراضي واتخاذ القرارات السليمة بشأن استخدام الأراضي والمحافظة على سلامة البيئة وصيانتها قبل أن تصبح غير قابلة للعكس ويعد نموذج المناطق الحساسة بيئياً (ESA) الخاص بمشروع التصحر واستعمال الأرض لدول البحر المتوسط (MEDALUS) من أكثر النماذج استخداماً في رصد وتقييم ظاهرة التصحر إذ استخدم الكثير من الباحثين هذا النموذج أو نماذج مشتقة منه في مختلف دول العالم .

طور مشروع نظام معلومات التصحر (DISMED) دليل أو مؤشر حساسية التصحر (DSI) وهو نموذج أو أسلوب مشتق من نموذج المناطق الحساسة بيئياً والذي يتم الحصول عليه من المتوسط الهندسي لثلاث أدلة لها علاقة مباشرة في مدى حساسية البيئة للتصحر هي كل من دليل جودة الغطاء النباتي (VQI) ودليل جودة التربة (SQI) ودليل جودة المناخ (CQI) ويتم حساب هذه المؤشرات وفق ما ورد في تقارير خرائط الحساسية للتصحر لووكالة البيئة الأوروبية (٣). واستخدم (٤) دليل الحساسية البيئية للتصحر في وصف وتصنيف نوعية بعض ترب محافظة الأنبار وتوصل إلى وجود أربع مناطق رئيسية توزعت ما بين منخفضة الحساسية والحساسة جداً.

في دراسة قام بها (٥) باستخدام دليل الحساسية البيئية للتصحر في مشروع ايمن الفرات والصقلاوية في محافظة الأنبار باستخدام نموذج لرصد وتوصيف وتصنيف تدهور الأراضي خلال الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠١٢ وجد أنَّ حالة التدهور تزايدت خلال الفترة التي شملتها الدراسة إذ ازدادت نسبة الأراضي التي كانت ضمن الصنف الحرج (critical) من ٧٥,٥٥% إلى ٩٦,٢٦%، وأكد (٦) إمكانية استخدام هذه الطريقة في تحديد المساحة المعرضة للتصحر وتحديد درجتها. كما أوصت (٧) باستخدام نموذج MEDALUS ووسائل التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة زحف الكثبان الرملية ومتابعة تصحر الأراضي الزراعي.

أشار (٨) إلى أنَّ تحليل حساسية التصحر يتعلق بدراسة العديد من العوامل بما في ذلك التربة والغطاء النباتي والأشكال الأرضية والمناخ والجيولوجيا والنشاط البشري. وتجمع هذه المؤشرات فيما يتعلق بسلوكها بشأن التصحر وتخصص عوامل الترجيح لكل مؤشر ومنها يتم تقييم أربع مؤشرات رئيسية (جودة التربة

وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ وجودة الإدارة). وأخيراً، يحدد مؤشر الحساسية للتصحّر استناداً للوسط الهندسي لهذه المؤشرات.

ذكر<sup>(٥)</sup> ان نموذج تحديد المناطق الحساسة بيئياً (ESA) يتميز بمرونته العالية من حيث إمكانية إضافة او حذف بعض العوامل الداخلة فيه حسب أهميتها ومدى توفرها فضلاً عن إمكانية الحصول على عناصره من تقارير المسوحات الميدانية والبيئية. ونظراً لأهمية مشكلة التصحر ولاتساع مداها أصبح من الضروري تتبع وتقييم هذه الظاهرة باستعمال المؤشرات والوسائل التي اثبتت كفاءتها بالتجربة على الصعيد العالمي، لذا أجريت هذه الدراسة لرصد وتقييم مؤشرات وحساسية التربة للتصحّر في محافظة البصرة وحساب المساحات المتأثرة بالتصحّر.

## ٢- المواد وطرائق العمل

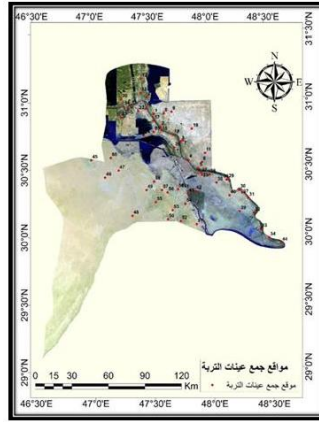
### ٢-١- منطقة الدراسة

أجريت الدراسة في محافظة البصرة الواقعة ضمن المناطق الجافة في الجزء الغربي من قارة اسيا جنوب العراق بين دائرتي عرض  $29^{\circ}06'$  و  $31^{\circ}18'$  شمالاً وقوسي طول  $46^{\circ}34'$  و  $48^{\circ}36'$  شرقاً وبمساحة اجمالية بلغت  $19070$  كم<sup>٢</sup> (شكل ١). واطهرت بيانات الانواء الجوية لمحطة حي الحسين في محافظة البصرة خلال الفترة ١٩٨٨-٢٠٢٠ ان المعدل السنوي لساعات السطوع الفعلي بلغ  $8,8$  ساعة يوم<sup>-١</sup> وبمدى تراوح بين  $6,3$ -  $11,3$  ساعة يوم<sup>-١</sup> في حين بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة  $26,9$  درجة مئوية وبمعدل شهري تراوح بين  $13,2$ -  $36,9$  درجة مئوية وبلغ المعدل السنوي للأمطار الساقطة  $124,9$  ملم سنة<sup>-١</sup> في حين بلغ معدل التبخر السنوي خلال الفترة نفسها بحدود  $2889,1$  ملم سنة<sup>-١</sup>. وتسود في منطقة الدراسة الرياح الشمالية الغربية والتي تبلغ اقصى معدلاتها خلال شهري حزيران وتموز لتصل الى  $5,3$  م ثا<sup>-١</sup>. تعد ترب منطقة الدراسة ذات نظام حراري من نوع Hyperthermic وذلك لكون المعدل السنوي لدرجة الحرارة أكثر من  $22$  درجة مئوية ونظامها الرطوبي من نوع Torric (Aridic) لتعرض الترب للجفاف طيلة ايام السنة.

### ٢-٢- تقدير خصائص التربة

لغرض تقدير خصائص التربة تم تقسيم منطقة الدراسة فيزيوغرافياً الى قسمين القسم الشرقي الذي يقع ضمن الطرف الجنوبي من منطقة سهل الرافدين والقسم الغربي الذي يعد امتداداً للصحراء الغربية والمتمثل بتكوينات الدبديبة ويعد الخط الكنتوري  $5$  م هو الحد الفاصل بين المنطقتين جمعت عينات التربة من القسم الشرقي وبأسلوب المسح الحر من عدة مسارات والتي تمثلت بمناطق كتوف الأنهار وذئاب الأنهار واحواض الأنهار ومناطق الاهوار المجففة والمنبسطة الساحلية اما الإقليم الغربي الذي يمثل الترب الصحراوية فقد صنفت حسب طبيعة استغلال الأرض الى مناطق مزروعة ومناطق غير مزروعة وجمعت عينات تربة مثارة وغير مثارة من كل قسم على حدة ولغاية العمق  $1$  متر ووضعت في أكياس من البولي اثلين كما تم تحديد عمق

الماء الأرضي وعمق التبعع اللوني في كل موقع ويظهر شكل ١ خريطة منطقة الدراسة مبيناً عليها مواقع جمع نماذج التربة .



شكل ١ خارطة تمثل منطقة الدراسة مبينا فيها مواقع جمع عينات التربة

نقلت عينات التربة الى المختبر لغرض اجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية عليها اذ قدرت نسجة التربة بطريقة الماصة الحجمية وقدرت الكثافة الظاهرية بطريقة الأسطوانة للترب الطينية وطريقة قمع الرمل للترب الرملية وقدر معدل القطر الموزون كدليل لثباتية تجمعات التربة باستخدام طريقة النخل الرطب وكما ورد في (١) وتم قياس الايصالية الكهربائية للتربة في راشح عجينة التربة بواسطة جهاز EC-meter كما تم قياس درجة تفاعل التربة باستخدام جهاز PH-Meter وقدرت الكاربونات الصلبة عن طريق اكسدتها بواسطة N HCl و كما جاء في (٢) وقدرت المادة العضوية بطريقة Walkely and Black الواردة في (٣) ويمثل جدول ١ المعدلات العامة لخصائص التربة في كل موقع. كما استخدمت بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DIM) والتي تم الحصول عليها من موقع المسوحات الجيولوجية الأمريكي (٤) لغرض تحديد درجة الانحدار. تم اعداد خرائط التوزيع المكاني وحساب المساحات بالاعتماد على نتائج التحليلات المختبرية وبيانات الانواء الجوية ونماذج الارتفاعات الرقمية باستخدام برنامج ArcGIS v.10.7.1

جدول ١ المعدلات العامة لخصائص التربة في منطقة الدراسة

Physical And Chemical Properties	Eastern Region					Western Region	
	River Banks	River Tails	River Basins	Dried Marshes	Coastal Areas	Cultivated Desert	Uncultivated Desert
Number of Profile	21	6	6	7	4	9	7
Sand (g kg <sup>-1</sup> )	159.39	110.21	82.19	82.23	172.79	823.69	830.83
Silt (g kg <sup>-1</sup> )	510.79	513.08	496.08	503.68	423.77	86.58	70.23
Clay (g kg <sup>-1</sup> )	329.82	376.71	421.73	414.09	403.44	89.73	98.94
texture	SiCL	SiCL	SiC	SiC	SiC	LS	LS
Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )	1.37	1.37	1.38	1.4	1.33	1.54	1.6
MWD (MM)	0.3	0.25	0.21	0.28	0.28	0.16	0.15
pH	7.71	7.74	7.57	7.61	7.77	7.69	7.73
EC (ds m <sup>-1</sup> )	8.53	15.74	48.44	14.39	29.76	3.63	4.21
OM (g kg <sup>-1</sup> )	8.68	4.68	3.42	8.59	5.15	6.15	2.87
CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	421.11	422.71	441.38	422.36	410.25	156.72	138.71
Groundwater (cm)	101.73	131.67	86.67	107.14	0	>500	>500
Mottling (cm)	65	66.67	68.33	66.43	0	no	no

