مدى صلاحية الأرض للزراعة المتوافقة بيئياً في حوض بحيرة توركانا

وائل محمد المتولي إبراهيم(*) أ.د. سلطان فولي حسن(**) أ.د. ممدوح عابدين(***)

الملخص

تُراعي دراسة إمكانات التنمية المستدامة لإقليم ما ضرورة توفر المعلومات التفصيلية الدقيقة عن سماته الإقليمية في كافة الجوانب، ذات العلاقة بالتوجهات التنموية؛ لوضع خُطة يتم من خلالها تحديد البدائل المختلفة، وصولاً إلى الحكمة والدقة والمسئولية في صناعة وصياغة واتخاذ القرار التنفيذي للبديل المناسب لأولويات التنمية، وتنفيذ نمطاً تنموياً يتفق بيئياً مع ضوابط العلاقات المكانية والإقليمية المتعددة، وإمكانات التنمية بالإقليم محل الدراسة.

وترجع أهمية تلك الدراسة إلى أن إقليم حوض بُحيرة توركانا منذ عام ٢٠١٥ يتعرض لتهديدات بيئية ناجمة عن بدء تنفيذ المشروعات التنموية

(*) مدرس نظم المعلومات الجغرافية وجغرافيا التنمية المساعد- قسم الجغرافيا – كلية الدراسات الأفريقية العليا - جامعة القاهرة.

(**) استاذ الجغرافية الاقتصادية، ووكيل الدراسات العليا والبحوث السابق، وخدمة المجتمع وتنمية البيئة الأسبق - كلية الدراسات الإفريقية العليا - جامعة القاهرة. المستشار الثقافي المصري بنيجيريا سابقاً.

(***) استاذ الجيولوجيا، والاستشعار من البعد - الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء - القاهرة ، كلية الدراسات الإفريقية العليا - جامعة القاهرة ، عدد ٤٧، يناير ٢٠٢٠ ص ص ٢١١ - ٢٥٤ .

الزراعية اعتماداً على مياه سد جيبى III المقام على نهر أومو المصدر الرئيسي لمياه بُحيرة توركانا، وهو السد الثالث ضمن مُخطط تنموي يضم خمسة سدود.

من هذا المنطلق يهدف البحث إلى دراسة الآليات التي تعزز من كفاءة استخدام الموارد الطبيعية المتمثلة في خصائص التربة وظروف السطح، وفي الوقت ذاته تعمل على تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في إقليم الدراسة، الذي تشترك في حدوده أربع دول هي: إثيوبيا، وكينيا، وجنوب السودان، وأوغندا.

ستعتمد الدراسة على البيانات المكانية لخصائص التربة بقاعدة بيانات منظمة الأغذية والزراعة FAO، ومرئية نموذج الإرتفاع الرقمي SRTM-DEM للإقليم، من خلال تطبيق منهجية شمولية الواقع الجغرافي؛ حيث مكنت النمذجة الكارتوجرافية الرقمية ببيئة نظم المعلومات الجغرافية، اعتماداً على تصنيف معهد ITC لتقسيم سطح الأرض إلى فئات تبعاً للإنحدار بالدرجات والمنسوب بالمتر، وعلاقة ذلك بصلاحية الأرض للتنمية الزراعية، لاستنباط خريطة توضح أنسب مناطق التنمية الزراعية بالإقليم. ومحاولة الوصول إلى توصيات تُمكن من الموازنة بين إمكانات التنمية الزراعية وسمات البيئة في ذلك الإقليم.

الكلمات المفتاحية: الزراعة المُستدامة – حوض بحيرة توركانا –النمذجة الكارتوجرافية الرقمية – نظم المعلومات الجغرافية

مقدمة :

بالرغم من الآثار السلبية للنشاط الزراعي، وما يرتبط به من عمليات، إلا أنّ التخلي عن الأنشطة الزراعية قد يهدد أيضاً الإرث البيئي من خلال خسارة الموائل شبه الطبيعية والتنوع الحيوي والمناظر الطبيعية المتصلة بها. وتربط علاقات معقّدة بين البيئة الطبيعية وأساليب الزراعة. ففي حين أنّ العديد من الموائل القيّمة بإقليم الدراسة تشهد زراعة مكثّفة، مع وجود مجموعة واسعة من الحيوانات البرية تعتمد عليها للبقاء، قد تأتي خسارة الحياة البرية من الناحية الزراعية نتيجة تطبيق أساليب زراعة غير مناسبة واستخدام الأراضي بصورة غير لائقة. ولابد للمناقشات بشأن التأثيرات المحتملة على البيئة في المستقبل نتيجة استخدام التقانات الحديثة في إنتاج الأغذية أن تنطلق من الوضع الحالي، بما في ذلك ما يلحق عنها من تأثيرات على صحة الإنسان، مع الاعتراف بأنّ الاتجاهات الحالية في الزراعة التقليدية ستبرز على الأرجح في أهداف الإنتاج الحديث للأغذية **(الأمانة المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤)**.

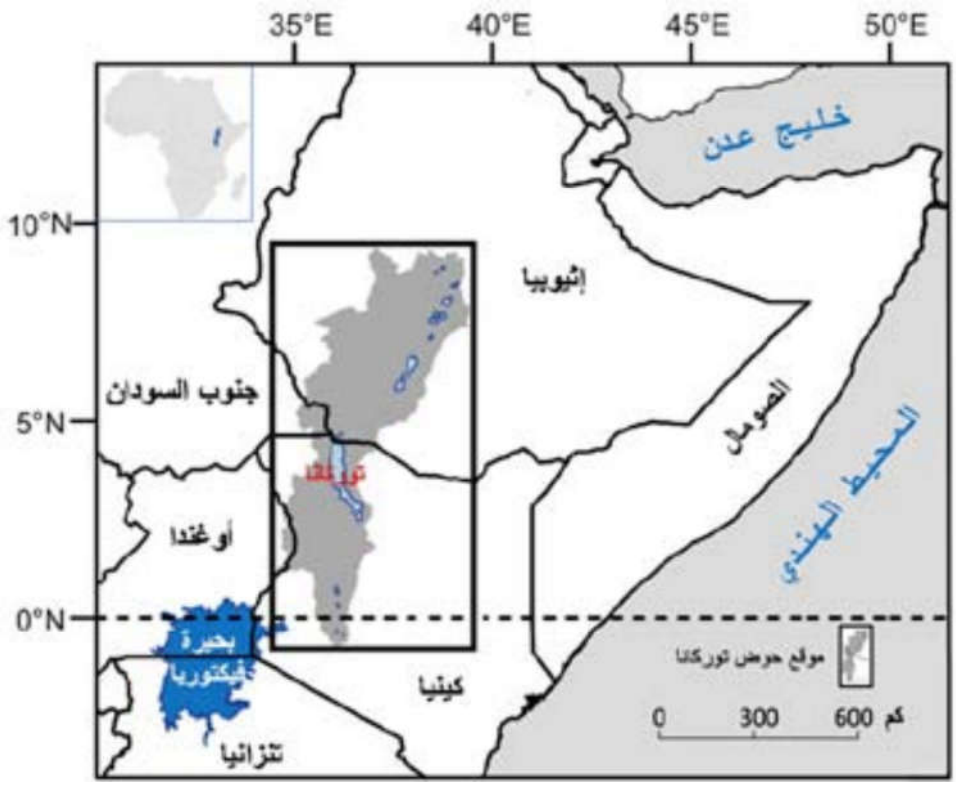
أولاً– تحديد منطقة الدراسة وموقعها.

تُحدد منطقة الدراسة بإقليم حوض بُحيرة توركانا، باعتباره إقليماً تخطيطياً وليداً لفرضية فكرية، قضت بها متطلبات ومعطيات تلك الدراسة. ويقع فلكياً بين دائرتي عرض ٣٨,١٩٤ ◻ ٢ ◻ ٥٠ ، ١٥,٦٣٠ ◻ ٢١ ◻ ٥٩ شمالاً، وخطي طول ٥٩,٢٩٨ ◻ ٣١ ◻ ٣٤٥، ١١,٥٩٤ ◻ ٢٤ ◻ ٣٨٥ شرقاً. في وسط إقليم شرق أفريقيا، يحده من الشرق الأخدود الأفريقي

العظيم Valley Great Rift. تشترك في حدوده أربع دول، هي: إثيوبيا (شمالاً)، وكينيا (جنوباً)، وجنوب السودان (في الشمال الغربي)، وأوغندا (في الغرب).

وتعد بُحيرة توركانا رابع أكبر بُحيرة بإقليم البُحيرات العظمى بشرق أفريقيا، وأكبر بُحيرة صحراوية طبيعية في العالم. تقع بالذراع الشرقي للأخدود الأفريقي العظيم، كما يقع مُعظمها طولاً في أقصى الشمال الغربي الجاف لدولة كينيا (>٩٥% من طول البُحيرة؛ حيث تمتد لمسافة تقدر بنحو ٢٣٨ كم)، بينما يمتد طرفها ونهايتها الشمالية داخل الأراضي الإثيوبية لنحو ١٢ كم، ويتراوح عرضها بين ١٦ – ٣٢ كم؛ شكل (١). وتُعد بُحيرة ضحلة نسبياً، ومياهها شديدة الملوحة؛ وأكبر عُمق مسجل لها ٧٣ م. ومنطقة البحيرة تبدو كمُنخفضاً بين هضبتين، هما الهضبة الإثيوبية شمالاً، وهضبة شرق أفريقيا جنوباً (**UNEP**، ٢٠١٠).

تبلغ مساحة حوض بحيرة توركانا نحو ١٥٣٢٦٥,٩ كم^{٢}، وتوزع هذه المساحة على الدول المشاركة فيه؛ حيث إثيوبيا (٥٢,٤ % من مساحة حوض البحيرة)، كينيا (٤١,٧ %)، وجنوب السودان (٣,٩ %)، وأوغندا (١,٩ %). بينما تتراوح مساحة البحيرة بين ٦٤٠٥ – ٧٥٦٠ كم^{٢}؛ تبعاً لتذبذب منسوب المياه بها، تشترك فيها دولتين فقط هما: كينيا، وبها معظم مساحة البحيرة، وإثيوبيا.



شكل (١): موقع إقليم حوض بُحيرة توركانا.

المصدر : اعتماداً على / John D.، Catherine T. MacArthur, and ((March, 2012

ثانياً- الدراسات السابقة

استمدت الدراسة إطارها النظري من دراسات سبق وأن تناولت منطقة الدراسة أو موضوعات تخص أجزاء منها، ومن أهم تلك الدراسات الخاصة بدراسة التنمية الزراعية بالإقليم:

DAFNE،(٢٠١٨) ، Agricultural Productivity in the Zambezi and Omo-Turkana basins

التقرير الأول ضمن هذا المشروع البحثي، يهدف إلى وصف قاعدة البيانات الجغرافية للأنشطة الزراعية والإنتاجية في حوضي زامبيزي وأومو-توركانا، مع توصيف للتطورات الزراعية بهما من خلال التعريف بالمنهجية، ومجموعة مختارة من نتائج النمذجة المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية للأنشطة الزراعية وإنتاجيتها، على أساس البيانات الإحصائية الرسمية، والتي تضمنت: (أ) تحليل لإنتاج الأغذية لمقارنته بالمتطلبات الغذائية في ظل سيناريوهات مُناخية واجتماعية-اقتصادية مختلفة، في مهام أخرى بالمشروع، (ب) التعريف بالمدخلات والبيانات المرجعية لنموذج نمو المحاصيل. وذلك من أجل التوصل إلى تقييم مكاني لممارسات إنتاج المحاصيل وتربية الماشية وصيد الأسماك وتربيتها في حوضي الزمبيزي وأومو-توركانا.

