استخدام نظم المعلومات الجغرافية من أجل الإدارة المستدامة لأراضي حوض المرج–ليبيا

* محي الدين محمد حمد الخبولي * مراد ميلاد أبوراس

المستخلص : تحتاج خطط الإدارة الصحيحة وتنفيذ البرامج المتعلقة بالاستخدام المستدام للموارد الطبيعية مثل موارد التربة إلى استخدام الأدوات المناسبة المرتبطة بالتقنيات الرقمية والجيومكانية والمواد المساندة لها من برمجيات وتجهيزات لضمان نجاح كل مراحل التخطيط والتنفيذ. أجريت هذه الدراسة على مساحة بلغت 1133 كيلومتر مربع لحوض المرج – شرق ليبيا، وذلك باستخدام برنامج Arc GIS Desktop 10.2.2 لنظم المعلومات الجغرافية للمساهمة في تحقيق الإدارة المستدامة للموارد الأرضية به. اعتمدت الدراسة الحالية على إعادة تحليل بيانات متحصل عليها من دراسات سابقة لتقديم معلومات كمية ووصفية ذات درجة عالية من الدقة والوضوح. تبين أن 49.26 % من ترب المنطقة الدراسة تتبع رتبة ترب الغابات (*Alfisols*) وأن حوالي 29.72 % تتبع رتبة الترب الجيرية الضحلة (*Mollisols*) وتبلغ رتبة الترب الجافة (*Aridisols*) حوالي 15.05% ، بينما لا تشكل رتبة الترب قليلة التطور (*Inceptisols*) سوى 0.83 % من ترب منطقة الدراسة. وتشكل الأراضي الصالحة للزراعة بدون معوقات تذكر حوالي 43.73 % والأراضي الصالحة للزراعة بوجود معوقات معتدلة (العمق – تضاغط) حوالي 15.12 % وأما الأراضي التي بها معوقات كبيرة (ضحلة– ملحية– حجرية) للزراعة تبلغ 36.02 % ، بينما الأراضي الغير صالحة للزراعة (صخرية– مباني) نسبتها 5.13 % من منطقة الدراسة. كما وجد أن الغابات الطبيعية تشكل 44.81 % من كل أراضي الدراسة، ومثلت الأراضي التي تعتمد على الزراعة المطرية حوالي 39.29 %، كما شكلت الأراضي المروية 2.27 % من مساحة منطقة الدراسة. طبقت الدراسة معايير محددة لتحديد ملائمة الاستخدام لأراضي الحوض من وجهة نظر حفظ التربة واعتمادا على معياري الانحدار وعمق التربة بشكل أساسي. ان توفر البيانات المطلوبة والمعلومات الصحيحة سيفتح الطريق واسعا أمام خبراء التخطيط والإدارة في مجال الموارد الزراعية للحصول على التقييم الواقعي لإمكانيات هذه المنطقة الهامة والوصول إلى أفضل سبل استغلالها واستخدامها.

الكلمات المفتاحية: *الاستخدام المستدام، حوض المرج، موارد التربة*

المقدمة:

تعتبر الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية واحدا من أهم المسائل الأساسية التي يجب الاهتمام بها على نحو فعال خلال العقود القادمة، وقد كان التركيز خلال العقود السابقة على الإدارة الاقتصادية على الصعيد العالمي، و حاليا يجب التركيز بشكل أكبر على الإدارة البيئية، وهو الأمر الذي يتطلب إتباع منهجية تستند على بيانات وافية وموثوق بها.

الإدارة المستدامة للأراضي (Sustainable land management) هي نهج يجمع بين التقنيات والسياسات والأنشطة التي تجمع بين المبادئ الاجتماعية والاقتصادية والقضايا البيئية التي تعزز الإنتاج ولكن في نفس الوقت تقلل من تدهور البيئة والموارد الطبيعية (Symth و Dumanski، 1993). إن الهدف الرئيسي لتقنيات الإدارة المستدامة للأراضي تنطوي على استخدام تقنيات المحافظة على الأراضي التي تمكن من المحافظة على الموارد الطبيعية وقدراتها الإنتاجية ووظائفها البيئية بالأماكن

* قسم التربة والمياه –كلية الزراعة – جامعة عمر المختار – البيضاء
*قسم التربة والمياه –كلية الزراعة – جامعة عمر المختار – البيضاء