## ٣-٢- حساب مؤشرات حساسية التصحر

## ١-٣-٢- دليل الحساسية للتصحر (DSI) Desertification Sensitivity Index

تم حساب دليل الحساسية للتصحر حسب النموذج المطور بواسطة مشروع نظام معلومات التصحر لمنطقة البحر المتوسط (DISMED) من المتوسط الهندسي لثلاثة دلائل وهي نوعية التربة والمناخ والغطاء النباتي وكما ورد في (١) وكما يلي

## ٢-٣-٢- دليل نوعية التربة (SQL) Soil Quality Index

تم تقدير جودة التربة من خلال الوسط الهندسي لثمانية عوامل هي كل من مادة الأصل (PM) وعمق التربة (Dep) والنسجة (Tex) والانحدار (Sl) وحالة البزل (Dr) وملوحة التربة (Sa) ونسبة المادة العضوية (OM) ونسبة كاربونات الكالسيوم (Ca) بعد تحديد وزن لكل مؤشر حسب دوره في احداث التصحر وكما في جدول ٢ وكما ورد في (٢) و(٣) و(٤) ومن ثم تم حساب دليل جودة التربة وفق المعادلة التالية

$$SQL = \sqrt[4]{(PM \cdot Dep \cdot Tex \cdot Sl \cdot Dr \cdot Sa \cdot OM \cdot Ca)}$$

جدول ٢ الأصناف والأوزان لقيم المؤشرات الداخلة في حساب دليل نوعية التربة

الدرجة	المقياس	الوصف	الوصف	المؤشر
1.00	الحجر الجيري، الدولوميت، الحجر الرملي غير الهش، الحجر الجيري الصلب	مادة اصل متماسكة	1	مادة الأصل
1.50	الحجر الرملي الهش، الحجر الجيري البحري	مادة اصل معتدلة التماسك	2	
2.00	الطين الجيري، الطين، الرواسب الرملية والغرينية والطينية	مادة اصل ناعمة الى هشة	3	
1.00	> 75	عميقة	1	عمق التربة سم
1.33	75-30	متوسطة	2	
1.66	30-15	ضحلة	3	
2.00	< 15	ضحلة جدا	4	
1.00	مزيجية ، مزيجية طينية رملية ،مزيجية رملية ،رملية مزيجية ، مزيجية طينية	جيدة	1	النسجة
1.33	طينية رملية ، مزيجية غرينية ، مزيجية طينية غرينية	معتدلة	2	
1.66	غرينية ، طينية ،طينية غرينية	فقيرة	3	
2.00	رملية	فقيرة جدا	4	
1.00	< 6	مستوية الى قليلة الانحدار	1	الانحدار
1.33	6-18	معتدلة الانحدار	2	
1.66	18-35	منحدرة	3	
2.00	35 <	شديدة الانحدار	4	
1.00	عمق التبقع أكثر من 150 سم	سريعة	1	معدلة التصرف
1.20	90-150	جيدة	2	
1.40	50-90	معتدلة	3	
1.60	25-50	ناقصه	4	
1.80	أقل من 25	رديئة	5	
2.00	متغلقة	رديئة جدا	6	
1.00	أقل من 4	منخفضة	1	لمرجحة التربة
1.33	4-8	متوسطة	2	
1.66	8-16	عالية	3	
2.00	أكثر من 16	عالية جدا	4	
1.00	أكثر من 3	عالية جدا	1	المعدلة التصرفية %
1.25	2-3	عالية	2	
1.50	1-2	معتدلة	3	
1.75	1-0.5	منخفضة	4	
2.00	أقل من 0.5	منخفضة جدا	5	
1.00	أقل من 3%	قليلة جدا	1	كاربونات الكالسيوم
1.25	3-10	قليلة	2	
1.50	10-25	متوسطة	3	
1.75	25-50	عالية	4	
2.00	أكثر من 50%	عالية جدا	5	
1.00	< 1.33	نوعية عالية	1	نوعية التربة
1.50	1.33-1.66	نوعية معتدلة	2	
2.00	> 1.66	نوعية منخفضة	3	

## ٣-٣-٢ دليل نوعية المناخ (CQI) Climate Quality Index

تم تقييم نوعية المناخ من خلال ثلاث معايير مهمة في توفر المياه للنبات شملت دليل المطر rainfall ودليل القاحلية aridity index واتجاه المنحدر Aspect حيث تم الحصول على البيانات المناخية من المحطات المناخية الموجودة داخل منطقة الدراسة وخارجها والمتمثلة بمعدلات التساقط والتبخير - نتح ودرجات الحرارة وسرعة الرياح لتقدير دليل المطر ودليل القاحلية أمّا اتجاه المنحدر فتم تحديده باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الذي تم الحصول عليه من موقع المسوحات الجيولوجية الأمريكي (USGS). تم إعطاء وزن لكل مؤشر حسب تأثيره في احداث التصحر وكما مبين في جدول ٣ الوارد في (٧).

جدول ٣ يبين الأصناف والأوزان لقيم المؤشرات الداخلة في حساب دليل جودة المناخ

المؤشر	الصنف	الوصف	المقياس	الوزن
كمية الامطار	1	مناطق رطبة	> 650	1.00
	2	مناطق شبه جافة	280-650	1.50
	3	مناطق جافة	< 250	2.00
دليل القاحلية	1	رطب	0.65	1.00
	2	قاحل شبه رطب	0.5-0.65	1.25
	3	شبه قاحل	0.2-0.5	1.50
	4	قاحل	0.05-0.2	1.75
	5	شديد القاحلية	< 0.05	2.00
اتجاه المنحدر	1	نوعية عالية	شمال شرق وشمال غرب	1.00
	2	نوعية منخفضة	جنوب شرق وجنوب غرب	2.00
المناخ	1	نوعية عالية	< 1.33	1.00
	2	نوعية معتدلة	1.33-1.66	1.50
	3	نوعية منخفضة	> 1.66	2.00

تشير زيادة أوزان القيم إلى شدة تأثير العامل في احداث التصحر وكلما قلة القيمة دلت على الجودة العالية

وقد تم تقدير دليل القاحلية (AI) وفقاً للصيغة التالية الواردة في (٧)

$$AI = P/PET \quad (2)$$

اذ أن: P = المتوسط السنوي لهطول الأمطار      PET = المعدل السنوي للتبخير نتح المتوقع

وتم حساب قيمة دليل جودة المناخ وفق المعادلة التالية

$$CQI = \sqrt[3]{(rainfall * aridity index * Aspect)} \quad (3)$$

٣-٣-٤-٤-٢ مؤشر نوعية الغطاء النباتي (VQI) Vegetation Quality Index

تم تقدير هذا الدليل على اساس المتوسط الهندسي لثلاث مؤشرات وكما مبين في المعادلة التالية

$$VQI = \sqrt[3]{(EP . RD . GC)} \quad (4)$$

إذ أن: EP = دليل حماية التربة من التعرية      RD = دليل مقاومة الجفاف      GC = دليل التغطية النباتية

٣-٣-٤-١-١-٤-٢ دليل حماية التربة من التعرية: ويحسب من حاصل ضرب لثلاث مؤشرات هي:

١-٤-١-١ عامل التعرية الريحية: (EF) soil erodibility factor وحسب كما ورد في (٧) وكما يلي



$$EF = [29.09 + (0.31 * \%sand) + (0.17 * \%silt) + (0.33 * \%sand/clay) - (4.66 * \%OM) - (0.95 * \%CaCO_3)] / 100$$

5

٢- عامل تقشر التربة: soil crust factor (SCF) وحسب كما ورد في (١).

$$SCF = 1 / (1 + 0.0049(Clays)^2)$$

6

٣- عامل التعرية المائية: water erodibility factor (WEF)

$$WEF = [0.37 * (\%silt + \%vfsand) + 0.28 * (\%clay) + 14.48] / 100$$

بموجب معادلة قابلية التربة للتعرية المائية ادناه والتي وردت في (٢)

7

تم حساب دليل قابلية التربة للتعرية من حاصل ضرب العوامل الثلاثة وكما يلي

8

$$EP = (EF \cdot SCF \cdot WEF)$$

$$DR = \bar{P} / \bar{T} \quad \text{٢-٤-٣-٢-٢ دليل مقاومة الجفاف (DR) Drought Resistance:}$$

تم حساب دليل مقاومة الجفاف من معامل لانج للجفاف وحسب المعادلة التالية

9

$$\bar{P} = \text{المعدل السنوي للأمطار ملم} \quad \bar{T} = \text{المعدل السنوي لدرجات الحرارة درجة سيليزية}$$

٢-٤-٣-٣-٢ دليل التغطية النباتية GC:

تم حساب دليل التغطية النباتية بالأعتماد على المعادلة التالية الواردة في (٣).

$$\%VC = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$$

10

إذ أن %VC = نسبة التغطية النباتية (NDVI) = دليل الغطاء الخضري الطبيعي وتم تقديره من المرئيات

الفضائية وحسب المعادلة التالية

11

$$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

B4 = نطاق الأشعة الحمراء B5 = نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة

NDVI<sub>min</sub> = قيمة NDVI للتربة الجرداء  
NDVI<sub>max</sub> = قيمة NDVI عندما تكون التغطية النباتية ١٠٠%

## جدول ٤ قيم الدليل الموزون لمؤشرات دليل نوعية الغطاء النباتي.(٣)

الدرجة	المقياس	الوصف	الصف	المؤشر
1.00	0.039 >	منخفضة	1	مؤشر التربة
1.30	0.039-0.053	معتدلة	2	
1.80	0.053-0.066	عالية	3	
2.00	0.066 <	عالية جدا	4	مؤشر الجفاف
1.00	160 فاكثر	رطب	1	
1.50	160 - 40	شبه رطب	2	
1.80	40 - 10	جاف	3	
2.00	10 - 0	شديد الجفاف	4	نسبة التغطية %
1.00	80-100	كثيفة جدا	1	
1.20	60-80	جيدة الكثافة	2	
1.50	40-60	متوسطة	3	
1.80	20-40	قليلة	4	
2.00	0-20	قليلة جدا	5	نوعية الغطاء النباتي
1.00	< 1.33	نوعية عالية	1	
1.50	1.33-1.66	نوعية معتدلة	2	
2.00	> 1.66	نوعية منخفضة	3	