Felix Girke، (٢٠١٣) ، Home Land, Boundary, Resources: The Collision of Place-Making Projects on the Lower Omo River, Ethiopia

ورقة عمل مقدمة كتطوير لمجموعة أفكار تم تقديمها لأول مرة بمؤتمر "إثنية السياسة والحكم في المناطق الحدودية والدولة في القرن الإفريقي" بنجورو – كينيا (يوليو ٢٠٠٩)، والذي شارك في تنظيمه معهد ماكس بلانك للأنثروبولوجيا الإجتماعية. وتناقش تلك الورقة فكرة اصطدام المشروعات التنموية النهرية في أومو الأدنى بإثيوبيا، وعلاقة ذلك بمفاهيم الوطن والحدود والموارد.

Edward G. J. Stevenson, (2018), Plantation Development in the Turkana Basin: The Making of a New Desert؟

بنيت هذه الورقة على أن "استصلاح الصحراء" أصبح مرادفًا للأعمال المائية والري واسعة النطاق، منذ أوائل القرن العشرين. وقد مكنت هذه التقنيات من إنتاج محاصيل وفيرة في البيئات القاحلة أو شبه القاحلة، مع توافر الهياكل الاجتماعية للبيئة الطبيعية والبشرية التي تجعل ذلك ممكناً. مع التركيز على حوض توركانا، ذلك المستجمع المائي الذي يمتد عبر الحدود الإثيوبية والكينية، حيث يتم إنشاء السدود الكبيرة ومشاريع الري بهدف إنتاج محاصيل نقدية وكهرباء مائية. وتلقي الضوء على المناورات السياسية والبيئية المشاركة في استصلاح الصحراء بين المؤيدين والمعارضين، وتساعد على فهم التكاليف والفوائد المترتبة على مثل هذه

المشاريع.

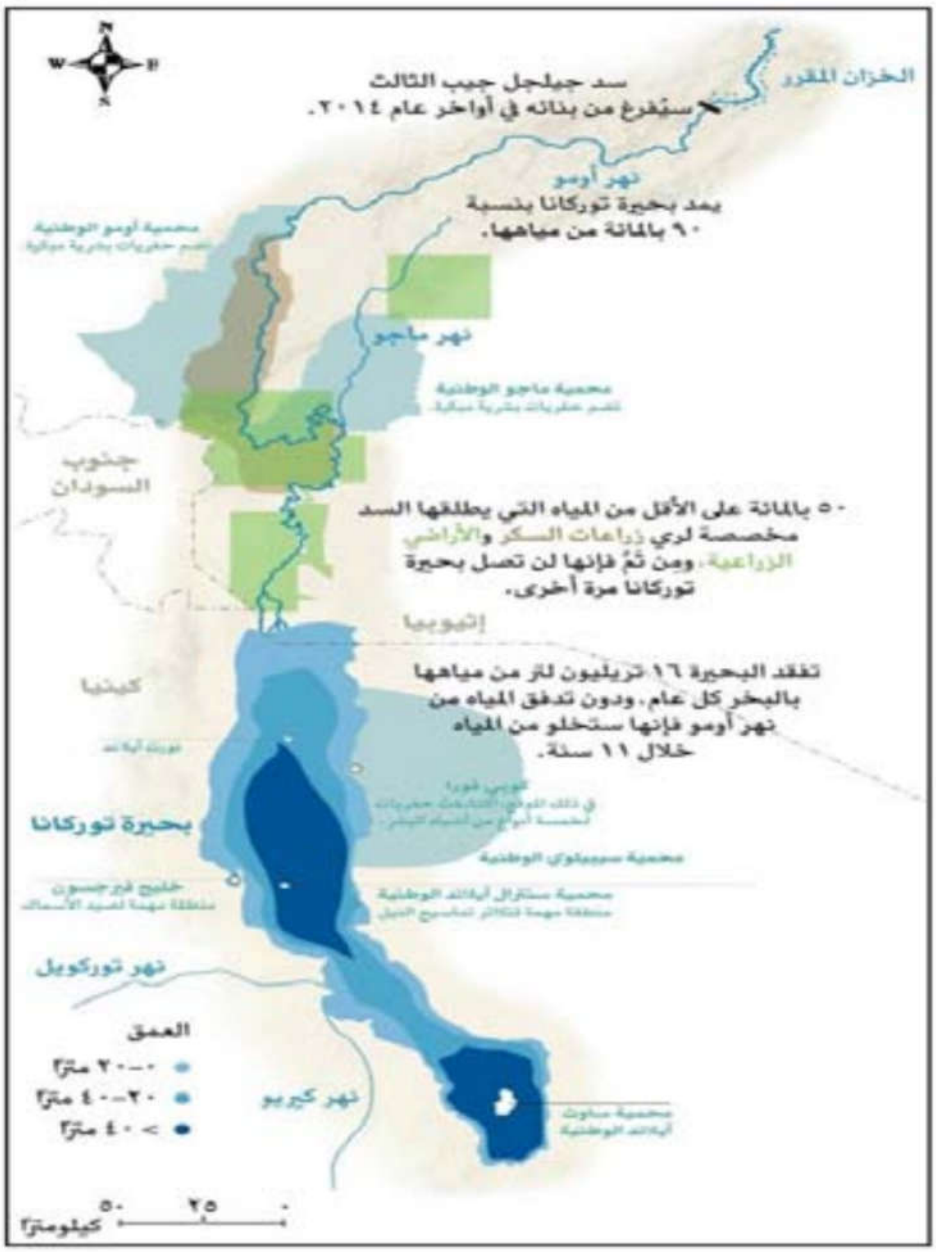
وقد أفادت تلك الدراسات وغيرها البحث؛ حيث أنها عالجت بعض عناصر موضوع الدراسة، كما ساعدت في فهم الإطار العام للإقليم؛ مما أدى لتكوين فكرة وخلفية عنها، عوضت جانباً كبيراً من عدم إمكانية إجراء دراسة ميدانية، إلا أنها لاتغطي جوانب الدراسة الجغرافية الشاملة. ومن ثم، لاتوجد دراسة جغرافية تفصيلية تناولت إمكانات التنمية الزراعية المتوافقة بيئياً بإقليم حوض بُحيرة توركانا؛ لذا كان من الضروري القيام بدراسة متكاملة، وشاملة، بجوانبها الجغرافية المتعددة، في إطار الإقليم كوحدة جغرافية، لها خصائصها، وطابعها المميز؛ مما يتيح رؤية شمولية متكاملة، يمكن أن يستفاد منها، في صناعة ودعم اتخاذ القرار الخاص بتحسين جودة الحياة للمجتمعات والقبائل المُتعايشة بالإقليم، أو حل مشكلاته البيئية. ومن هنا، تمثل هذه الدراسة استكمالاً للدراسات السابقة في هذا المجال، لكن بنظرة تطبيقية مغايرة، ألا وهي استخدام تقنيات وبيانات الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية.

ثالثاً- إشكالية الدراسة.

تكمن تلك الإشكالية في أن منبع كل مياه بحيرة توركانا تقريبًا (> ٩٥ %) يأتي من نهر أومو في إثيوبيا، عبر الحدود الشمالية لكينيا. وقامت إثيوبيا باحتجاز معظم هذه المياه المتدفقة، عن طريق بناء سد جيلجل

جيبى الثالث؛ لتوليد الطاقة الكهرومائية، وريِّ زراعات السكر، وغيره من المحاصيل الزراعية التجارية، التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه؛ حيث أنها ضمن المُرتكزات الأساسية للتنمية بذلك الجزء من الإقليم بالنسبة لإثيوبيا (**Catherine Fong, 2015**). ورغم أن كينيا لم تُبْدِ أيَّ تذمر لجارتها الأكبر مساحةً وسكاناً، فإن الباحثين والمتخصصين يحذرون من أن ما هو على وشك الحدوث كارثة على المستوى الهيدرولوجي، والإيكولوجي، والإنساني. حيث أنه من المتوقع أن تفقد البحيرة نصف حجمها على الأقل، ومن الممكن أن تتقلص إلى حوضين صغيرين مالحين **Turton (c&a,b David, 2012)**. وستتحول خمس محميَّات وطنية، مُدرجة ضمن قائمة التراث العالمي منذ ١٩٩٧، إلى قِفَار (ثلاثة منها بكينيا، واثنتين بإثيوبيا)، وسيواجه نحو نصف مليون شخصاً فقدان الأنظمة الإيكولوجية، التي تدعم وجودهم غير المستقر بذلك الركن النائي الجاف صعب الوصول من إفريقيا (www.africannaturalheiritage.org). يوضح الشكل (٢)، تفسيراً لتلك الإشكالية.

ومن ثم يمكن تحديد إشكالية الدراسة في مدى تحقق التوازن أو الأمن البيئي بإقليم حوض بحيرة توركانا، في ظل إستمرار عمليات التنمية الزراعية، اعتماداً على مياه نهر أومو العابرة للحدود، والتي تؤثر بدورها على الأمن المائي، الذي سيؤدي بصورة أو بأخرى إلى تداعيات تؤثر على الأمن الغذائي، وكلها عناصر أساسية للأمن الإنساني.



شكل (٢): مصور معلوماتي Info graphic يوضح نماذج المشروعات التنموية الزراعية المُخطط لها وبعض آثارها بحوض بحيرة توركانا.

المصدر: مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، (٢٠١٥).

رابعاً- أهداف الدراسة وتساؤلاتها وفرضياتها

بعد استقراء الدراسات السابقة، وماتوصلت إليه من نتائج، يُمكن حصر أهداف الدراسة في وحدات محددة؛ استكمالاً لتلك الدراسات؛ من أجل تحقيق المصلحة العامة للإقليم، القائمة على مفاهيم العدل، والمساواة، والرفاه الشامل، منطلقة من حالة قائمة في اتجاه حالة مستقبلية أفضل، تتحقق مع المحافظة على البيئة؛ إرتباطاً بمنطق التنمية الزراعية المستدامة. وتتمثل تلك الأهداف فيما يلي:

- عرض خصائص التربة والسطح بالإقليم؛ لرسم خريطة للتنمية الزراعية المتوافقة بيئياً به.
- محاولة التنسيق، وتحقيق الموازنة بين إمكانات التنمية الزراعية وسمات البيئة في ذلك الإقليم؛ كأحد الأهداف الأساسية للتخطيط من أجل التنمية الزراعية المستدامة. وإخراج ذلك في صورة خريطة تنموية زراعية مقترحة متوافقة بيئياً، بحيث تكون مُلائمة من الناحية التكنولوجية، وسليمة من الناحية الإقتصادية، ومقبولة من الناحية الإجتماعية. إضافةً إلى لفت انتباه صانعي ومتخذي القرار إلى الخيارات البديلة للتنمية الزراعية وأبعادها.