التي تكون فيها الأراضي عرضة للتدهور، والنتيجة الحتمية لذلك هو وجود التقنيات الملائمة في الأماكن الملائمة وهذا في الواقع يتناقض مع التدهور الناجم عن الأنشطة البشرية. تهدف التدخلات إلى الحد من ظاهرة التدهور، ويجب أن تبدأ هذه التدخلات حين تظهر علامات التدهور، والهدف الرئيسي هو وقف مزيد من التدهور وتحسين الموارد ووظائفها، ويجب أن تظهر آثار هذا التخفيف على المدى القصير والمتوسط وهذا ما يشكل حافزا قويا لمتابعة هذه الأشغال، ويتم إعادة تأهيل الأراضي عندما تصل درجة التدهور إلى حد لا يمكن معها الاستخدام الأصلي لهذه الأراضي وأن الأرض قد أصبحت شبه عقيمة، وهنا، فإن تكلفة إعادة تأهيل الأرض تكون كبيرة ولا يمكن ملاحظة تحسنها إلا على المدى الطويل (القصاص،1999).

إن الإدارة المستدامة تتطلب وجود تناغم بين الإنسان و البيئة، فالاستعمال العشوائي للموارد يترك آثاراً سلبية على البيئة والتنمية في آن واحد، فإنه من الضروري التفكير جدياً في وضع ضوابط للحد من هذا التدهور بالنظر إلى التغيرات الكبيرة في مساحة الغطاء الأرضي والنباتي في ليبيا عموما وإقليم الجبل الأخضر بشكل خاص، حيث تقع معظم الترب الليبية في نطاق الأقاليم الجافة عدا مساحة صغيرة جداً بإقليم الجبل الأخضر تقدر بحوالي 5000 كم^2 (الزوام،1984) أي بنسبة 0.28 % من المساحة الكلية لليبيا، والتي تخرج عن نطاق المناطق الجافة، حيث تتلقى معدلات تساقط أمطار سنوية تزيد عن 400 مم (بن محمود،1995).

تعد التربة ومعلومات التربة مهمة بشكل خاص لهدف التنمية المستدامة المتمثل في تحقيق حياد تدهور الأراضي (achieving Land Degradation Neutrality ; LDN)، على النحو المحدد في اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (http://www.unccd.int ; UNCCD)، وهي أحد مجالات الاهتمام الرئيسية لمبادرة الشراكة العالمية من أجل التربة التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة (Montanarella و Vargas ، 2012). وعلى نفس السياق وجد Folberth وآخرون (2016) أن المعلومات الدقيقة للتربة قد تكون هي المفتاح للتنبؤ بتأثيرات تغير المناخ على إنتاج الغذاء.

يصف كثير من العلماء والخبراء الإستراتيجيون العصر الحالي بأنه عصر ثورة المعلومات وتعتبر نظم المعلومات بشكل عام ونظم المعلومات الجغرافية بشكل خاص من الأدوات المهمة التي تسعى المؤسسات والهيئات والمنظمات العاملة في مجال دعم اتخاذ القرار إلى استخدامها بشكل أساسي ومكثف للاستفادة من قدراتها العالية في التوثيق والتحليل والإظهار وغيرها من القدرات التي تتطلبها طبيعة تلك الدراسات التي تتعامل مع كميات كبيرة من البيانات الفراغية والوصفية (برهمين و ابوبكر،2007). كما أنه بات من المؤكد أن الأخذ بأسلوب التحليلات المكانية (كالتطابق الطبولوجي Topology Overlay، والتحليل السطحي

Surface Overlay، والتحليل الشبكي Raster Analysis) باستخدام الخرائط الرقمية يساهم في إعداد التحليلات المطلوبة لتنمية وتطوير المناطق بشكل دقيق ويزيد من كفاءة العملية والمنتج التخطيطي. منذ انتشار تقنية نظم المعلومات الجغرافية تعددت تطبيقاتها في الكثير من المجالات التنموية التي تهدف لتوفير حياة أفضل للإنسان عن طريق إدارة أفضل للموارد المتاحة، وأثبتت تقنية نظم المعلومات الجغرافية كفاءة عالية في تخزين ومعالجة وتحليل البيانات المكانية في نظام معلوماتي رقمي متكامل مما أدى لتطبيق هذه التقنية في قطاعات عديدة على المستوى العالمي و من ضمنها دراسة و تمثيل الموارد الطبيعية (Brimicombe ، 1999 و 2009 ؛ Hua وآخرون ، 2012 ؛ Li و Grainger ، 2004 ؛ Hengl وآخرون ، 2914 ؛ Sonti ، 2015).