دليل الحساسية للتصحّر (DSI) Desertification Sensitivity Index

تم حساب قيم دليل حساسية التصحر من المتوسط الهندسي لمؤشرات الجودة الثلاث وكما في المعادلة ١٢ ومن ثم تم تصنيف التربة حسب حساسيتها للتصحّر بالأعتماد على قيم دليل حساسية التصحر وكما في جدول ٥

$$DSI = \sqrt[3]{SQI.CQI.VQI}$$

12

## جدول ٥ أصناف الحساسية حسب قيمة دليل حساسية التربة للتصحّر.(٣)

الوصف	دليل حساسية التصحر	الصف
منطقة غير متأثرة او غير حساسة للتصحّر	1.2 من اقل	1
منخفضة الحساسية للتصحّر	1.2 <= ISD < 1.3	2
متوسطة الحساسية للتصحّر	ISD < 1.4 <= 1.3	3
منطقة حساسة للتصحّر	1.4 <= ISD < 1.6	4
منطقة حساسة جدا	1.6 اكبر من	5

## ٣-النتائج والمناقشة

## ٣-١- دليل نوعية التربة (SQI) soil quality index

## ٣-١-١- مادة الأصل:

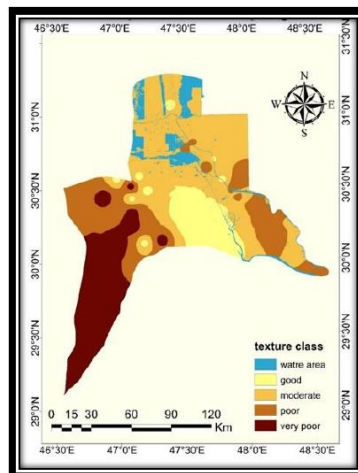
تصنف المادة الام لترب منطقة الدراسة ضمن المواد قليلة التماسك والتي تعتبر مواد منخفضة النوعية من حيث حساسيتها تجاه التصحر مما يعني ان جميع التربة في منطقة الدراسة تقع ضمن صنف التربة قليلة التماسك لذلك تم إعطائها قيمة (٢) كوزن لدرجة تأثير مادة الأصل في احداث التصحر لجميع التربة التي شملتها الدراسة (لاحظ جدول ٢) وهذا يتفق مع ما ذكره (٣٧) الذي بين ان مادة الأصل في منطقة الدراسة تتكون من رواسب رملية وغرينية وطينية منقولة من خارج منطقة الدراسة حيث تغطي تكوينات الدبدة وهي تكوينات رملية سميكة الإقليم الغربي من منطقة الدراسة بينما تسود الترسبات الطينية والغرينية والمنقولة بواسطة المياه والرياح الإقليم الشرقي الذي يمثل السهل الفيضي في منطقة الدراسة.

## ٣-١-٢- عمق التربة

يمثل عمق التربة المسافة بين سطح التربة وطبقة الصخور الأساسية (bedrocks) المكونة للمادة الام وغالبا تكون الترب الرسوبية ترب عميقة وذات جودة عالية من ناحية تأثير عمق التربة في قيم حساسية التربة للتصحّر يعد عمق التربة كبيرا ضمن حدود منطقة الدراسة واعطي قيمة مقدارها (١) كوزن لهذا المؤشر في جميع حدود منطقة الدراسة (لاحظ جدول ٢) وهذا يتفق مع ما أشار اليه (٣) من ان ترب محافظة البصرة تتكون من تكوينات الدبدة التي تغطي الإقليم الغربي وهي تكوينات رملية سميكة يبلغ سمكها بحدود ١٤٠ م عند مدينة صفوان ويزداد سمكها كلما اتجهنا باتجاه الغرب في حين يتكون الإقليم الشرقي من ترسبات مائية وهوائية يختلف سمكها من مكان لأخر ويتراوح بين ٤-٢٠ م.

## ٣-١-٣- نسجة التربة

يظهر شكل ٢ وجدول ٦ الذي يمثل التوزيع المكاني لأصناف نسجة التربة حسب تأثيرها في احداث التصحر ان تربة منطقة الدراسة تراوحت بين الترب الجيدة (الصف الأول) والمتمثل بالترب الرملية المزيجة والمزيجة الرملية والمزيجة الغرينية والتي تركزت في الجزء الشرقي من الإقليم الغربي وفي بعض ترب كتوف الأنهار وبنسبة بلغت ١١,٦٦% من اجمالي مساحة منطقة الدراسة في حين شغلت الترب معتدلة الجودة الجزء الأكبر من مساحة الإقليم الشرقي مع أجزاء من الإقليم الغربي وبنسبة بلغت ٣٩,٤١% من مساحة منطقة الدراسة وتمثلت بالترب متوسطة النعومة وتركزت الترب الفقيرة والمتمثلة بالترب الناعمة النسجة والفقيرة جدا والمتمثلة بالترب الرملية الخشنة في الأجزاء الجنوبية الشرقية من الإقليم الشرقي وفي الأجزاء الجنوبية الغربية من الإقليم الغربي وبنسب بلغت ٢١,٨٢ و ٢٠,٣٨% للصنفين الثالث والرابع وحسب الترتيب.



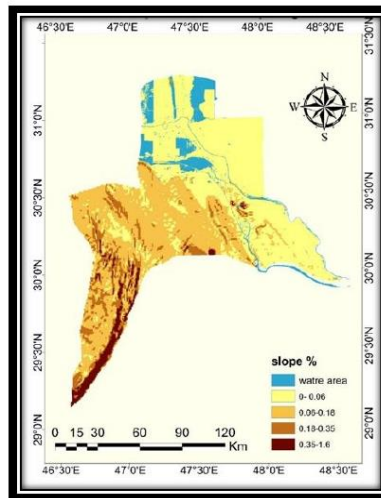
شكل ٢ التوزيع المكاني لأصناف نسجة التربة حسب تأثيرها في احداث التصحر في محافظة البصرة

جدول ٦ يمثل اصناف نسجة التربة حسب نموذج medalus مع مساحة ونسبة كل صنف

area %	area km <sup>2</sup>	weight	texture	class
6.73	1283.41	-	-	water area
11.66	2224.21	1	LS,SL,SiL,CL	good
39.41	7515.78	1.33	SiCL	moderate
21.82	4161.04	1.66	SiC	poor
20.38	3885.56	2	S	verypoor

### ٣-١-٤- الانحدار

ويظهر شكل ٣ التوزيع المكاني لدرجة الانحدار في منطقة الدراسة والذي يمثل درجة انحدار السطح بناء على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي والذي يظهر ان معدل انحدار منطقة الدراسة تراوح بين ١,٦-٠% أي ان جميع منطقة الدراسة تقع ضمن الفئة الأولى ذات معدل الانحدار الخفيف (اقل من ٦%) وبناء على ذلك فان جميع ترب منطقة الدراسة تقع ضمن الصنف الجيد من حيث تأثير عامل الانحدار في منطقة الدراسة و يعطى وزن ١ لكافة المنطقة المدروسة (لاحظ جدول ٢).

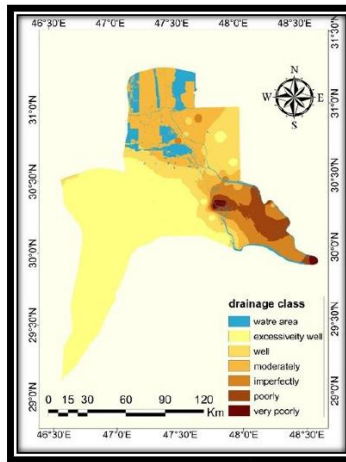


شكل ٣ التوزيع المكاني لترب منطقة الدراسة حسب درجة الانحدار(%)

### ٣-١-٥- حالة الصرف

يظهر شكل ٤ التوزيع المكاني لحالة الصرف بالاعتماد على عمق التبقيع اللوني في منطقة الدراسة حيث يلاحظ من الشكل ان الترب في الإقليم الغربي امتازت بخلوها من مشاكل الصرف وذلك يعود الى طبيعة تربتها الخشنة النسجة ذات النفاذية العالية فضلا عن وجودها في مناطق مرتفعة عن مستوى سطح البحر وعلى النقيض من ذلك نلاحظ ان معظم الترب في الإقليم الشرقي تعاني من مشاكل بالصرف وبدرجات مختلفة وذلك اعتمادا على درجة نعومة نسجة التربة وارتفاعها عن مستوى سطح البحر ومدى توفر شبكات البزل وبصورة عامة يلاحظ الانخفاض في درجة الصرف كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب في منطقة السهل الفيضي وذلك

بسبب انخفاض منسوب الأراضي وزيادة نسبة الدقائق الناعمة ويظهر جدول ٧ نسب ومساحة ووزن كل صنف حسب نموذج medalus ويلاحظ من الجدول ان نسبة المناطق السريعة الصرف بلغت ٤٧,٨٣% من مساحة منطقة الدراسة والتي تمثل معظم مساحة الإقليم الغربي وكما هو واضح في الشكل ٥ في حين بلغت نسبة الأراضي جيدة الصرف ١٣,٠٨% وتوزعت بين الإقليم الشرقي والغربي حيث تركزت في الأجزاء الشرقية من الإقليم الغربي والأجزاء الشرقية والوسطى من الإقليم الشرقي في حين بلغت نسبة المناطق المعتدلة الصرف ١٩,٦٩% من مساحة منطقة الدراسة وتركزت في الأجزاء الشمالية من الإقليم الغربي في حين توزعت ترب الأجزاء الجنوبية من الإقليم الشرقي بين الترب ناقصة البزل والفقيرة والفقيرة جدا وكما هو واضح في شكل ٤ وجدول ٧.