سيحاول البحث؛ لتحقيق هذه الأهداف، الإجابة عن التساؤلات، والتحقق من الفرضيات الآتية:

- **هل يعد حوض بحيرة توركانا إقليماً تخطيطياً؟**

تبعاً لذلك تفترض الدراسة أن حوض بحيرة توركانا إقليماً تخطيطياً؛ اعتماداً على وجود معيار الحد الطبيعي للحوض، والذي يتمثل في خط تقسيم المياه، وعلاقة المتغيرات الموجودة به ببعضها البعض، والتي قد تكون مختلفة وغير منسجمة، ولكنها تؤدي وظائف متداخلة ومترابطة. من ثم، يتحقق مصطلح الإقليم، ويُحدد بمضمون أبعاده العلمية؛ حيث يؤدي الغرض الذي من أجله اتخذت الإجراءات لتحديد الإقليم، وإعطائه هويته الواضحة.

- **ماهي إمكانات التنمية الزراعية في الإقليم؟**

تفترض الدراسة أن الخصائص المميزة للإقليم والتي تتمثل في مفردات التركيب الجغرافي الطبيعية مثل التربة وخصائص السطح تعد موارد تنموية يمكن استثمارها.

- **هل يتم التفعيل الكامل لدور البعد البيئي في سياسات وخطط ومشروعات التنمية الزراعية المتبعة في الإقليم؟**

تفترض الدراسة أن مفهوم التنمية المستدامة لايزال مبهم لدى الكثير من أصحاب القرار، وصانعي السياسات التنموية بالإقليم؛ حيث يركزون

على الجانب الاقتصادي المادي دون الإجتماعي ويتناسون البعد البيئي. ومن ثم، فإن السياسات والخطط التنموية الزراعية بالإقليم وبحجة تحقيق رفاهية السكان وآمالهم قد أفرزت عن وعي أو غير وعي نتائج انعكست سلباً على ماتحقق من تقدم. وتتمثل تلك النتائج في التدهور البيئي وفقدان التنوع البيولوجي.

خامساً- منهجية الدراسة.

تتطلب معالجة موضوع الدراسة تداخل العديد من المناهج، واستخدام العديد من أساليب المُعالجة التي تحتاجها جوانبها المُختلفة؛ وفقاً لما حددته من أهداف. ومن تلك المناهج، والأساليب: المنهج الأصولي والمنهج الموضوعي، الذي تم من خلالهما دراسة موضوع الزراعة المتوافقة بيئياً، إضافةً للمنهج الوصفي التحليلي، الذي يهدف لدراسة ظاهرة ما في الإقليم، وتفاعلها مع العوامل المؤثرة فيها، ودراسة الآثار البيئية الناجمة عنها. والمنهج الإقليمي، الذي تم من خلاله تحديد منطقة الدراسة، المتمثله في إقليم حوض بحيرة توركانا.

ومن ثم يمكن القول بأن البحث قد اتبع منهجاً أصولياً تحليلياً إقليمياً مُطَبِقاً في معالجته أهم خصائص الجغرافيا، من التأكيد على الموقع والمكان، إضافةً للإهتمام بالتحليل الإقليمي، الذي تنصهر معه النواحي المكانية، والبيئية؛ فيما يعرف بمنهج شمولية الواقع الجغرافي. مستخدمةً

أدوات المَعالجة والتحليل التي يتيحها برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc-GIS في معالجة وتحليل البيانات المكانية التي أمكن الحصول عليها للإقليم.

كما اعتمدت منهجية الدراسة بصورة أساسية على الإستقراء، في سيرها من الخاص إلى العام؛ بهدف التوصل إلى قاعدة كلية تحكم الفرعيات أو التفاصيل، التي تم إدراكُها. وذلك من خلال ملاحظة الجزئيات والفرعيات موضوع الدراسة، من خلال قراءة الدراسات السابقة؛ لعرض الوضع الراهن لخطة التنمية الزراعية في إقليم حوض بحيرة توركانا؛ واشتقاق الأطر النظرية؛ من أجل الوصول لمجموعة من النتائج، توضح الصورة العامة لخريطة المشروعات التنموية الزراعية المتوافقة بيئياً، وتعميمها في صورة رؤية مستقبلية، من خلال مجموعة من التوصيات.

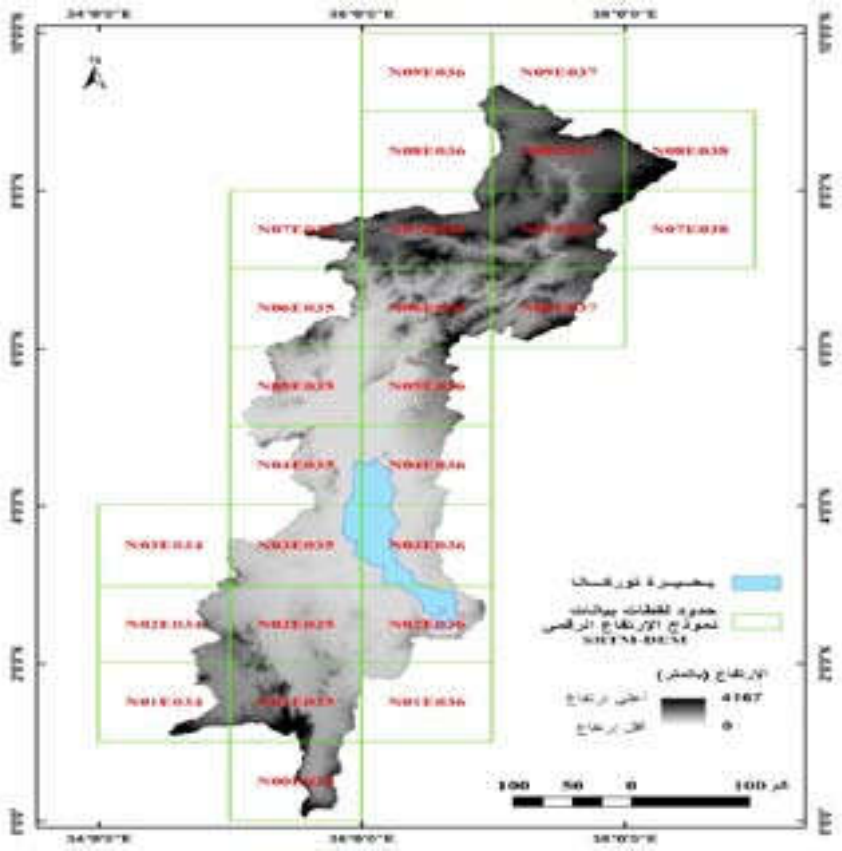
سادساً- مصادر البيانات.

اعتمدت الدراسة على البيانات المكانية، التي تتمثل في خريطة لأنماط التربة في الإقليم، ومرئية نموذج الإرتفاع الرقمي، وبيانها كما يلي:

- أنماط التربات المُتاحة عبر قاعدة بيانات المنظمة العالمية للأغذية والزراعة: FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC,

2012، (fao.org).

- مرئية نموذج الارتفاع الرقمي SRTM-DEM، والتي تكونت من ٢٦ لقطة Scenes تغطي كامل منطقة الدراسة، كما يوضحها الشكل (٣)، وقد تم تجميعها، من خلال أداة الـ Mosaic.



شكل (٣): دليل لقطات Scenes لنموذج الإرتفاع الرقمي DEM التي تغطي منطقة الدراسة.

المصدر: https://earthexplorer.usgs.gov/

حيث يعد الـDEM كأحد بيانات الاستشعار من البُعد حجر الأساس الذي يبنى عليه تحليل السطوح الطبوغرافية، ويُمكن تعريفه بأنه "صورة، كل خلية فيها تحتوي على قيمة رقمية، تمثل متوسط ارتفاع سطح الأرض في مساحة هذه الخلية، ويمكن إعادة تصنيفه Reclassification إلى فئات، تبعاً لمتطلبات الدراسة، وخصائص منطقة الدراسة". ويعد من أكثر الأساليب المستخدمة حديثاً في استخلاص المعـلومات الطـبوغرافية لسطـح الأرض، وفي استخلاص أحواض التصريف النهري من خلال أدوات Hydrology Modeling (**سعد أبو راس الغامدي، ٢٠٠٦**). ويوضح الشكل (٤) الخطوات المنهجية للنمذجة الكارتوجرافية الرقمية Cartographic Modeling التي اعتمدت عليها الدراسة، والتي تمت ببيئة النمذجة ببرنامج Arc-GIS.

شكل (٤): النموذج البنائي الكارتوجرافي الرقمي المستخدم لاستنباط خريطة التنمية الزراعية المتوافقة بيئياً.

سابعاً- إمكانات التنمية الزراعية المستدامة في حوض بحيرة توركانا:

مكن تشغيل النموذج الكارتوجرافي الذي اعتمدت عليه الدراسة من تحديد أنسب المناطق والمساحات الصالحة للإستزراع في إقليم حوض بُحيرة توركانا بحيث تكون متوافقة بيئياً، وذلك وفقاً لما يلي:

- **إمكانات الزراعة تبعاً لخصائص التربة**

تؤثر التربة تأثيراً مباشراً على التوجهات التنموية بالإقليم؛ وفقاً لسماتها. حيث تعد من أهم دعائم التنمية المستدامة، ومدى استثمار الإنسان لها يسمح بتطور المجتمعات البشرية؛ وبذلك فإنها أكثر العناصر صلة بالجغرافيا البشرية أو اللاندسكيب الحضري. كما ترجع أهميتها أيضاً إلى كونها الوسيط الذي يمد فيه النبات جذوره؛ ليحصل على المواد الضرورية اللازمة لنموه وتكاثره، إذا ماتوافرت الظروف والعناصر الأخرى.

يوضح الشكل (٥) أنماط التربات بإقليم حوض بُحيرة توركانا، والتي تنقسم إلى ١٣ نمطاً رئيسياً وفقاً لتقسيم منظمة الأغذية والزراعة العالمية FAO، ومن خلال تفسير The FAO/UNESCO Soil Map of the World Legend، يمكن التعرف على خصائصها التي يوضحها الجدول (١).

وبدراسة سمات وخصائص التربة، وتصنيفها والتمييز بين أنواعها المختلفة بإقليم الدراسة؛ يُمكن تحديد مدى صلاحيتها للإستخدام الزراعي، وتوصيف أنسب الطرق لخدمة الأرض، وتخصيص المحاصيل الزراعية لكل نمط من أنماطها المختلفة، والاستفادة من خواصها في تحسينها، وصيانتها، فضلاً عن تحديد مناطق التربات الضعيفة، والوقوف على أسباب ذلك، وتحليلها؛ في محاولة لعلاج ذلك الضعف، واستغلال كل مناطق الإقليم ضمن مشروعات تنموية مناسبة بيئياً، سواء أكانت مشروعات تنموية زراعية، أو غيرها من المشروعات التنموية. وذلك وفقاً لـ (FAO, 1974) ؛ (Deckers Jozef and ،Driessen Paul ،٢٠٠١) ؛ (Eswaran Hari ،et al, 2002) ؛ (**منظمة الأغذية والزراعة "الفاو"**، ٢٠٠٧) ؛ (FAO, 2015). ويوضح الجدول (٢) ناتج هذه المعالجة والتحليل، الذي يفسر مدلول الأرقام بمفتاح الشكل (٥).

جدول (١): أنماط التربات وخصائصها وعوامل تكوينها بإقليم حوض بُحيرة توركانا.