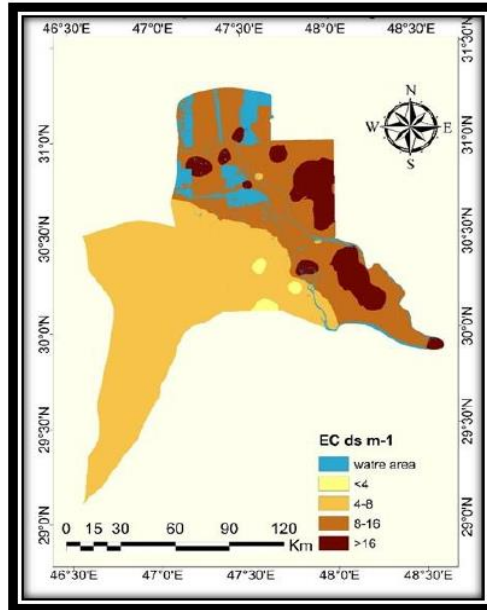
شكل ٤ التوزيع المكاني لأصناف الصرف الطبيعي في منطقة الدراسة

جدول ٧ يمثل أصناف واوزان البزل الطبيعي مع مساحة ونسبة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	weight	mottling depth	class
6.73	1283.41	-	-	water area
47.83	9121.43	1	>150	excessivety
13.08	2494.74	1.2	90-150	well
19.69	3754.62	1.4	50-90	moderately
7.08	1350.34	1.6	25-50	imperfectly
5.09	970.82	1.8	<25	poorly
0.50	94.65	2	frequently ponded	verypoory

### ٣-١-٦- دليل ملوحة التربة:

يظهر شكل ٥ التوزيع المكاني لقيم الايصالية الكهربائية للتربة موزعة حسب أهميتها في احداث التصحر ويلاحظ من الشكل ان معظم ترب منطقة الدراسة تعاني من مشكلة الملوحة وبدرجات متفاوتة اذ يلاحظ ان معظم ترب الإقليم الغربي وقعت ضمن الصنف الثاني والذي يمثل الترب معتدلة الملوحة وبنسبة بلغت ٥١,٧٩% من مساحة منطقة الدراسة (جدول ٨)، في حين توزعت ترب الإقليم الشرقي بين الصنفين الثالث والرابع اللذان يمثلان الترب عالية الملوحة والعالية جدا وبنسب بلغت ٣٠,٥٠ و ٩,٩٤% من مساحة منطقة الدراسة للصنفين وحسب الترتيب ،

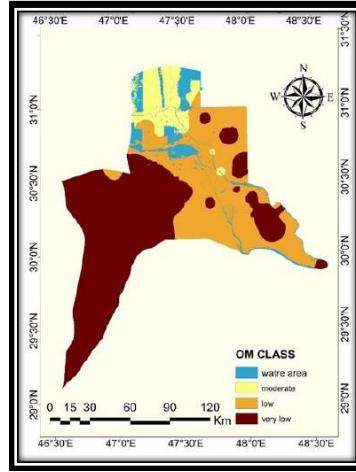


شكل ٥ التوزيع المكاني لأصناف ملوحة التربة في منطقة الدراسة حسب تأثيرها في أحداث التصحر  
جدول ٨ وزن اصناف ملوحة التربة مع مساحة ونسبة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	weight	EC ds m <sup>-1</sup>	class
6.73	1283.41	-	-	water area
1.03	196.91	1	< 4	low
51.79	9877.20	1.5	4-8	moderate
30.50	5817.17	1.8	8-16	high
9.94	1895.31	2	> 16	very high

### ٣-٧-١-٣- محتوى المادة العضوية

يظهر شكل ٦ التوزيع المكاني لمحتوى التربة من المادة العضوية مصنفة حسب أهميتها في أحداث التصحر في حين يظهر جدول ٩ التوزيع النسبي لأصناف المادة العضوية مع وزن ومساحة كل صنف ويلاحظ من الشكل والجدول ان الترب في منطقة الدراسة توزعت بين الترب المعتدلة والفقيرة والفقيرة جدا في محتواها من المادة العضوية وان معظم ترب منطقة الدراسة تعاني من نقص في كمية المادة العضوية حيث كانت اقل من ١% في معظم المناطق التي شملتها الدراسة اذ بلغت نسبة الترب الفقيرة جدا في محتواها من المادة العضوية ٤٩,٦٤% من مساحة منطقة الدراسة وتركزت في الإقليم الغربي وبعض الأجزاء الجنوبية من الإقليم الشرقي في حين بلغت نسبة الترب الفقيرة في محتواها من المادة العضوية ٣٤,٦٩% من مساحة منطقة الدراسة وتركزت في الأقسام الوسطى والجنوبية من الإقليم الشرقي في حين كانت نسبة التربة ذات المحتوى المعتدل من المادة العضوية ٨,٩٤% وتركزت في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة وكما هو واضح في شكل ٦.

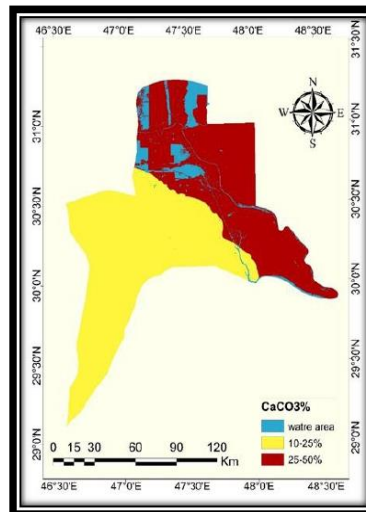


شكل ٦ التوزيع المكاني لأصناف المادة العضوية في محافظة البصرة

جدول ٩ التوزيع النسبي لأصناف المادة العضوية مع مساحة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	weight	%om	class
6.73	1283.41	-	-	water area
8.94	1705.02	1.5	1-2	moderate
34.69	6614.87	1.75	0.5-1	low
49.64	9466.70	2	< 0.5	very low

أظهرت نتائج التحليلات المختبرية لترب منطقة الدراسة وجود تفاوت في محتوى الكربونات حيث تراوحت القيم ما بين ١٠,٥% و ٤٧,٧٥% ويظهر شكل ٧ التوزيع المكاني لقيم الكربونات حسب أهميتها في أحداث التصحر حيث يلاحظ ان القيم تراوحت بين العالية والمتوسطة و يظهر الشكل ان القيم العالية تركزت في الإقليم الشرقي من منطقة الدراسة وبنسبة بلغت ٤٠,٤٤% من مجموع مساحة منطقة الدراسة في حين تركزت القيم المتوسطة في الإقليم الغربي من منطقة الدراسة وبنسبة بلغت ٥٢,٨٣% من مجموع مساحة منطقة الدراسة (جدول ١٠).



شكل ٧ التوزيع المكاني لأصناف الكربونات الصلبة حسب أهميتها في أحداث التصحر

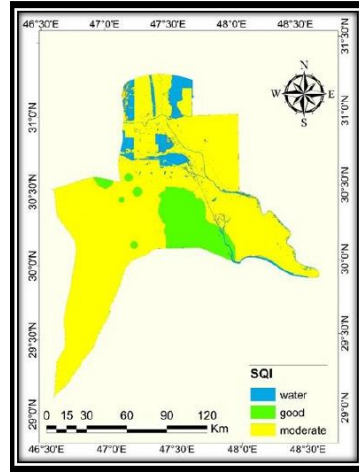
جدول ١٠ التوزيع النسبي لأصناف الكربونات الصلبة مع مساحة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	weight	CaCO <sub>3</sub> %	class
6.73	1283.41	-	-	water area
52.83	10073.85	1.50	10 - 25	moderate
40.44	7712.74	1.75	25 - 50	high

#### حساب دليل جودة التربة

تم إيجاد دليل جودة التربة من خلال المتوسط الهندسي لأوزان قيم ثمانية مؤشرات هي مادة الأصل وعمق التربة ونسجة التربة ودرجة الانحدار ودرجة الصرف الطبيعية وملوحة التربة ونسبة المادة العضوية ونسبة الكربونات الصلبة (لاحظ جدول ٢) ويلاحظ من خلال تفحص نتائج المؤشرات الداخلة في حساب دليل جودة التربة ان قيم كل من مؤشرات درجة الانحدار وعمق التربة ومادة الأصل اخذت قيم ثابتة في عموم منطقة الدراسة وبالتالي لم يكن لها دور في حصول التباين في قيمة دليل جودة التربة في حين كان هناك تباين في قيم كل من دليل النسجة ودليل درجة الصرف ودليل ملوحة التربة والمادة العضوية ودليل نسبة الكربونات الصلبة التي أدت الى حصول تباين في قيم دليل نوعية التربة حيث يظهر من شكل ٨ و جدول ١١ ان ترب منطقة الدراسة توزعت بين الترب متوسطة الجودة والترب عالية الجودة اذ بلغت نسبة الترب المتوسطة الجودة ٨٢,٠٠% في حين بلغت نسبة الترب العالية الجودة ١١,٢٧% من مساحة منطقة الدراسة وان السبب الرئيسي في انخفاض جودة التربة يرجع الى التأثير المتداخل بين نوعية نسجة التربة ودرجة الصرف الطبيعي خصوصا في الاقليم الشرقي من منطقة الدراسة مما تسبب في تملح التربة وانخفاض نوعيتها ولما للملوحة من تأثير واضح في تدهور خصائص التربة وظروف نمو النبات الامر الذي تسبب بتدهور غطاءها النباتي وانخفاض نسب المادة العضوية فيها وهذا يدل على وجود سلسلة مترابطة ادة الى خفض نوعية التربة تمثلت بسوء نظام الري والبزل في ظل ظروف هيدرولوجية ومناخية سيئة دفعت لتملح التربة وتدهور غطاءها النباتي ومستوى خصوبتها وبالتالي فان معالجة مشكلة تدهور نوعية التربة يجب ان يبدأ من اصلاح نظام الري والبزل من خلال انشاء نظام ري وبزل فعال يتلاءم وظروف المنطقة مع ضرورة المحافظة على نوعية مياه الري من خلال اتباع السبل الكفيلة بمنع وصول الملوثات اليها سواء كانت مياه بزل او أي مصدر اخر من مصادر التلوث مع عمل نظام محكم للري يساهم في زيادة كفاءة الارواء وتقليل الضائعات في الإقليم الشرقي اما في الإقليم الغربي فان نظرة فاحصة الى قيم المؤشرات الداخلة في حساب دليل جودة التربة يمكن ان نلاحظ ان التربة لا تعاني أي مشاكل من ناحية العمق او الانحدار او حالة الصرف وانما المشكلة تكون في نسجة التربة ومحتواها من المادة العضوية ونوعية مادة الأصل التي يمكن ان تجعل من التربة تربة مفككة عرضة للتعرية الريحية مع انخفاض قابليتها على مسك الماء والمغذيات.





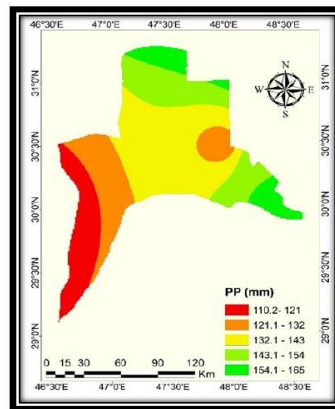
شكل ٨ التوزيع المكاني لقيم دليل جودة التربة حسب تأثيرها في احداث التصحر في منطقة الدراسة  
جدول ١١ التوزيع النسبي لأصناف دليل جودة التربة مع مساحة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
11.27	2148.54	< 1.33	highly
82.00	15638.05	1.33-1.66	moderate

### ٢-٣- دليل نوعية المناخ (CQI) Climate Quality Index

#### ١-٢-٣- دليل التساقط Rainfall index

وهو يمثل المعدل السنوي للتساقط المطري خلال السنة ويلاحظ من شكل ٩ الذي يمثل خطوط تساوي المطر لمحافظة البصرة أنّ معدل التساقط المطري ضمن منطقة الدراسة تراوح بين ١١٠ إلى ١٦٥ ملم سنة<sup>-١</sup> أي أنّ جميع منطقة الدراسة تقع ضمن صنف المناطق الجافة (> ٢٨٠ ملم) ولذلك اعطي هذا الدليل قيم ٢ لكافة المناطق التي شملتها الدراسة وحسب ما ورد في جدول ٣ .



شكل ٩ خارطة التوزيع المكاني للتساقط المطري في منطقة الدراسة

## ٢-٢-٣- دليل القاحلية Aridity index

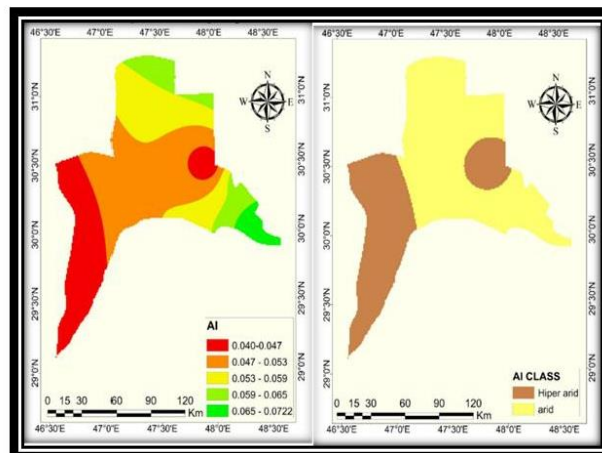
يستخدم دليل القاحلية لتقييم جودة المناخ وهو النسبة بين معدل التساقط السنوي إلى معدل التبخر نتج السنوي المحسوب بواسطة معادلة بنمان والتي يدخل في حسابها عدد من العناصر المناخية والمتمثلة بمعدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى وسرعة الرياح والرطوبة النسبية وعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية وموقع محطة الأرصاد وارتفاعها عن مستوى سطح البحر مما يعني أن معظم العناصر المناخية تدخل في حساب دليل القاحلية ويمثل جدول ١٢ قيم دليل القاحلية لعدد من المحطات الواقعة داخل وخارج منطقة الدراسة.

جدول ١٢ المعدل السنوي لقيمة دليل القاحلية لعدد من المحطات داخل وخارج منطقة الدراسة

(٣٤٣٣)

STATION	X°	Y°	Z (m)	PP(mm/y)	ETP(mm/y)	AI
BASRAH	47.952	30.483	2.000	124.919	2889.110	0.043
FAO	48.440	30.020	1.000	165.363	2292.330	0.072
NASIRIYA	46.353	30.945	4.000	121.757	2769.830	0.044
SAMAWA	45.351	31.160	12.000	109.342	2582.030	0.042
BASIYAH	46.230	30.030	190.000	88.280	2836.050	0.031
AMARA	47.223	31.747	10.000	180.967	2718.940	0.067
QAISUMAH	46.110	28.330	360.000	109.950	2938.250	0.037
KUWAIT	47.980	29.210	55.000	117.030	2905.400	0.040
ABADAN	48.250	30.360	11.000	151.700	2474.700	0.061
AHWAZ	48.660	31.330	22.000	241.090	2208.250	0.109

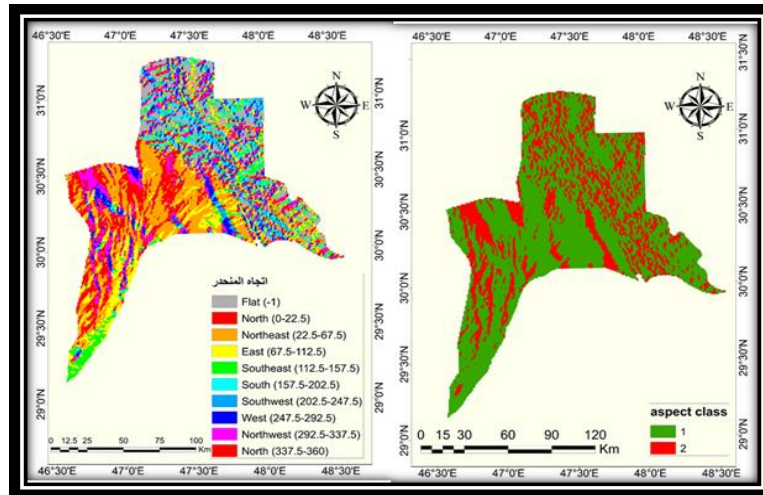
ويلاحظ من شكل ١٠ الذي يمثل التوزيع المكاني لأصناف دليل القاحلية أن القيم تراوحت بين ٠,٠٤٠ و٠,٠٧٢، لذلك فان منطقة الدراسة تقع ضمن صنفين حسب تأثيرها في احداث التصحر وهي المناطق القاحلة وشديدة القاحلية (جدول ٣) حيث بلغت نسبة المناطق القاحلة ٦١,٩١% من مساحة منطقة الدراسة والتي شملت معظم الإقليم الشرقي والأجزاء الشرقية من الأقليم الغربي واعطيت وزن معياري مقداره ١,٧٥ أمّا المناطق شديدة القاحلية ذات الوزن المعياري ٢ فقد بلغت نسبتها ٣٨,٠٩% من مساحة منطقة الدراسة وشملت الجزء الأكبر من مساحة الإقليم الغربي وبعض الأجزاء الوسطى من الإقليم الشرقي وكما مبين في شكل ١٠.



شكل ١٠ خرائط التوزيع المكاني لأصناف دليل القاحلية في منطقة الدراسة

## ٣-٢-٣- اتجاه المنحدر Aspect

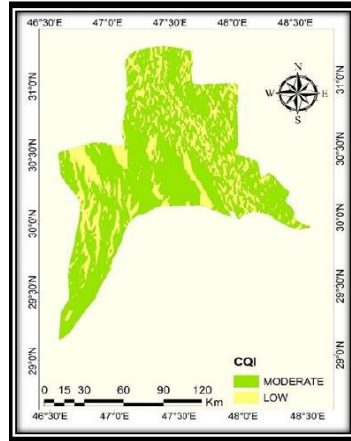
يظهر شكل ١١ تصنيف منطقة الدراسة حسب تأثير اتجاه المنحدر في احداث التصحر حيث بلغت نسبة المنحدرات بالاتجاهات الجيدة ( الشمالية والشرقية) ٧٠,٤% في حين بلغت نسبة المنحدرات بالاتجاهات التي تشجع التصحر ( الجنوبية والغربية) ٢٩,٦% من مساحة منطقة الدراسة ، ويعد اتجاه المنحدر عاملا هاما في عمليات تدهور الأراضي حيث يؤثر الاتجاه على المناخ الدقيق من خلال توزيع الظل والضوء إذ تعتمد الزاوية والمدة التي تضرب فيها أشعة الشمس سطح التربة على اتجاه المنحدر فالجوانب الجنوبية والغربية تكون أكثر دفئا ولها معدلات تبخر وفتح أعلى مع سعة خزن ماء اقل من الجوانب الشمالية والشرقية. ومن ثم يتوقع ان يكون انتعاش الغطاء النباتي أسرع في الجوانب الشمالية والشرقية ومعدلات تعرية اقل مما هي عليه في الجوانب الجنوبية والغربية.



شكل ١١ خرائط التوزيع المكاني لأصناف اتجاه المنحدر حسب تأثيرها في احداث التصحر

## حساب دليل نوعية المناخ Climate quality index

تم قياس دليل نوعية المناخ من خلال الوسط الهندسي لثلاث ادلة هي دليل المطر ودليل القاحلية واتجاه المنحدر وقد تراوحت القيم بين ١,٥٢-٢,٠٠ وبالتالي فان قيم الدليل تراوحت بين المعتدلة والمنخفضة ضمن منطقة الدراسة (جدول ٣) وكما مبين في شكل ١٢ إذ بلغت نسبة مساحة الأراضي ضمن المناطق ذات نوعية المناخ المعتدلة ٧١,٤% من مجموع مساحة منطقة الدراسة في حين بلغت نسبة الأراضي الواقعة ضمن المناطق ذات النوعية المنخفضة ٢٨,٦% من مساحة منطقة الدراسة.