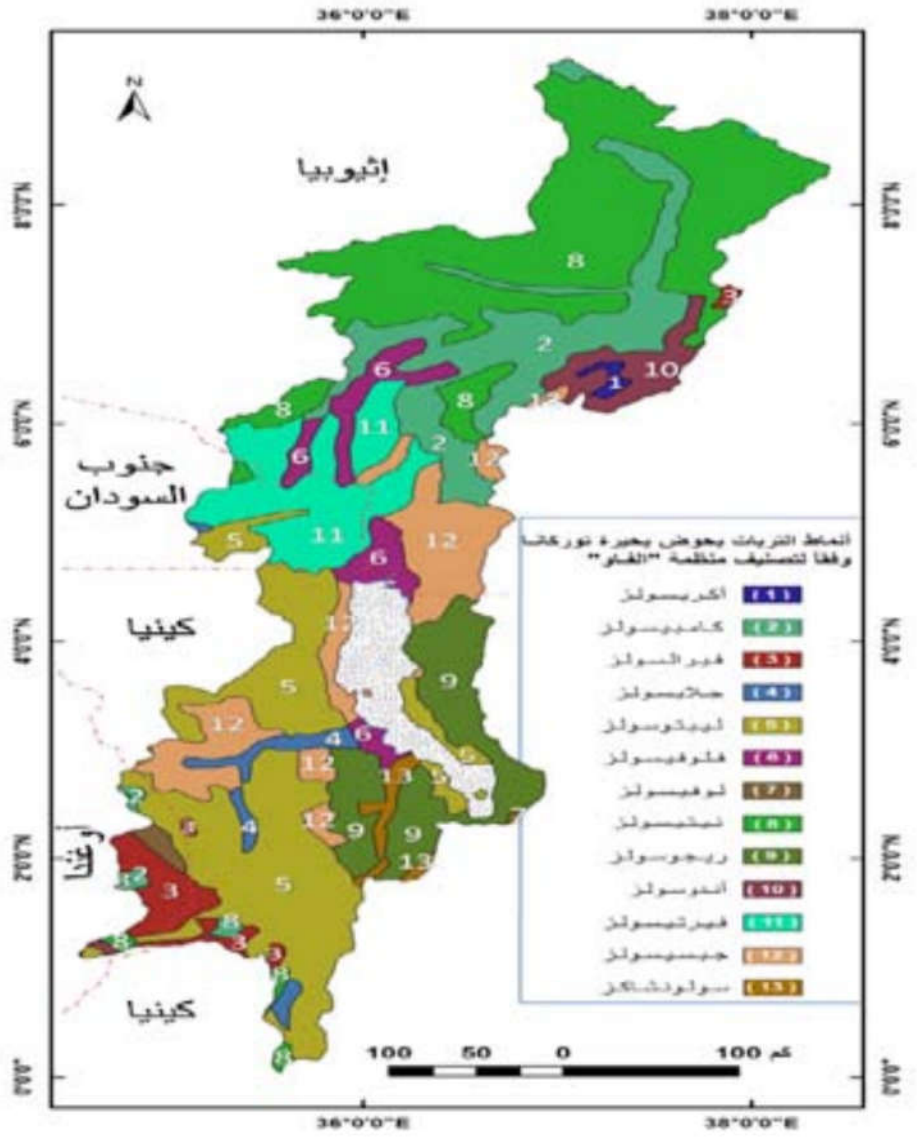
نوع التربة وفقاً لتصنيف الـ FAO	أصل الإسم	مدلول نوع التربة (*)	خصائص التربة وعوامل تكوينها
أكريسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى شديد الحموضة.	تربة طينية حامضية.	تتميز هذه التربة بمحتوى طين أعلى تحت التربة عنه في التربة السطحية؛ نتيجة لمراحل وعمليات تكوينها، خاصةً هجرة الطين. تأثرت بشدة بعوامل التجوية، ذات درجة تشبع قاعدي منخفضة عند بعض الأعماق. وتتكون من مواد أصل واسعة الإختلاف، غالباً ناتج تأثير عمليات التجوية للصخور الحامضية، وبصورة ملحوظة في الطين المتأثر بشدة بعمليات التجوية، والذي يخضع لتدهور مستمر.
كامبيسولز	مشتق من الإيطالية بمعنى يغير.	تربة طينية قاعدية.	ذات تكوين تحت سطحي. تحول مادة الأصل يبدو واضحاً من تكوين البناء، وغالباً يميل لونها إلى السمرة؛ لزيادة نسبة الطين و/أو إزالة الكربونات. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن مواد متوسطة وناعمة القوام، مشتقة من مجال واسع من الصخور. أما عن تطور قطاع التربة فتتصف التربة هنا بتأثر مادة الأصل الخفيف أو المعتدل بعوامل التجوية، وغياب كمية معنوية من الطين المتحرك والمتراكم لأسفل، والمادة العضوية، ومركبات الألومنيوم، و/أو الحديد.
فيرالسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى حديد وألومين }ألومنيوم{.	تربة اللاتريت شديدة الأكسدة Oxisol.	تمثل التربة الحمراء أو الصفراء في المناطق الاستوائية الرطبة، المتأثرة بشدة بعوامل التجوية. لها حدود أفق غير واضحة، عبارة عن تجمعات طينية غنية بالحديد والألومنيوم، يسودها طين ذو نشاط منخفض (أساساً كاوولونيت)، ومحتوى عال من الأكاسيد السداسية. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن صخور قاعدية، أكثر منها مواد سيليكاتية، تأثرت بشدة بعوامل التجوية فوق أسطح قديمة مستقرة. وتزيد بها عمليات الغسيل. والمادة العضوية فقيرة بسطحها نتيجة لمعدنتها (تحللها السريع)؛ مما يقلل من حموضة التربة، ويجعل التربة تحت السطحية غنية بالمادة العضوية. تُعاني من سُمية التربة نتيجة تركيزات عالية لبعض المعادن مثل المنجنيز.
جلايسولز	مشتق من الروسية بمعنى كتلة موحلة	التربة الرطبة.	تربة ناعمة رخوة غنية بالمادة العضوية. إن لم تصرف، تكون مشبعة بالماء الأرضي لفترات كافية لتطوير نموذج للون تربة ركدة مشبعة بالمياه. هذا النموذج يتكون أساساً من ألوان: محمرة، أو سمراء، أو بنية، أو مصفرة عند السطح، و/أو في طبقة/طبقات التربة العليا، بالتلازم مع ألوان رمادية/مزرقة. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن مجال واسع من المواد غير المندمجة، أساساً رواسب نهرية، وبحرية، وبحيرية من العصر البليستوسيني، أو الهولوسيني، مع معادن قاعدية إلى حامضية.
نيتيسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى لامع	التربة الاستوائية الحمراء.	تتصف بأنها: عميقة، جيدة الصرف، لها صفات لامعة متعددة السطوح (غريبة الأطوار). عوامل التجوية بها متقدمة نسبياً، ولكنها أكثر إنتاجاً بكثير من أغلب الأراضي الاستوائية الحمراء الأخرى. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن نواتج ناعمة القوام، من تأثير عوامل التجوية على مواد وسطية إلى قاعدة الصخر الأصلي، وفي بعض المناطق قد تجدد بخلط إضافات حديثة لرماد بركاني.
ريجوسولز	مشتق من اليونانية بمعنى طبقة رقيقة منبسطة	تربة المناطق الجافة وشبه الجافة	تربة حديثة التكوين غير ناضجة، رملية طينية إلى طينية رملية. تتكون من معادن ضعيفة التطور جداً، في مواد غير متصلة/غير متماسكة، ليست ضحلة، وغير غنية بالحصى، رملية أو مع مواد ورواسب نهرية. واسعة الانتشار في المناطق المتأثرة بالتعرية، خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة ومناطق الجبال.

سولونشاكز	مشتق من اللاتينية بمعنى ملح	التربة الجافة الرملية	تحتوي تركيز عالٍ من الأملاح الذائبة (تربة ملحية)، في بعض أوقات العام. توجد في المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصةً في المناطق التي يصل فيها مستوى الماء الأرضي إلى مستوى حرج، والمناطق الساحلية، والمناطق حيث إدارة المياه غير جيدة، في جميع أنواع المُناخ. ومادة الأصل بهذه التربة غير متماسكة، وهي تربة قلوية، تتصف بأنها ضعيفة إلى شديدة التجوية.
فيرتيسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى يدير أو يحرك، ويشير للتقليب الداخلي الثابت لمادة التربة	تربة المناطق المدارية شبه الرطبة والرطبة المتدهورة.	يشار لها محلياً في بعض المناطق بأراضي القطن السوداء. وهي عبارة عن مخض طيني ثقيل مع نسبة عالية لطين متمدد. وعندما تجف هذه التربة تكون شقوق عميقة واسعة من السطح نزولاً لأسفل، ويؤدي تبادل التمدد والإنكماش للطين القابل للتمدد إلى قطاع ذا شقوق عميقة في المواسم الجافة، وتكوين مواد بناء لسطح صخري أملس، ذو شكل وتدي في التربة تحت السطحية. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن رواسب تحتوي نسبة عالية من طين متمدد، أو نواتج تجوية الصخور التي لها صفات الطين المتمدد.
أندوسولز	مشتق من اليابانية بمعنى التربة السوداء	تربة طينية، بسُمك ١ م، وشقوق بعمق ½ م، غنية بالدوبال.	نموذجياً تربة براكين سوداء (أراضي الرماد البركاني)، تتطور بالتجوية السريعة للمقذوفات البركانية أو السليكا، غالباً تحت أي مُناخ، فيما عدا الظروف المناخية شديدة الجفاف. وعموماً، قد تتطور في المواد الأخرى الغنية بالسليكا، تحت عوامل التجوية الحامضية، في المُناخ الرطب وشديد الرطوبة.
ليوفيسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى يغسل.	تربة طينية متدهورة. ذات مادة عضوية فقيرة نتيجة لزيادة الغسل.	تتميز باختلافات طينية؛ حيث تحتوي على طين في طبقة تحت التربة بنسبة أعلى من الطبقة السطحية؛ نتيجة لمراحل نشأة التربة (خاصية هجرة الطين)، وتعرف بأنها تربة متحولة القوام. مادة الأصل بهذه التربة عبارة عن مجال واسع من مواد غير مندمجة، تشمل طين يحتوي على حجارة وحصى، وغير ذلك من إرسابات الرياح، أو الإرسابات النهرية، أو الناتجة عن التعرية بسبب الإنسان.
فليوفيسولز	مشتق من اللاتينية بمعنى نهر.	تربة حديثة التكوين غير ناضجة. رملية طينية إلى طينية رملية.	تربة نطاقية حديثة النشأة، قطاعها يشمل نظام طبقي واضح. تتكون من الرواسب المائية، التي غالباً ماتكون نهرية. وقد يكون الإسم مُضلل؛ بمعنى أن هذه التربة غير محدودة فقط بالإرسابات النهرية، حيث توجد أيضاً مع الإرسابات البحرية أو البحيرية، بالمناطق التي تغمرها الفيضانات بصورة دورية في كل أنواع المُناخ؛ أي أن عمليات تكوينها ترجع لتجوية ميكانيكية + هوائية + فيضية.
ليبتوسولز/ ليثوسولز	مشتق من اليونانية بمعنى رفيع/ رقيق.	التربة الضحلة جداً. والتربة الحصوية و/أو الحجرية جداً.	تتواجد فوق صخر مستمر. وهي أراضي نطاقية شائعة خاصةً في المناطق الجبلية؛ حيث توجد غالباً على ارتفاعات عالية أو متوسطة، مع طبوغرافية مجزأة أو مقطعة بقوة، بالمناطق المتأثرة جداً بالتعرية، وهي أكثر مجموعات التربات انتشاراً غرب بحيرة توركانا.
جيبسيسولز	مشتق من اليونانية بمعنى جبس.	تربة المناطق الجافة وشديدة الجفاف.	تربة تحتوي تجمعات جبسية ثانوية (كبريتات الكالسيوم مع/أو كربونات مركزة تحت التربة)، وتوجد في أكثر المناطق جفافاً في إقليم المناخ الجاف؛ وذلك يوضح سبب تسمية العديد من رائدي نظم تصنيف التربة الكثير منها كتربة صحراوية. تتواجد في بيئات يسودها الاستواء إلى تلال ومنخفضات (كانت سابقاً بحيرات داخلية)، في مناطق المناخ الجاف. مادة الأصل بهذه التربة غالباً رواسب نهرية، غير متصلة، أو ترسيبات خلال عمليات التعرية بواسطة الرياح، أو الإنسان. تشمل تلك الإرسابات على معادن غنية بالقواعد، متأثرة بعوامل التجوية.