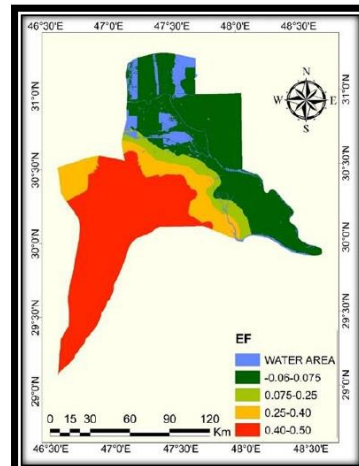
شكل ١٢ خارطة التوزيع المكاني لأصناف دليل نوعية المناخ في محافظة البصرة

### ٣-٣-٣ مؤشرونوعية الغطاء النباتي (VQI)

#### ٣-٣-٣-١ دليل حماية التربة من التعرية

#### ٣-٣-٣-١-١ مؤشرقابلية التربة للتعرية الريحية EF

يظهر من شكل ١٣ وجدول ١٣ وجود تباين في قابلية التربة للتعرية الريحية في منطقة الدراسة وذلك بسبب التباين في خصائص التربة المعتمدة في حساب هذا المؤشر والمتمثلة بنسجة التربة ومحتواها من المادة العضوية وكربونات الكالسيوم إذ أنّ زيادة نسب كل من الطين والمادة العضوية والكاربونات الصلبة تساعد على ترابط دقائق التربة وتكوين التجمعات وزيادة ثباتيتها مما يزيد في مقاومة التربة للتعرية الريحية وعلى النقيض من ذلك فإن زيادة نسب الرمل والغرين تؤدي إلى زيادة قابلية التربة للتعرية الريحية لذلك نلاحظ أنّ قيم قابلية التربة للتعرية الريحية تزداد كلما اتجهنا من الشرق باتجاه الغرب في منطقة الدراسة حيث يلاحظ انخفاض القيم في الإقليم الشرقي الذي يمتاز بارتفاع نسبة الدقائق الناعمة والكاربونات الصلبة وزيادة قيم قابلية التربة للتعرية الريحية في الإقليم الغربي بسبب سيادة النسجات الخشنة وانخفاض نسب المادة العضوية والكاربونات الصلبة ونسب دقائق الطين وكما هو واضح من شكل ١٣.

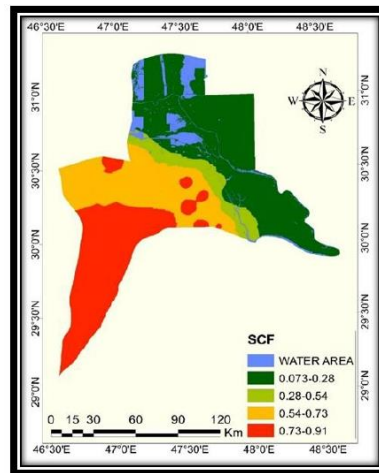


شكل ١٣ خارطة التوزيع المكاني لأصناف دليل قابلية التربة للتعرية الريحية في منطقة الدراسة  
جدول ١٣ يمثل التوزيع النسبي لدليل التعرية الريحية في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
36.60	6979.59	<0.075	low
5.40	1029.85	0.075-0.25	moderate
11.54	2201.21	0.25-0.40	sever
39.73	7576.10	0.40-0.50	very sever

### ٣-١-٢- مؤشر تقشر التربة SCF

يظهر شكل ١٤ و جدول ١٤ التوزيع المكاني لمعامل تقشر التربة في منطقة الدراسة حيث يظهر الشكل تباين القيم باختلاف مناطق الدراسة إذ تراوحت القيم بين ٠,٠٧ و ٠,٩١ وتظهر النتائج ازدياد قيم معامل تقشر التربة في الجزء الجنوبي من الإقليم الغربي من منطقة الدراسة وانخفاضها في جميع مواقع الإقليم الشرقي ويرجع ذلك إلى الأختلاف في نسب مفصولات التربة بين الإقليمين حيث ظهر من خلال نتائج التحاليل المختبرية ارتفاع نسب الدقائق الناعمة التي تعمل على ترابط دقائق التربة والمحافظة على تماسك الطبقة السطحية في الإقليم الشرقي بينما أظهرت النتائج انخفاض نسب هذه الدقائق في الإقليم الغربي مع زيادة نسبة الدقائق الخشنة المفككة كلما اتجهنا باتجاه الجنوب الغربي من منطقة الدراسة مما يؤدي إلى ضعف تماسك القشرة السطحية وزيادة قابليتها على التعرية مما انعكس في زيادة مؤشر القشرة السطحية في الإقليم الغربي من منطقة الدراسة.



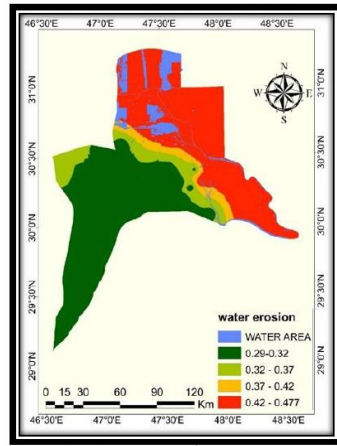
شكل ١٤ خارطة التوزيع المكاني لأصناف دليل تقشر التربة في منطقة الدراسة

جدول ١٤ التوزيع النسبي لقيم دليل التقشر في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
38.19	7282.86	<0.28	low
6.85	1306.09	0.28-0.54	moderate
21.82	4160.71	0.54-0.73	sever
26.41	5037.11	>0.73	very sever

## ٣-١-٣-٣-٣ دليل قابلية التربة للتعرية المائية WEF

يظهر شكل ١٥ وجدول ١٥ التوزيع المكاني لقيم دليل قابلية التربة للتعرية المائية ويلاحظ من الشكل أنَّ القيم اختلفت باختلاف مواقع الدراسة وقد اتخذت اتجاهها معاكسا لقيم دليل قابلية التربة للتعرية الريحية إذ يلاحظ ارتفاع القيم في الإقليم الشرقي وانخفاضها في الإقليم الغربي وهذا ربما يعود إلى سيادة نسبة الدقائق الناعمة في الإقليم الشرقي وبالتالي انخفاض معدل الغيض في هذه المناطق مما يزيد من احتمالات حدوث الجريان السطحي وانجراف التربة في هذه المناطق وعلى العكس من ذلك يحدث في الإقليم الغربي حيث أنَّ سيادة نسبة الدقائق الخشنة يعمل على زيادة معدلات غيض الماء في التربة وبالتالي يقلل من احتمالية حدوث الجريان السطحي وانجراف التربة ومع ذلك فإن واقع منطقة الدراسة المتمثلة بقلة معدلات سقوط الأمطار وانبساط سطح الأرض يقلل كثيرا من تأثير عامل التعرية المائية في منطقة الدراسة .



شكل ١٥ خارطة التوزيع المكاني لأصناف دليل قابلية التربة للتعرية المائية

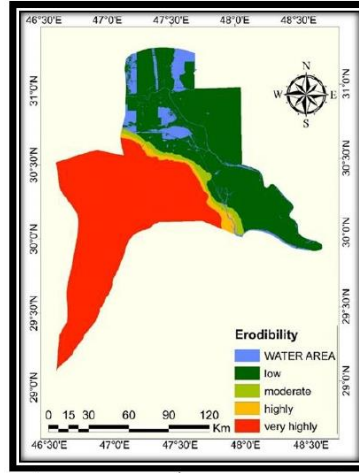
جدول ١٥ التوزيع النسبي لقيم دليل قابلية التربة للتعرية المائية في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
42.77	8156.94	0.29-0.32	low
9.07	1729.97	0.32-0.37	moderate
4.27	813.49	0.37-0.42	sever
37.16	7086.35	0.42-0.47	very sever

## حساب دليل قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Index

يظهر شكل ١٦ التوزيع المكاني لأصناف قابلية التربة للتعرية والذي تم الحصول عليه من خلال ضرب قيم دليل التعرية الريحية والمائية ودليل تقشر التربة حيث يظهر من الشكل تباين قابلية التربة للتعرية باختلاف مناطق الدراسة حيث يلاحظ أنَّ الترب في الإقليم الشرقي وقعت ضمن صنف الترب المنخفض في قابليتها للتعرية وهذا يعود إلى خصائص هذه الترب التي تشجع على تماسك التربة وتكوين التجمعات والمتمثلة بارتفاع

نسبة الدقائق الناعمة ونسبة الكاربونات الصلبة في حين وقعت معظم الترب في الإقليم الغربي ضمن صنف التربة العالية جدا في قابليتها للتعرية وذلك يعود إلى سيادة الدقائق الخشنة في هذه الترب وافتقارها إلى المواد الرابطة مما يزيد من احتمالية تعرضها للتعرية. ويلاحظ من الشكل أن الترب الواقعة ضمن المناطق الانتقالية بين الإقليمين الشرقي والغربي وقعت ضمن أصناف الترب المعتدلة والعالية القابلية على التعرية.



شكل ١٦ خارطة التوزيع المكاني لأصناف دليل قابلية التربة للتعرية

ويظهر جدول ١٦ التوزيع النسبي لأصناف دليل قابلية التربة للتعرية حيث يلاحظ أن ٤٨,٠٣% من منطقة الدراسة تقع ضمن صنف الأراضي ذات القابلية العالية جدا للتعرية فيما بلغت نسب الأراضي ذات القابلية المنخفضة للتعرية ٤,٤٢% في حين بلغت نسبة الأراضي ذات القابلية المعتدلة والعالية للتعرية والتي تقع في المنطقة الانتقالية بين الإقليم الشرقي والغربي ٢,٤٩% و ٢,٣٣% للصنفين وحسب الترتيب مما يعني أن أكثر من نصف منطقة الدراسة تقع ضمن أصناف الأراضي ذات القابلية العالية والعالية جدا للتعرية.

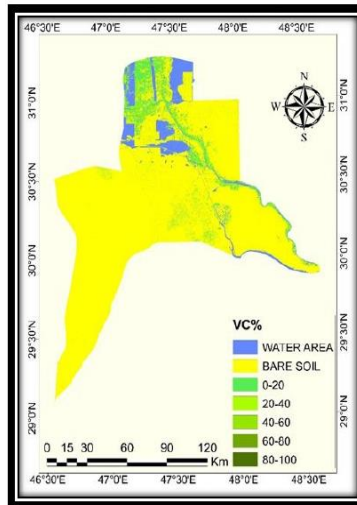
جدول ١٦ التوزيع النسبي لأصناف دليل قابلية التربة للتعرية مع مساحة كل صنف في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	weight	range	class
6.73	1283.41	-	-	water area
40.42	7708.10	1	<0.039	low
2.49	475.11	1.3	0.039-0.053	moderate
2.33	444.60	1.8	0.053-0.066	sever
48.03	9158.97	2	>0.066	very sever

### ٣-٣-٢- دليل التغطية النباتية

يظهر شكل ١٧ و جدول ١٧ التوزيع المكاني النسبي للغطاء النباتي في منطقة الدراسة ويلاحظ من الشكل والجدول أن معظم منطقة الدراسة وقعت ضمن الصنف الأخير وهو صنف الترب الفقيرة جدا بالغطاء

النباتي والتي تقل فيها نسبة التغطية النباتية عن ٢٠% وبنسبة بلغت ٩٢,٠٥% من مساحة منطقة الدراسة في حين بلغت نسبة الأراضي ضمن الصنف الرابع (ذات الغطاء النباتي ٢٠-٤٠%) والتي تصنف أيضا ضمن الترب الفقيرة بالغطاء النباتي بحدود ١,١% من مساحة منطقة الدراسة ويمكن ان يعزى السبب في انخفاض نسبة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة إلى تأثير عامل المناخ الذي يتحكم في توزيع الغطاء النباتي إذ تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق الجافة والشديدة الجفاف مما تسبب في ندرة الغطاء النباتي الطبيعي وبالتالي فان معظم الغطاء النباتي في منطقة الدراسة يأتي بفعل النشاط الزراعي كمزارع الطماطم وبعض النباتات الصحراوية المتفرقة في الإقليم الغربي وبساتين النخيل مع بعض النباتات الطبيعية في البيئة المائية في الإقليم الشرقي والتي اقتصر على مناطق ضفاف الأنهار.



شكل ١٧ خارطة التوزيع المكاني للغطاء النباتي في منطقة الدراسة

جدول ١٧ التوزيع النسبي للغطاء النباتي في منطقة الدراسة مع مساحة كل صنف

area %	area km <sup>2</sup>	weight	range%	class
6.73	1283.41	-	-	water area
-	0.50	1	80-100	very highly
-	0.04	1.3	60-80	highly
0.11	21.24	1.5	40-60	moderate
1.10	210.63	1.8	20-40	low
92.05	17554.18	2	<20	very low

### ٣-٣-٣- مؤشرا للجفاف

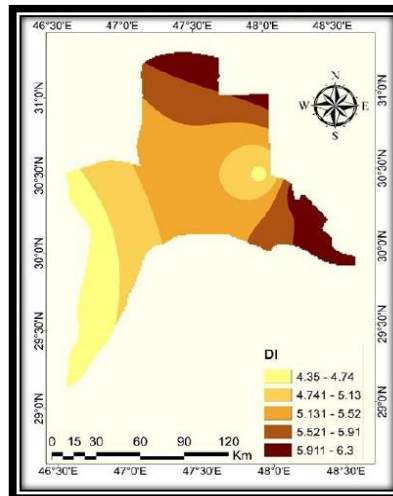
يظهر جدول ١٨ قيم مؤشر لانج للجفاف لعدد من محطات الأنواء الجوية داخل وخارج منطقة الدراسة ويظهر من الجدول أنّ القيم تراوحت بين ٤,١٩ إلى ٩,٦١ وهذا يعني أنّ جميع منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها تقع ضمن المناطق شديدة الجفاف (لاحظ جدول ١٤)



جدول ١٨ المعدل السنوي لقيم معامل لانج للجفاف (DI) لعدد من المحطات داخل وخارج منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٨-٢٠٢٠

DI	PP(mm/y)	T° C	Z( m)	Y°	X°	STATION
4.68	124.92	26.67	2.00	30.48	47.95	BASRAH
6.17	165.36	26.79	1.00	30.02	48.44	FAO
4.56	121.76	26.72	4.00	30.95	46.35	NASIRIYA
4.32	109.34	25.32	12.00	31.16	45.35	SAMAWA
3.62	88.28	24.40	190.00	30.03	46.23	BASIYAH
6.93	180.97	26.12	10.00	31.75	47.22	AMARA
4.19	109.95	26.27	360.00	28.33	46.11	QAISUMAH
4.38	117.03	26.70	55.00	29.21	47.98	KUWAIT
6.13	151.70	24.75	11.00	30.36	48.25	ABADAN
9.61	241.09	25.10	22.00	31.33	48.66	AHWAZ

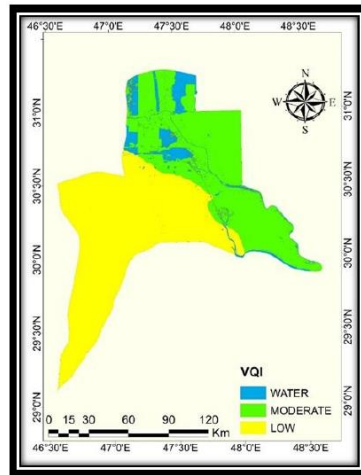
يظهر شكل ١٨ التوزيع المكاني لقيم المعدل السنوي لمعامل لانج للجفاف في منطقة الدراسة ويظهر من الشكل أنّ القيم تراوحت بين ٤,٣٥ و ٦,٣ أي أنّ جميع منطقة الدراسة تقع ضمن صنف المناطق شديدة الجفاف ( $DI < 10$ ) وحسب التصنيف الوارد في جدول ٤. مما يشير بوضوح إلى شدة قساوة الظروف المناخية في منطقة الدراسة والتي كان لها الأثر البالغ في انخفاض وندرة الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الدراسة فضلا عن تأثيره في خصائص التربة وقابليتها للتعرية من خلال جفاف التربة وتفككها.



شكل ١٨ خارطة التوزيع المكاني لقيم دليل الجفاف في منطقة الدراسة

يظهر شكل ١٩ التوزيع المكاني لأصناف نوعية الغطاء النباتي الذي تم تقديره من خلال المتوسط الهندسي للقيم الموزونة لكل من مؤشر قابلية التربة للتعرية ومؤشر الجفاف ومؤشر نسبة التغطية النباتية ويظهر من الشكل أنّ الغطاء النباتي في منطقة الدراسة يقع ضمن صنفين هما النوعية المتوسطة والتي تركزت في الإقليم الشرقي وشكلت نسبة ٤٠,٣٨ من مساحة منطقة الدراسة والنوعية المنخفضة والمتمثلة في الإقليم الغربي

وبنسبة بلغت ٥٢,٨٩% من مساحة منطقة الدراسة (جدول ١٩) ويمكن تفسير سبب انخفاض قيم دليل نوعية الغطاء النباتي في منطقة الدراسة من خلال قيم المؤشرات الداخلة في تقدير قيمة دليل نوعية الغطاء النباتي حيث يلاحظ أنّ قيمة معامل الجفاف وقعت ضمن الصنف المنخفض النوعية (شديد الجفاف) في كامل منطقة الدراسة وهذا يعود إلى طبيعة مناخ منطقة الدراسة والمناطق المحيطة التي تتسم بالجفاف في معظم اشهر السنة والذي يعد العامل الحاسم في طبيعة توزيع الغطاء النباتي حول العالم من خلل دوره في توفر الرطوبة ومصادر المياه الضرورية لنمو النبات مما سبب ندرة في الغطاء النباتي الطبيعي في معظم منطقة الدراسة وان انخفاض نسبة التغطية النباتية يفقد التربة درعها الأساسي الذي يحمي سطح التربة من المؤثرات الخارجية والذي يحافظ على حالة الاتزان بين اطوار التربة المختلفة مما يضعف مقاومة التربة للتعرية ويدفعها نحو التصحر .



شكل ١٩ خارطة التوزيع المكاني لأصناف مؤشر نوعية الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

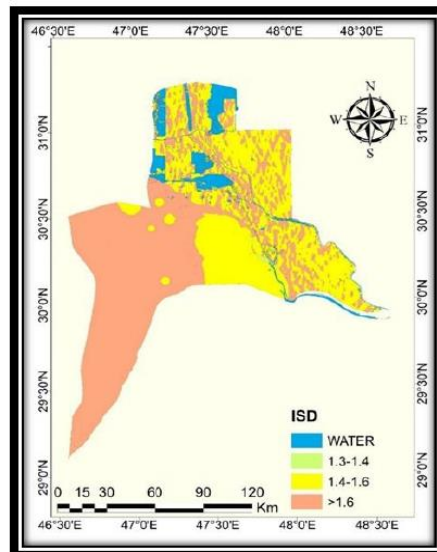
جدول ١٩ التوزيع النسبي لقيم دليل نوعية الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
40.38	7700.51	1.33-1.66	moderate
52.89	10086.08	> 1.66	low

٤-٣- حساسية منطقة الدراسة للتصحر

يظهر من شكل ٢٠ و جدول ٢٠ اللذان يمثلان التوزيع المكاني والنسبي لقيم دليل الحساسية للتصحر أنّ معظم منطقة الدراسة وقعت ضمن صنف الترب الحساسة والحساسة جدا للتصحر إذ بلغت نسبة المناطق الحساسة جدا للتصحر ٥٥,٤٦% من مساحة منطقة الدراسة في حين بلغت نسبة المناطق الحساسة ٣٧,٦٥% من مساحة منطقة الدراسة مما يعني أنّ معظم منطقة الدراسة تقع ضمن ظروف تدفع بشدة باتجاه التصحر مما دفع باتجاه تدهور النباتات الطبيعية في معظم منطقة الدراسة. ومن خلال مراجعة العوامل

الداخلة في تقييم حساسية التربة للتصحّر يمكن التقليل من حساسية التربة للتصحّر من خلال اتباع بعض الإجراءات التي يمكن ان تغيّر من قيم بعض العوامل وتنقلها من صنف إلى صنف افضل وبالتالي يقلل من حساسية التربة للتصحّر إذ أنّ انشاء نظام ري وبزل فعال في الإقليم الشرقي وفصل مياه البزل وكافة الملوثات الأخرى عن مياه الري يمكن ان يحسن من درجة الصرف الطبيعي ويقلل من ملوحة التربة ويحسن ظروف نمو النبات كما أنّ الاهتمام باتجاه انحدار الأرض عند اجراء عمليات اعداد التربة وجعل اتجاه المنحدر باتجاه الشمال بدل الجنوب يمكن ان يغيّر من زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح التربة وبالتالي يزيد من قابلية التربة على الاحتفاظ بالرطوبة ويقلل من معدلات التبخر من السطح ، استخدام الأسمدة العضوية وترك بقايا المحاصيل على سطح التربة يمكن ان يحمي سطح التربة من التعرية ويقلل معدلات التبخر ويزيد من نسبة المادة العضوية في التربة كما أنّ استخدام نظام ري كفوء كنظام الري بالرش أو التنقيط لتغطية اكبر مساحة ممكنة واستغلالها للأغراض الزراعية يمكن ان يحسن من عامل للغطاء النباتي ويقلل من تأثير معامل الجفاف ويقلل من حساسية التربة للتصحّر .