المصدر: The FAO/UNESCO Soil Map of the World Legend، المتاح عبر fao.org؛ (FAO, 1974) ؛ (Paul Driessen, and Jozef Deckers, 2001) ؛ (Hari Eswaran, et al, 2002) ؛ (منظمة الأغذية والزراعة "الفاو"، ٢٠٠٧) ؛ (FAO, 2015)

(*) فاطمة السيد محمد عوض الله، ٢٠١٥

شكل (٥): أنماط التربات الرئيسية، وفقاً لتصنيف منظمة "الفاو"، ومدلول صلاحيتها للزراعة بإقليم حوض بُحيرة توركانا.



المصدر: اعتماداً على قاعدة بيانات/ FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012.

جدول (٢): إمكانات الزراعة وفقاً لخصائص التربة بحوض بحيرة توركانا

المدلول	المسمى العلمي وفقاً لـ FAO	متطلباتها الزراعية	إمكاناتها الزراعية
١	أكريسولز	للزراعة المستدامة في ذلك النوع من التربة يجب المحافظة على سطحها، وكل ماتحتويه من مادة عضوية، ومنع عوامل التعرية. هذا مع تبني نظم محصولية تشمل: تسميد متكامل، وإدارة واعية. ويعد نظام الزراعة بإزالة الغطاء الخضري الطبيعي والحرق (والمعروف بالزراعة على فترات، بالتبادل والانتقال من مكان لآخر Shifting Cultivation)، والذي يتبع بصورة شائعة، وقد يبدو نظاماً بدائياً، إلا أنه شكل جيد يمكن تكييفه وتطويره لاستعمال هذه التربة لعدة قرون. إذا كانت فترات إشغال التربة واستغلالها قصيرة (عام أو سنوات قليلة فقط)، بحيث يتبعها فترة كافية لإراحة التربة، وإعادة خصوبتها (تصل إلى عدة عقود)، فإن هذا النظام يمثل استعمال جيد للمصادر المحدودة في تلك التربة.	ينصح بنظام زراعة المحاصيل مع الأشجار Agro forestry؛ لحماية التربة، كنظام بديل للزراعة على فترات بالتبادل والانتقال؛ للحصول على محصول أعلى بدون الحاجة لمُدخلات زراعية مكلفة. ولكن إذا كانت الزراعة ذات المُدخلات الزراعية المحدودة في هذ النوع من التربة غير مُجدي؛ فيمكن زراعة المحاصيل النقدية المقاومة للحموضة، مثل: الأناناس، والغابات من شجر البلاذر الأمريكي، والشاي، والمطاط، ونخيل الزيت. حيث تناسب هذه التربة إنتاج المحاصيل المطرية والمروية، بعد إضافة الجير، والتسميد المتكامل. وتحافظ الدورة الزراعية، التي تشمل المحاصيل الحولية والمراعي المحسنة، على محتوى التربة من المادة العضوية.
٢	كامبيسولز	هي عامة تربة زراعية جيدة؛ حيث تستعمل بكثافة في سهول الرواسب المائية (غالباً النهرية) المروية في المناطق الجافة؛ لإنتاج المحاصيل الغذائية، والزيتية. ويمكن أن تزرع في المناطق غير المستوية أو التلال بأصناف مختلفة من المحاصيل الحولية، والمعمرة، أو تستعمل كأراضي مراعي.	بمناطق سهول الأنهار: محاصيل غذائية – محاصيل زيتية. في المناطق غير المستوية والتلالية: محاصيل حولية – محاصيل معمرة – أراضي مراعي.
٣	فيررالسولز	معظمها ذات خواص طبيعية جيدة؛ حيث يجعلها العمق الكبير، والنفاذية الجيدة، والبناء المجهري الثابت، أقل حساسية، وأقل تعرضاً للتعرية. كما أنها تربة رطبة سهلة التفتيت، ويسهل العمل بها، وجيدة الصرف، ولكن في بعض الأوقات تتعرض للجفاف؛ بسبب انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء. إضافة إلى أن الخصوبة الكيميائية لها فقيرة؛ حيث المعادن القابلة للتجوية نادرة، أو غائبة، والاحتفاظ بالكاتيونات في الجزء المعدني من التربة ضعيف. وتحت النمو الخضري الطبيعي، تعود في النهاية إلى سطح التربة العناصر الغذائية التي امتصت بالجذور، مع الأوراق المتساقطة، وبقايا النباتات الأخرى. وإذا توقفت خطوات دورة العناصر الغذائية، مثلاً خلال استعمال نظام زراعي فقير، بدون إراحة التربة، مع مُدخلات قليلة من العناصر الغذائية، تصبح وبسرعة منطقة الجذور مستنزفة من العناصر الغذائية الصالحة للنبات. للمحافظة على خصوبة هذه التربة يجب تسميدها، وفرش مهاد (طبقة من القش أو بقايا النباتات، تفرش على سطح التربة للوقاية) و/أو إراحة التربة لفترة كافية، وتركها بدون زراعة، أو إتباع أساليب زراعة المحاصيل مع الغابات، وحماية سطح التربة من التعرية. مع إضافة الجير أو الخبث القاعدي، بكميات صغيرة، وبصورة متكررة؛ كأحد الوسائل لرفع قيمة الأس/الرقم الأيدروجيني في منطقة الجذور لسطح التربة، كما انها أحد الوسائل التي تحد من سمية الألومنوم والمنجنيز الموجودة بالتربة.	يمكن استعمال هذا النوع من التربة في الزراعات الفقيرة بنظام إراحة التربة؛ لزراعة الأصناف المختلفة من المحاصيل المعمرة، أو الحولية، إضافة للرعي المكثف. وقد تشجع الخواص الطبيعية الجيدة لتلك التربة، والطبوغرافية المستوية غالباً، أشكالاً أكثر كثافة من استعمال التربة؛ إذا أمكن التغلب على المشكلات الناتجة عن الخواص الكيميائية الفقيرة لها. كما يُمكن إقامة المزارع العلمية Plantations بها.

٤	جلايسولز	العائق الأساسي لاستعمال هذه التربة هو ضرورة إنشاء نظام صرف جيد؛ لتخفيض مستوى الماء الأرضي؛ حيث يمكن زراعة المحاصيل الزراعية، والبساتين، وإنتاج الألبان. يتهدم بناء هذه التربة لفترة طويلة إذا زرعت وهي رطبة جداً؛ لذلك يفضل تركها في المساحات المنخفضة، التي يصعب فيها إمكانية خفض مستوى الماء الأرضي بدرجة كافية، تحت غطاء دائم من الحشائش، أو غابات المستنقعات. يخلق إضافة الجير لتلك التربة بعد صرفها، والتي تحتوي على نسبة عالية من المادة العضوية، و / أو قيمة منخفضة للرقم الأيدروجيني، بيئة أفضل لنشاط الكائنات الحية الدقيقة، ومتوسطة الحجم، وزيادة معدل هدم المادة العضوية؛ وبالتالي إمداد العناصر الغذائية النباتية.	قد توضع تلك التربة تحت محاصيل الأشجار فقط، بعد خفض مستوى الماء الأرضي، بواسطة قنوات صرف عميقة. والبديل أن تزرع الأشجار على قمم مصاطب، تتبادل مع منخفضات ضحلة، يزرع فيها الأرز.
٥	نيتيسولز	تصنف ضمن الأراضي الأكثر إنتاجية؛ حيث يسمح عمقها، ومساميتها، وبنائها الثابت، من تعميق الجذور، ويجعلها مقاومة لعوامل التعرية. إضافة إلى سهولة العمل فيها، وجودة الصرف الداخلي الطبيعي، والخواص الجيدة للاحتفاظ بالماء. كل هذا يتكامل مع الخواص الكيميائية الجيدة (الخصوبة)؛ حيث تحتوي على كمية كبيرة نسبياً من المعادن المتأثرة بالتجوية، وقد يحتوي سطح التربة على نسبة من المادة العضوية، خاصة تحت محاصيل الأشجار والغابات. لكن يتطلب تثبيت الفسفور بها استخدام الأسمدة الفوسفاتية، والتي عادة تعطى في شكل مركبات بطيئة في إطلاقها للفسفور، بالتكامل مع استعمالات أقل من الأسمدة الأكثر ذوباناً من السوبر فوسفات، في دورات قصيرة، بالتجاوب مع نوع المحصول.	تزرع هذه التربة بالمحاصيل المعمرة، مثل: الكاكاو، والبن، والأناناس، وأيضاً تستعمل بصورة واسعة لإنتاج المحاصيل الغذائية في الملكيات الصغيرة.
٦	ريجوسولز	ذات أهمية زراعية محدودة في المناطق الصحراوية. تحتاج ٥٠٠ ــ ١٠٠٠ ملم/عام من مياه الري للحصول على محصول مُرضٍ. ويمكن استخدام الري بالرش أو التنقيط لحل مشكلة انخفاض الاحتفاظ بالرطوبة، والحاجة للري المتكرر، ولكن استخدام هذه الطرق نادراً ماتكون اقتصادية؛ وفي هذه الحالة يفضل الاستثمار باتباع طرق تحسين الزراعة الجافة عن إنشاء شبكات الري المكلفة. كما يمكن استخدام هذا النوع من التربات في الرعي المكثف، ويفضل تركها في المناطق المرتفعة كغابات لحساسيتها.	رعي مكثف. غابات.

٧	سولونشاكز	يؤثر تجمع الأملاح الشديد بهذه التربة في نمو النبات؛ حيث يعيق ذلك من امتصاص النبات للمياه من التربة، كما أن التركيزات العالية للأملاح قد يكون لها تأثير سام مباشر على النبات. ويمكن أن يعدل المزارعون طريقة الزراعة لتتناسب مع هذه التربة؛ مثلاً، الزراعة في حقول الري الأخدودي، بحيث تكون الزراعة وسط ارتفاع البتون(١)، وليس في قمتها، وهذا يضمن أن تستفيد الجذور من مياه الري، بينما تجمع الأملاح يكون أكبر قرب قمة البتن، بعيداً عن النظام الجذري. لكن عادة الأراضي شديدة التأثر بالأملاح ذات قيمة زراعية منخفضة، وتستعمل في الرعي المكثف للماعز، والخراف، والجمال، والماشية، أو تترك جرداء غير مستعملة. وقد يتحقق إنتاج محصول جيد، فقط بعد غسيل الأملاح من التربة (عند ذلك لاتصبح التربة من النوع سولونشاكز)، واستعمال مياه الري في هذه الحالة لايكون كافياً، ولكن يجب استعمال مياه زائدة عن احتياجات الري؛ بهدف إبقاء حركة المياه في التربة فقط لأسفل؛ لغسيل الأملاح الزائدة من منطقة الجذور. ولابد أن يصاحب ري المحاصيل في المناطق الجافة وشبه الجافة عمليات الصرف؛ حيث يجب تصميم شبكات كافية للصرف؛ لإبقاء مستوى الماء الأرضي أسفل العمق الحرج.	