شكل ٢٠ خارطة التوزيع المكاني لقيم دليل حساسية التربة للتصحّر في منطقة الدراسة

جدول ٢٠ التوزيع النسبي لقيم دليل حساسية التربة للتصحّر في منطقة الدراسة

area %	area km <sup>2</sup>	range	class
6.73	1283.41	-	water area
0.16	29.66	1.3-1.4	moderate
37.65	7180.00	1.4-1.6	highly
55.46	10576.93	> 1.6	very highly

- <sup>١</sup> UNCCD. (2017). United Nations Convention to combat desertification, website <http://www.unccd.int>
- <sup>٢</sup> Verstraete, M. M. (2016). Defining desertification : A review. August 1986.  
<https://doi.org/10.1007/BF00140520>.
- <sup>٣</sup> Becerril-Piña R. & Mastachi-Loza C.A. (2021). Desertification: Causes and Countermeasures. In: Leal Filho W., Azul A.M., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8\\_81](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_81)
- <sup>٤</sup> - جرينجر، الأن (٢٠٠٢). التصحر " التهديد والمجاهه " ترجمة عاطف معتمد عبد المجيد وامال شاور، القاهرة، المجلس الأعلى للثقافة، المشروع القومي للترجمة.
- <sup>٥</sup> - جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٠٣). دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في الوطن العربي.
- <sup>٦</sup> Rivera-Marin, D., Dash, J., & Ogutu, B. (2022). The use of remote sensing for desertification studies: A review. *Journal of Arid Environments*, 206, 104829.
- <sup>٧</sup> Verón, S. R.; Blanco, L. J.; Texeira, M. A.; Irisarri, J. G. N. & Paruelo, J. M. (2018). Desertification and ecosystem services supply: The case of the Arid Chaco of South America. *Journal of Arid Environments*, 159, 66-7٤.
- <sup>٨</sup> Zhao, Y.; Wang, X.; Novillo, C. J.; Arrogante-Funes, P.; Vázquez-Jiménez, R. & Maestre, F. T. (2018). Albedo estimated from remote sensing correlates with ecosystem multifunctionality in global drylands. *Journal of arid environments*, 157, 116-123.
- <sup>٩</sup> EEA (2008). Mapping sensitivity to desertification. (DISMED). Final report. Version 2. Prepared by: Francisco Domingues, Jaume Fons-Esteve. 14.01.2008.
- <sup>١٠</sup> - الراوي، مثنى خليل (٢٠١١). توصيف وتصنيف الحساسية البيئية للتصحر في بعض ترب مناطق محافظة الأنبار باستخدام الأدلة البيدوجيمورفولوجية. مجلة تكريت للعلوم الزراعية. ١١(٢):٢٤٧-٢٥٨.
- <sup>١١</sup> - الجريصي، صلاح مرشد فرحان (٢٠١٣). تصنيف وتقييم حالة تدهور الأراضي ضمن مشروع ايمن الفرات والصقلاوية وعلاقته بالموقع الفيزيوجرافي باستخدام تقانات المعلومات الأرضية. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة الأنبار.
- <sup>١٢</sup> - الجريصي، صالح مرشد والراوي، مثنى خليل إبراهيم (٢٠١٤). رصد ومتابعة تدهور الأراضي الزراعية غرب الفلوجة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. ١٢(٢).
- <sup>١٣</sup> - المحمداوي، رباب مطشر نعيمة (٢٠٢٠). تأثير التغطية وازضافة المحسنات في بعض خصائص التربة الرملية وقابليتها على التعرية الريحية ومفردات نمو نبات الذرة الصفراء (*Zea mayz L.*) تحت نظام الري بالتنقيط. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة البصرة.
- <sup>١٤</sup> Ashraf M. Mostafa; Osama R. Abd El-Kawy; Yahia I. Mohamed and nor Al-Deen N. Khaled (2020). Desertification Sensitivity Analysis East of Siwa Using GIS and Remote Sensing. *Alexandria Science Exchange Journal*. Doi: 10.21608/Asejajiqsae.2020.70346.
- <sup>١٥</sup> Abbas, J. A. (2022). Assessment of land sensitivity to desertification for Al Mussaib project using MEDALUS approach. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 177-1٩٦.
- <sup>١٦</sup> Dane, J. H. & Topp, C. G. (Eds.) (2002). *Methods of soil analysis, part 4: physical methods* (Vol. 20). John Wiley & Sons.
- <sup>١٧</sup> Jackson, M. L. (1958). *Soil chemical analysis*. Printe-Hall, Inc. Englewood. Clifffis, N.J.

- <sup>١٥</sup> Sparks, D. L.; Page, A. L.; Helmke, P. A. & Loeppert, R. H. (Eds.). (2020). Methods of soil analysis, part 3: Chemical methods (Vol. 14). John Wiley & Sons.
- <sup>١٦</sup> USGS. (2019). United States Geological Survey. Earth explorer, science for a changing world. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- <sup>١٧</sup> EEA (2008). Mapping sensitivity to desertification. (DISMED). Final report. Version 2. Prepared by: Francisco Domingues, Jaume Fons-Esteve. 14.01.2008.
- <sup>١٨</sup> EEA (2008). Mapping sensitivity to desertification. (DISMED). Final report. Version 2. Prepared by: Francisco Domingues, Jaume Fons-Esteve. 14.01.2008
- <sup>١٩</sup> Al-Khuzai, M. M.; Elnaggar, A. A.; Mowafy, M., & El Sheikh, Z. M. (2015). Assessments of environmental sensitivity to desertification in north Sinai, Egypt using remote sensing and GIS techniques. Int. J. Sci. and Eng. Res., 6(7)
- <sup>٢٠</sup> الرفاعي، مثنى خليل والربيعي، اركان علي محمد (٢٠١٧). تأثير إضافة دليل نوعية مياه الري إلى أنموذج MEDALUS في الحساسية البيئية للتصحّر في اراضي مشروع شيخ سعد/ محافظة واسط. مجلة الزراعة العراقية (البحثية)، ٢٢ (١): ١٠١-١١١.
- <sup>٢١</sup> Ashraf M. Mostafa; Osama R. Abd El-Kawy; Yahia I. Mohamed and nor Al-Deen N. Khaled (2020). Desertification Sensitivity Analysis East of Siwa Using GIS and Remote Sensing. Alexandria Science Exchange Journal. Doi: 10.21608/Asejaiqsae.2020.70346.
- <sup>٢٢</sup> Kosmas, C.; Kirkby, M. & Geeson, N. (1999). Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, EUR, 18882.
- <sup>٢٣</sup> Trabucco, A. & Zomer Rj. (2018). Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET0) Climate Database v2. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3>.
- <sup>٢٤</sup> Fryear, D.W.; Bilboro, J. D. saleh, A.; schombreg, H. M.; stout, J. E. and Zobeck, T. M. (2000). RWEQ: Improved Erosion Technology, J.soil and water conservation .55:183-189.
- <sup>٢٥</sup> Fryear, D.W.; Bilboro, J. D. saleh, A.; schombreg, H. M.; stout, J. E. and Zobeck, T. M. (2000). RWEQ: Improved Erosion Technology, J.soil and water conservation .55:183-189
- <sup>٢٦</sup> الرفاعي، مثنى خليل والربيعي، اركان علي محمد (٢٠١٧). تأثير إضافة دليل نوعية مياه الري إلى أنموذج MEDALUS في الحساسية البيئية للتصحّر في اراضي مشروع شيخ سعد/ محافظة واسط. مجلة الزراعة العراقية (البحثية)، ٢٢ (١): ١٠١-١١١.
- <sup>٢٧</sup> Kim, J.; Kang, S.; Seo, B.; Narantsetseg, A. & Han, Y. (2020). Estimating fractional green vegetation cover of Mongolian grasslands using digital camera images and MODIS satellite vegetation indices. GIScience & Remote Sensing, 57(1): 49-59.
- <sup>٢٨</sup> الرفاعي، مثنى خليل والربيعي، اركان علي محمد (٢٠١٧). تأثير إضافة دليل نوعية مياه الري إلى أنموذج MEDALUS في الحساسية البيئية للتصحّر في اراضي مشروع شيخ سعد/ محافظة واسط. مجلة الزراعة العراقية (البحثية)، ٢٢ (١): ١٠١-١١١.
- <sup>٢٩</sup> EEA (2008). Mapping sensitivity to desertification. (DISMED). Final report. Version 2. Prepared by: Francisco Domingues, Jaume Fons-Esteve. 14.01.2008.
- <sup>٣٠</sup> ياسين، بشرى رمضان (١٩٩٨). العلاقات المكانية بين مستوى السطح والزراعة في محافظة البصرة. اطروحة دكتوراه – كلية التربية – جامعة البصرة.

<sup>٣٤</sup> - العطب، صلاح مهدي سلطان (٢٠٠٨). التغيرات في خصائص التربة وتصنيفها لبعض مناطق محافظة البصرة. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البصرة.

<sup>٣٥</sup> - وزارة النقل والمواصلات (٢٠٢١). بيانات مناخية. الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي. قسم المناخ (بيانات غير منشورة)

<sup>٣٦</sup> - المملكة العربية السعودية، الهيئة العامة للإحصاء، <https://www.stats.gov.sa/ar>

<sup>٣٧</sup> - دولة الكويت، النشرات السنوية للإحصاءات البيئية، دائرة الارصاد الجوية وحماية البيئة، الكويت.

<https://www.csb.gov.kw/Pages/Statistics?ID=44&ParentCatID=4>

<sup>٣٨</sup>Hegewisch, K.C. and Abatzoglou, J.T. 'Data Download' web tool. Climate Toolbox (<https://climatetoolbox.org/>), version 2022-04-24.