٨	فيرتيسولز	مازالت مساحات كبيرة من تلك التربة غير مستخدمة، أو مستخدمة فقط في الرعي المكثف، أو نمو أشجار الأخشاب الكبيرة، كفحم الوقود النباتي، أو ما شابه ذلك. هذه التربة لها قدرة إنتاجية معنوية، ولكن تعد الإدارة المناسبة شرط مبدئي للإنتاج المستدام. ويمكن اعتبار الخصوبة الكيميائية الجيدة نسبياً لهذه الأراضي، ووجودها في مساحات سهلية مستوية واسعة، مميزات تسمح باستصلاحها وزراعتها بالميكنة. وتسبب صعوبة إدارة المياه مشكلات عديدة في زراعتها. كما أن المباني، والمنشآت الأخرى التي تقام عليها ذات مخاطر، ويجب اتخاذ احتياطات خاصة؛ لتجنب الدمار والضرر. ومن ثم لابد من توجيه تقنيات إدارة التربة لإنتاج المحاصيل؛ حيث التحكم في المياه بالتزامن مع المحافظة على / أو تحسين خصوبة التربة. فيجب تخزين المياه الزائدة خلال فترة الأمطار؛ لاستعمالها خلال نهاية موسم الأمطار (حصاد المياه)، خاصة في المناطق ذات معدلات الرشح البطيئة جداً. تعد تغطية التربة بالقش وبقايا النباتات أحد الطرق شائعة الاستخدام لتعويض صفات الإنكماش – التمدد في هذه التربة. والكتل الكبيرة من التربة التي تنتج من الحرث الأولي تتكسر مع الجفاف التدريجي إلى أجزاء رقيقة، والتي تزود التربة بمهد سالك للبذرة بأقل مجهود. ولنفس السبب، يندر أن تكون التعرية الأخدودية في هذه التربة تحت الرعي الجائر شديدة؛ لأن حوائط الاخاديد الناتجة سريعاً ما تكون مهد ذو زوايا ضحلة يسمح للأعشاب والحشائش أن تعيد ثباتها، ونموها بسرعة.	يمكن استخدامها مع الملكيات الصغيرة، على مستوى صغار الزراع، لإنتاج المحاصيل الموسمية المتأخرة، مثل: الدخن، والذرة السكرية، والأرز. وعلى مستوى المساحات الكبيرة، المروية، يمكن زراعة: القطن، والقمح، والشعير، والذرة السكرية، والكتان، وبنجر السكر، والنوج **Guzotia abessynica**. ويعد القطن جيد الإنتاج في هذه التربة؛ ويرجع ذلك إلى أنه ذا نظام جذري رأسي لايتضرر كثيراً بتشقق التربة. أما بالنسبة لمحاصيل الأشجار، فهي أقل نجاحاً بصفة عامة في هذه التربة؛ لأن جذور الأشجار يصعب أن تمتد، وتتطور في تحت التربة، كما أنها تتضرر كثيراً مع تمدد وإنكماش التربة.
٩	أندوسولز	ذات قدرة إنتاجية زراعية عالية، والعديد منها لايستعمل للحد الأقصى لقدرته الإنتاجية. وبصفة عامة، تعد تربة خصبة، وخاصة تلك الواقعة في الوسط أو قاعدة الرماد البركاني، وغير المعرضة للغسيل الشديد. لكن يعد الانخفاض الشديد للفوسفات في هذه التربة؛ بسبب وجود الألومنيوم والحديد النشطين، مشكلة، ويمكن تحسينها، وتقليل تأثيره باستعمال الجير، والسليكا، والمواد العضوية، والأسمدة الفوسفاتية. ومن السهل زراعة هذه التربة؛ لخواصها الجيدة، في احتفاظها بالمياه، وامتداد الجذور. ولكن ذلك النوع منها المشبع بالمياه يصعب حرثه؛ بسبب انخفاض قدرة تحمله، وزيادة لزوجته.	يمكن زراعتها بمحاصيل واسعة التنوع، تشمل: بنجر السكر، والدخن، والبطاطا الحلوة (مقاومة للمستويات المنخفضة من الفوسفات)، والشاي، والخضروات، والقمح، والمحاصيل البستانية. ويفضل أن تبقى هذه التربة على المنحدرات الشديدة كغابات. وتمثل زراعة الأرز المطري أكثر الاستعمالات مناسبة لهذه التربة المنخفضة، ذات مستوى الماء الأرضي الضحل.

١٠	ليوفيسولز	معظمها خصبة، وتناسب مجال واسع من الاستعمالات الزراعية، وإذا ما تواجدت مع محتو عال من السلت تصبح حساسة لتدهور البناء؛ حيث تحرث عندما تكون رطبة، أو مع استعمال ميكنة ثقيلة، ويتطلب ذلك النوع منها الموجود على المنحدرات الشديدة تقنيات معينة للتحكم في التربة.	تستغل هذه التربة في المناطق المعتدلة بصورة واسعة في زراعة الحبوب الصغيرة مثل القمح، أو بنجر السكر، أو الأعلاف، وفي المساحات المنحدرة، المتأثرة غالباً بالتعرية، تستعمل لزراعة أشجار الفاكهة، أو الغابات و / أو الرعي.
١١	فليوفيسولز	تنمو بها العديد من محاصيل التربة الجافة، من خلال الزراعة المطرية، مع بعض أشكال التحكم في المياه؛ حيث يمكن أن تزرع التربة بالأرز في ظل وجود الري والصرف الكافي، ويجب جفافها على الأقل لعدة أسابيع كل عام لتجنب أن تصبح قدرة التربة الكامنة على عمليات الأكسدة / الإختزال منخفضة، كذلك تشجع فترة الجفاف على النشاط الميكروبي، ويعزز عملية معدنة المادة العضوية.	يفضل بقاء أراضي المد والجذر شديدة الملوحة تحت الماخروف، أو بعض النباتات المقاومة للملوحة، وتعد هذه المساحات ذات قيمة بيئية، ويمكن مع الحرص استعمالها في الزراعات السمكية، وكمصايد، وصناعة الملح، أو استخدام أخشاب أشجارها لصناعة الفحم.
١٢	ليبتوسولز	تعد التعرية أكبر تهديد لها، خاصة في المناطق الجبلية المعتدلة؛ حيث عادة ماتكون تلك التربة على منحدرات التلال أكثر خصوبة من مثيلاتها في المناطق المستوية، إضافة إلى الإستغلال الزائد، وضغط الأنشطة السكانية الشديد، خاصة السياحة، كما يؤدي التلوث البيئي إلى تدهور غاباتها، وتهديد مساحات كبيرة من تلك التربة الحساسة. يمكن تحويل تربة ليبتوسولز الضحلة، المنحدرة، المشبعة بالماء، والمحتوية على صخور إلى تربة زراعية؛ وذلك من خلال زراعتها بطريقة المصاطب، وإزالة الصخور يدوياً. وقد يعطي نمط الزراعة/ غابات، الذي يجمع مابين دورة المحاصيل الحولية والغابات، تحكماً دقيقاً في تلك التربة، وأملاً في نجاح الزراعة بها، ولكنها مازالت إلى حد كبير في مرحلة التجربة، وقد يتسبب الصرف الداخلي الزائد، وضحالة مساحات كبيرة من تلك التربة إلى جفافها، حتى في البيئات الرطبة.	يمكن أن تستخدم كمراعي موسمية، وأراضي غابات، وتزرع بشجر أخشاب الساج الضخم، والماهوجني (شجر أخشاب صلبة بني ضارب الحمرة).

١٣	جيبسيسولز	تستعمل مساحات كبيرة منها في الرعي المكثف. ويمكن استعمال ذلك النوع من التربة الذي يحتوي فقط على نسبة منخفضة من الجبس في الـ ٣٠ سم العليا منها، والتي عادة توجد في الرواسب النهرية الحديثة، والمتأثرة بالتعرية عن طريق الإنسان؛ حيث تحتوي الجبس بنسبة أقل نسبياً، وذلك في إنتاج الحبوب الصغيرة، والقطن، والبرسيم الحجازي. تمكن الزراعة الجافة لتربة جيبسيسولز العميقة من استغلال سنوات إراحة التربة، والتقنيات الأخرى لحصاد المياه، ولكنها من النادر أن تكون مجزية؛ بسبب الظروف المناخية. وعندما تكون هذه التربة قريبة من مصادر المياه، تصبح فرصتها أكبر أن تكون منتجة جداً؛ حيث يمكن إنشاء العديد من مشاريع الري.	رعي مكثف، ومن ناحية أخرى، حتى التربة التي تحتوي ٢٥ ٪ أو أكثر جبس مسحوق (بودرة) يمكن أن تنتج محصولاً ممتازاً من البرسيم الحجازي (١٠ طن / هكتار)، أو القمح، أو المشمش، أو البلح، أو الذرة، أو العنب، إذا رويت بمعدلات عالية، مع صرف حذر؛ حيث أن الزراعة المروية في هذه التربة قد تسبب مشكلات كبيرة؛ بسبب الذوبان السريع للجبس، مما ينتج عنه هبوط غير منتظم لسطح التربة، وانهيار لجوانب القنوات المائية، وتآكل في التركيبات الإسمنتية.

المصدر: The FAO/UNESCO Soil Map of the World Legend، المتاح عبر fao.org؛ (FAO, 1974) ؛ (Paul Driessen, and Jozef Deckers, 2001) ؛ (Hari Eswaran, et al, 2002) ؛ (منظمة الأغذية والزراعة "الفاو"، 2007) ؛ (FAO, 2015)

هذا مع الأخذ في الاعتبار أن ري الأراضي الزراعية بالمياه زائدة الملوحة يؤدي للتأثير الضار على كل من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، وكذلك على نمو النباتات؛ حيث تتجمع الأملاح الموجودة بها في خلايا هذه النباتات، وتتسبب في تلفها، ومن ثم إعاقة نموها. وتبعاً لذلك هناك صعوبة قصوى في عملية ري الأراضي الزراعية اعتماداً على مياه بُحيرة توركانا؛ لزيادة نسبة الملوحة بها. مما يستلزم إجراء الدراسات التحليلية المتعمقة قبل استخدام هذه المياه لأغراض الري، حتى مع الأراضي الرملية جيدة الصرف. ومع شدة الملوحة يجب خلطها بالمياه العذبة لتخفيف نسبة الأملاح بها، مع زيادة كمية المياه مع كل رية،

العذبة لتخفيف نسبة الأملاح بها، مع زيادة كمية المياه مع كل رية، بالإضافة إلى اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة؛ مثل نبات **الإستيفيا** كبديل لقصب السكر.

تُسمى أيضاً "الإستيفيا السكرية" أو "ستيفيا ريبوديانا"، عنصر في عائلة الأقحوان (زهرة الذهب)، وهي مجموعة فرعية من عائلة الفصيلة النجمية Asteraceae أو (عائلة عشبة الخنازير)، توضحها الصورة (١)، وموطنه الأصلي الحدود بين البرازيل والباراجوي، له حوالي ١٥٠-٢٠٠ نوعاً، ويتم زراعته حالياً في مناطق عديدة، منها: الأرجنتين، وكولومبيا، وتايلاند، وتعد الصين أكبر مُصدرٍ له. وفيما يلي سرد لبعض خصائصه وأهميته **(فوزي عبدالقادر الفيشاوي، ٢٠١٠)** ؛ **(آمال بنت صالح بن علي بن بخيت الزهراني، ٢٠١١)**:

- من النباتات العُشبية المُعمرة بالمناطق الإستوائية وشبه الإستوائية؛ حيث يمكث في الأرض لمدة قد تصل لسبع سنوات. ويعد حولي في المناطق الباردة، ويُحصد مرة واحدة قبل قدوم الشتاء.
- أحد نباتات النهار الطويل والحرارة المُرتفعة، أي يحتاج إضاءة لاتقل عن ١٢ ساعة يومياً؛ حيث يتوقف نموه الخضري ويتجه للتزهير عند تعرضه لنهار قصير (أقل من ١٢ ساعة/يوم). ومن ثم، تفضل زراعته في المناطق المُشمسة ذات درجات الحرارة المُرتفعة. كما يحتاج رطوبة بدون إغراق، ولا يتحمل العطش؛ حيث يؤدي نقص مياه الري لتأثيرات سلبية على نمو النباتات.

- ويُمكن زراعته بمياه البحر المالحة دون معالجة.
- يستخدم في صناعة السكر الصالح للإستخدام الآدمي، بل يعد بديل ممتاز لسكر القصب أو البنجر، حيث يفوقهم بأضعاف تصل إلى ٤٠٠ مرة، كما أنه لايحتوي على سعرات حرارية عالية.
- الفدان الواحد من نبات الإستيفيا يُنتج نحو ١ – ٣ طناً من الأوراق الجافة. وإنتاجية الفدان الواحد منه تعادل إنتاجية نحو ٨٠ فداناً من محصول قصب السكر.
- يصل سعر الكيلو الواحد منه إلى ١٠ دولاراً، أي أن الفدان ينتج ما قيمته ١٠ – ٣٠ ألف دولاراً (**وفقاً لبيانات ٢٠١٧**).
- يستخدم أيضاً كعلف حيواني.
- تم استخدامه في مناطق مُتعددة من العالم: كبديل للسكر، وكعلاج للعديد من المشكلات الصحية الأخرى.

صورة (١): نبات الإستيفيا السكرية.

المصدر: آمال بنت صالح بن علي بن بخيت الزهراني، ٢٠١١.

من ثم تلعب الإستيفيا دوراً مُهماً في الحفاظ على التنوع البيولوجي بالإقليم؛ حيث ستسمح للمزارعين بتحقيق التنوع المحصولي، كما أنها تحتاج إلى مساحة صغيرة من الأرض الزراعية لتحقيق نفس إنتاجية السكر. وهناك تجربة ناجحة لزراعتها في كينيا؛ حيث تم زراعتها في ثلث الأرض مع تخصيص باقي المساحة لزراعة المحاصيل الأخرى.

- **إمكانات الزراعة وفقاً لخصائص السطح بحوض بحيرة توركانا**

يقصد بخصائص السطح هنا الإرتفاع والإنحدار؛ حيث يؤثر المنسوب على الزراعة من خلال تنوع المحاصيل، فالمناسيب المُنخفضة يمكن زراعتها واستخدام الآلات فيها، بينما المناطق مرتفعة المنسوب يصعب نقل الآلات إليها. إضافةً إلى تأثير المنسوب المرتفع على زيادة تكلفة الطاقة الكهربائية لرفع مياه الري لمناسيب أعلى.

كما يؤدي المنسوب دوراً مُهماً في تنوع النباتات الطبيعية التي يتم الإعتماد عليها في الرعي، وحركة الرعاة أفقياً من مكان لآخر، ورأسياً بين السهول والمرتفعات؛ حيث يفضل رعاة الإبل الرعي في المناطق السهلية

ومتوسطة الإرتفاع، بينما رعاة الماعز والأغنام يصعدون إلى مناسيب أعلى، وإن كانت الماعز من الحيوانات التي يمكنها الصعود عبر المنحدرات الشديدة والقمم الجبلية المرتفعة مقارنةً بالأغنام؛ لخفة حركتها وتمتعها بأظلاف تحميها من السقوط

وتؤثر زيادة الإنحدار على إنجراف التربة وإنزلاقها خاصة في المناطق التي تتعرض للتعرية المائية. حيث يظهر تأثيره من خلال زاوية الإنحدار وطول المنحدر؛ فتزيد التعرية ٢,٥ مرة في الوحدة المساحية إذا تضاعفت درجة الإنحدار، وتزداد التعرية أيضاً بزيادة طول الإنحدار.

ويظهر تأثير الإنحدار عند المقارنة بين أشكال السطح وصلاحيتها للإستصلاح الزراعي مع زيادة أو قلة الإنحدار؛ حيث يؤدي الإنحدار الخفيف إلى جودة الصرف، بينما يؤدي انعدام الإنحدار مع وجود التربة الثقيلة إلى سوء الصرف. لذا فإنه عند المفاضلة بين طرق الري المختلفة يجب أن يراعى في الإختيار درجة الإنحدار؛ فعندما تقل درجة الإنحدار عن ١,٢ درجة يتم استخدام الري بالغمر، وإذا زادت عن ذلك ينبغي استخدام طرق الري الأخرى، مثل الري بالرش أو التنقيط؛ لتلافي إنجراف التربة. كما يؤثر الإنحدار أيضاً على استخدام الآلات؛ حيث يتراوح الإنحدار الأمثل بين صفر – ٢ °، وإذا زاد عن ذلك أدى لظهور صعوبات عند استخدامها (**عبدالفتاح صديق عبدالله، ١٩٩٥**).

مكن الإعتماد على تصنيف معهد ITC لتقسيم سطح الأرض إلى

فئات تبعاً للإنحدار بالدرجات والمنسوب بالمتر، وعلاقة ذلك بصلاحية الأرض للتنمية الزراعية (**Zuldam Robert A. Van**، ١٩٦٦)، من بناء نموذج لربط تلك المُتغيرات ببعضها البعض، ويوضح الجدول (٣) مدى صلاحية الأرض بإقليم الدراسة للزراعة تبعاً لذلك.

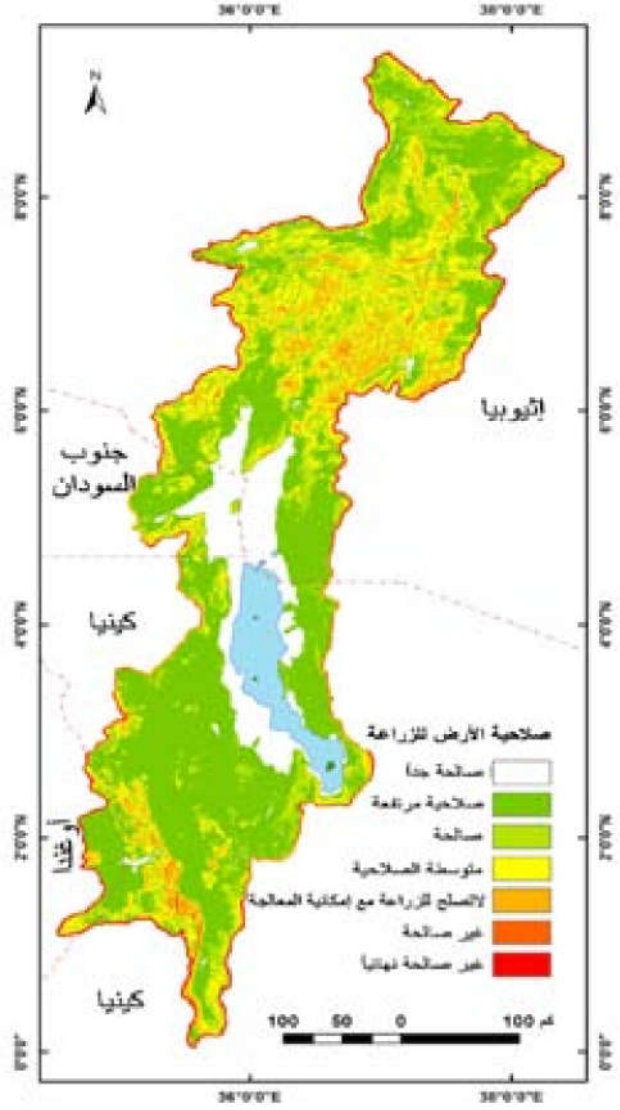
وبالتطابق الموزون Weighted Overlay بتساوي الأهمية لتلك الطبقات في بيئة النمذجة الكارتوجرافية الرقمية Digital Cartographic Modeling ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc–GIS يُمكن استنباط خريطة تبين إمكانات الزراعة بحوض بحيرة توركانا وفقاً لخصائص السطح، يوضحها الشكل (٦).

جدول (٣): العلاقة بين شكل السطح وفئات الإنحدار (بالدرجة) والمنسوب (بالمتر) وصلاحية الأرض للزراعة

شكل السطح	الإنحدار بالدرجات	المنسوب بالمتر	الصلاحية للزراعة
مناطق مستوية	صفر - ٢	< ٥	صالحة جداً ولاتحدث معها مشكلات
ذات انحدار خفيف	٢ - ٤	٥ - ٢٥	صلاحية مرتفعة
ذات انحدار متوسط	٤ - ٨	٢٥ - ٥٠	صالحة
مناطق تلالية وانحدار متوسط	٨ - ١٦	٥٠ - ٢٠٠	متوسطة الصلاحية
مناطق تلالية	١٦ - ٣٥	٢٠٠ - ٥٠٠	لاتصلح للزراعة مع إمكانية المعالجة
مرتفعات	٣٥ - ٥٥	٥٠٠ - ١٠٠٠	غير صالحة (تصلح للرعي)
مرتفعات شديدة الإنحدار	> ٥٥	> ١٠٠٠	غير صالحة نهائياً

المصدر: البيانات المكانية الصورية المستخلصة من مرئية نموذج الإرتفاع الرقمي لإقليم الدراسة، والخريطة المستنبطة من ناتج النموذج الكارتوجرافي الرقمي الذي تم الاعتماد عليه للحصول على خريطة التنمية الزراعية المتوافقة بيئياً.

وجدير بالذكر أن الناتج وفق الأساسين السابقين تم تخزينه رقمياً بقاعدة البيانات الجغرافية التي تم بنائها عن طريق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية. وتبعاً لذلك تُمكن أدوات المُعالجة والتحليل بهذه التقنيات من دمج خريطة التنمية الزراعية وفقاً لخصائص التربة، مع الخريطة المستنبطة من تشغيل النموذج الخاص بتحديد صلاحية الأرض للتنمية الزراعية وفقاً لخصائص السطح؛ عن طريق تحديد المنطقة المراد تنميتها وفق السيناريوهات المُختلفة لخطة التنمية، تبعاً لأي من الأساسين، ثم عمل خريطة تطابقية Superimposed Map؛ للتأكد من صلاحية تلك المنطقة وفقاً للأساس الآخر، وتبعاً لمدى التطابق يتم بدء مستوى آخر من الدراسات التحليلية المُتعمقة للمنطقة المُختارة.



شكل (٦): صلاحية الزراعة وفقاً لخصائص السطح بحوض بحيرة توركانا

المصدر: ناتج تشغيل النموذج الكارتوجرافي الرقمي المقترح ببيئة النمذجة في برنامج Arc-GIS.

الخاتمة:

انتهت الدراسة وخلصت إلى عدة نتائج، تحقق الأهداف التي تم تحديدها في المقدمة، وتجيب على التساؤلات التي تم طرحها، وتشير

لنتائج اختبار فرضياتها، وهي كالتالي:

النتائج:

- يوفر حوض بحيرة توركانا مجموعة من الخدمات الهيدرولوجية والبيئية؛ التي تشتمل على التربة وتوفير المياه للمشروعات التنموية الزراعية بالإقليم.

- لفهم الآثار (الإيجابية والسلبية على حد سواء) للمشروعات التنموية بصفة عامة، والزراعية منها بصفة خاصة، واتخاذ قرار يتسم بالحكمة حول ما إذا كان سيتم تنفيذها أم لا، هناك حاجة إلى تقييم الأثر البيئي، والمردود الاجتماعي – الاقتصادي الكامل لها قبل بدء المشروع، وإعداد خريطة تنموية متوافقة بيئياً. وهذا التقييم أمر بالغ الأهمية بالنسبة للتنمية المستدامة لمنطقة الدراسة.

- تتطلب عملية النمذجة الكارتوجرافية لاستنباط خريطة صلاحية الأراضي للتنمية الزراعية المزيد من الدراسات التفصيلية؛ لبناء نموذج منهجي مُحكم، يأخذ في اعتباره البعد الإنساني؛ حيث أن السكان هم الهدف الأول والأخير لأي مُخَططٍ تنموي. كما يجب إجراء عملية مفاضلة بين البدائل الناتجة عن النموذج الكارتوجرافي المُقترح؛ لتحديد أنسب المناطق المؤهلة بيئياً للمشروعات التنموية الزراعية، وتقييم المواقع، بُناءً على مميزات

كلٍ منها. ومن ثم، يتم تحديد المواقع الأكثر مُلائمة؛ وفقاً لميزاتها النسبية، مع الوضع في الاعتبار القيمة الاقتصادية. وتتطلب عملية استبعاد المواقع غير المُناسبة المعرفة الكافية بمنطقة الدراسة، وإجراء الزيارات الميدانية؛ للتحقق من طبيعة تلك المواقع. وعند التأكد من صحة ما أنتجه النموذج، وإذا ماتم بناء مشروعات تنموية في المناطق ذات الملاءمة المُنخفضة، يجب على الحكومات أن تبدأ في وضع تصورات واستراتيجيات لمُجابهة الآثار السلبية التي ستنجم عن المشروع، مع إتاحة الخدمات لسكان تلك المناطق.

- تُعد تقنيات وتطبيقات الاستشعار من البعد، وما توفره من بيانات، ونظم المعلومات الجغرافية، وما توفرانه من إمكانات وطرق معالجة وتحليل، مع إمكانية الربط والتكامل بينهما، من أهم الأساليب والأدوات الحديثة المستخدمة في عمليات تخطيط وإدارة التنمية المستدامة؛ حيث أسهمت عملياً وعلمياً بفاعلية في بناء قاعدة بيانات مكانية لإقليم الدراسة، يمكن من خلالها إعداد وتنفيذ ومتابعة خطط التنمية الزراعية المستدامة به، وكذلك يمكن استخدامها في تقييم وقياس نتائج هذه التنمية عبر أنشطتها المختلفة، مع تفعيل نظم مراقبة الموارد الطبيعية. بالإضافة أنها تمثل ادوات ووسائل عملية، والإعتماد عليها يوفر كثيراً من الوقت والجهد والتكلفة.

التوصيات

- يجب اتخاذ جميع التدابير اللازمة لضمان صيانة واستدامة الموارد الطبيعية بالإقليم، والإعتماد على التكنولوجيا المتطورة التي تُحدد الإمكانيات المُستقبلية لها، بالإضافة للإستخدام التكاملي التطبيقي المُدمج لتقنيات وبيانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد لتقييم الآثار الناجمة عنها والمشروعات المُرتبطة بها.

- يلزم إجراء مزيد من الدراسات التحليلية لمتابعة وتقييم أثر التغيرات البيئية في التباينات الموسمية، والعوامل المؤثرة على متلازمة المياه–الغذاء–الطاقة في الإقليم، والقضايا المرتبطة بها، والتي تتمثل في: التوفر، وإمكانية الوصول، والجودة. حيث تعد ذات ارتباط وثيق بالمتغيرات الغذائية، مثل: الزراعة التجارية، وإنتاج المحاصيل، والأمن الغذائي.

- وضع خطة شاملة للاستخدام المتكامل للموارد الزراعية المتاحة بالإقليم، ورفع كفائتها، وحسن إدارتها؛ لتحقيق استدامتها، والتركيز على زيادة عائدية الأراضي الزراعية.

يتضح مما سبق، أن السيناريو الأفضل للوضع البيئي العام في

إقليم حوض بحيرة توركانا هو سيناريو "**الإستدامة أولاً**"، في محاولة للوصول إلى وضعٍ أفضل، **من خلال اتباع استراتيجية التوازن بين التنمية الاقتصادية والمحافظة على البيئة**؛ تحقيقاً للأمن البيئي، والأمن الغذائي، كعناصر أساسية من عناصر الأمن الإنساني. ولن يتم ذلك إلا عن طريق **التخطيط، والتشريع، والبحوث، والتدريب والتوثيق واستخدام نظم المعلومات**؛ لبناء الثقة، حيث يمثل عدم صحة ودقة المعلومات أو عدم توفرها عقبة أمام التعاون الوثيق. مع الأخذ بعين الإعتبار كل العوامل المؤثرة والفاعلة في ذلك؛ لتقليل الإنعكاسات السلبية على البيئة، والعمل على زيادة العوائد الاقتصادية للمجتمع؛ لإحداث التوازن بين الموارد المتاحة والطلب عليها.

قائمة المصادر والمراجع:

- **مصادر باللغة العربية:**

- الأمانة المُشتركة بين مُنظمة الأغذية والزراعة ومُنظمة الصحة العالمية، (٢٠٠٤)، المخاطر الناشئة المُتصلة بالبيئة والتقانات الحديثة، ضمن أوراق المُنتدى العالمي الثاني للمسئولين عن سلامة الأغذية. مُتاح عبر: http://www.fao.org/3/j3255a/j3255a00.htm (تم الوصول له في ٧ يونيو ٢٠٢٠).
- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، (٢٠٠٧)، قاعدة المرجع العالمي لموارد التربة، إطار للتصنيف الدولي والربط والإتصال، تقارير الموارد العالمية للتربة، ١٠٣، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما.

- آمال بنت صالح بن علي بن بخيت الزهراني، (٢٠١١)، الإستفادة من مُستخلص أوراق نبات الإستيفيا كبديل للسكروز في إعداد بعض الحلويات المحلية، رسالة دكتوراه، اقتصاد منزلي، قسم التغذية وعلوم الأطعمة، تخصص صناعات غذائية، كلية الفنون والتصميم الداخلي، جامعة أُم القُرى، مكة المكرمة.

- سعد أبو راس الغامدي، (٢٠٠٦)، توظيف نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية، دراسة حالة وادي ذري في المملكة العربية السعودية، رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية.

- عبدالفتاح صديق عبداللاه، (١٩٩٥)، منطقة شمال سيناء، دراسة في الجغرافية الزراعية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

- فاطمة السيد محمد عوض الله، (٢٠١٥)، ملامح اللاندسكيب الطبيعي لقارة أفريقيا، ضمن (السعيد إبراهيم البدوي: مُحرر، (٢٠١٥)، أفريقيا: قارة المُستقبل الواعد، مطبعة الرسالة، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الأفريقية، جامعة القاهرة.

- فوزي عبدالقادر الفيشاوي، (٢٠١٠)، إستيفيا آمن وأحلى من السكر، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد ٣٤، مركز الدراسات والبحوث البيئية، جامعة أسيوط، متاحة عبر الموقع الإلكتروني:

- مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة (٢٠١٥). مقالة إلكترونية بعنوان: "هل يؤدي جفاف بحيرة توركانا إلى حياة أفضل للملايين؟" (https://www.hindawi.org/) (تم الوصول لها في ٢٥ مارس ٢٠١٦).

- **مصدار باللغة الأجنبية:**

- Catherine Fong (2015). The Scramble for Water, Land and Oil in the Lower Omo Valley, The Consequences of Industrialization on People and the Environment in the Lower Omo Valley and Lake Turkana, International Rivers)People.Water.Life.(

- {DAFNE}, (2018), Agricultural Productivity in the Zambezi and Omo-Turkana basins, A Decision-Analytic Framework to explore the water-energy-food NExus in complex and transboundary water resources systems of fast growing developing countries, EU H2020 Project Grant No. 690268, http://dafne-project.eu/wp-content/uploads/2018/09/DAFNE_D33_KULeuven_WP3_V20F_AgricProd.pdf.

- Edward G. J. Stevenson, (2018), Plantation Development in the Turkana Basin: The Making of a New Desert, Land, 7, 16; doi: 10.3390/land7010016 www.mdpi.com/journal/land.

- FAO, (2015), World reference base for soil resources 2014, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, WORLD SOIL RESOURCES REPORTS, 106, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome.
- FAO – Unesco, (1974), Soil map of the world, 1 : 5000000, Volume 1, Legend, Prepared by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Unesco – Paris.

- Felix Girke, (2013(, Home Land, Boundary, Resources: The Collision of Place-Making Projects on the Lower Omo River,

Ethiopia, Working Paper No. 148, Max Planck Institute for Social Anthropology Working Papers, ISSN 1615-4568, http://www.eth.mpg.de/pubs/wps/pdf/mpi-eth-working-paper-0148

- *Hari Eswaran, Robert Ahrens, Thomas J. Rice, B.A. Stewart, (2002),* Soil Classification, A Global Desk Reference, CRC Press, Boca Raton, https://doi.org/10.1201/9781420040364

- John D., and Catherine T. MacArthur, (March, 2012), Conservation Strategy for the Great Lakes Region of East and Central Africa, Birdlife International and Partners, Supported by MacArthur Foundation International Programs: Conservation and Sustainable Development.

- Paul Driessen, and Jozef Deckers, (2001), LECTURE NOTES ON THE MAJOR SOILS OF THE WORLD, ISBN 925-104637-9, http://www.fao.org/3/y1899e/y1899e00.htm

- Robert A. Van Zuldam, (1966), Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping, ITC, Netherland.

- Turton, David (2012a). Concerns about Gibe 3 Dam, PAMBAZUKA NEWS, 2 January. http://pambazuka.org/en/category/features/79590.

- Turton, David (2012b). How not to do it: river basin development in Ethiopia`s Omo valley, Resettlement News, 25. http://indr.org/?page_id=598.

- Turton, David (2012c). Ethiopia responds to UNESCO`s World Heritage Committee on Lake Turkana, Mursi online, June 19. http://www.mursi.org/news-items/ethiopia-responds-to-unesco-world-heritage-committee-on-lake-turkana.

- UNEP, (2010), Africa Water Atlas, Division of Early Warning and Assessment (DEWA), United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.

- **مواقع الإنترنت:**

- www.africannaturalheritage.org
- https://earthexplorer.usgs.gov/