إن الاختلاف في الترب بين المناطق المختلفة من الجبل الأخضر يعتبر في حد ذاته تميزاً فريداً لهذه المنطقة و يطرح تحديا علمياً حقيقياً عند مباشرة وضع الخطط الفعالة للمحافظة عليه وتطويره. وكذلك الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر وما يتعرض له من تدهور يمثل نظاماً بيئياً هشاً وحساساً لكنه متميز وفريد من نوعه على امتداد الساحل الجنوبي للبحر المتوسط والشمال الأفريقي، وجدير في نفس الوقت ببذل كل الجهود وتوفير الإمكانيات البشرية والمادية لصيانته وتنميته والمحافظة عليه إدراكا لما يمثله هذا الغطاء من ثروة وطنية يصعب تعويضها (جامعة عمر المختار، 2005).

أجريت دراسات عدة استهدفت تقييم ترب المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا قامت بها شركات وهيئات محلية وأجنبية، وقد كانت هذه الدراسات تهدف أساساً لتحديد مدى ملائمة الترب في هذه المناطق لأغراض الاستثمارات الزراعية. إن إتباع الجهات المنفذة لنظم وأساليب متباينة جعل من تفسير نتائج هذه الدراسات أمراً غير يسير وكونها محفوظة كنسخ ورقية يجعلها عرضة للضياع والتلف ويقلل عدد المستفيدين منها، وتضم أهم الدراسات كل من دراسة جيفلي (مجموعة شركات فرنسية،1972) التي خلصت إلى تقسيم ترب المنطقة الشرقية التي تمتد من جنوب غرب بنغازي وحتى الحدود المصرية إلى 18 وحدة استناداً إلى معدلات الأمطار السنوية وخصائص **التربة** (GEFLI ، **1972**)، والدراسة الثانية الهامة كانت دراسة شركة سلخوز بروم اكسبورت الروسية (Selkhoz prom Export ، 1980) حيث استهدفت حصر وتصنيف ترب المنطقة الممتدة من جنوب غرب بنغازي حتى الحدود المصرية و بعمق يمتد من ساحل البحر المتوسط في اتجاه الجنوب يتراوح ما بين 12 و 72 كيلو متراً وتبلغ مساحتها مليون وأربعمائة ألف هكتار تقريباً، وقد خلصت الدراسة إلى وجود 12 وحدة تربة تصنيفية رئيسية بمنطقة الدراسة حسب التقسيم الروسي والتعديلات المقترحة ليلائم تطبيقه دول البحر المتوسط، وأكدت الدراسة على خطورة التعرية

المائية بمنطقة الجبل الأخضر وذلك بسبب انخفاض محتواها من المادة العضوية وإتباع أساليب الرعي الجائر واستزراع الأراضي الهامشية. تهدف الدراسة الحالية إلى توظيف أمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الموارد الأرضية لحوض المرج مما قد يساهم في تحقيق التنمية المستدامة بالمنطقة وذلك عبر تحقيق الخطوات التالية:

1. تحديد بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية وتحديد الترب الشائعة في منطقة الدراسة.
2. إيجاد علاقات تربط بين خصائص التربة المختلفة و الإدارة المستدامة للأراضي بمنطقة الدراسة.
3. إنتاج خرائط موضوعية للتربة بمنطقة الدراسة.
4. وضع التوصيات التي تحقق المحافظة على التربة و تحسين خصائصها.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في محاولة المساهمة في إنشاء نظام فعال يدعم عمليات اتخاذ القرارات المكانية ؛ Spatial Decision Support System (SDSS) ، في مثل هذه الدراسات التطبيقية والاستفادة من تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في التوثيق والتحليل والإظهار وغيرها من القدرات التي تتطلبها طبيعة الدراسات التي تتعامل مع كميات كبيرة من البيانات المكانية والوصفية.

مشكلة البحث:

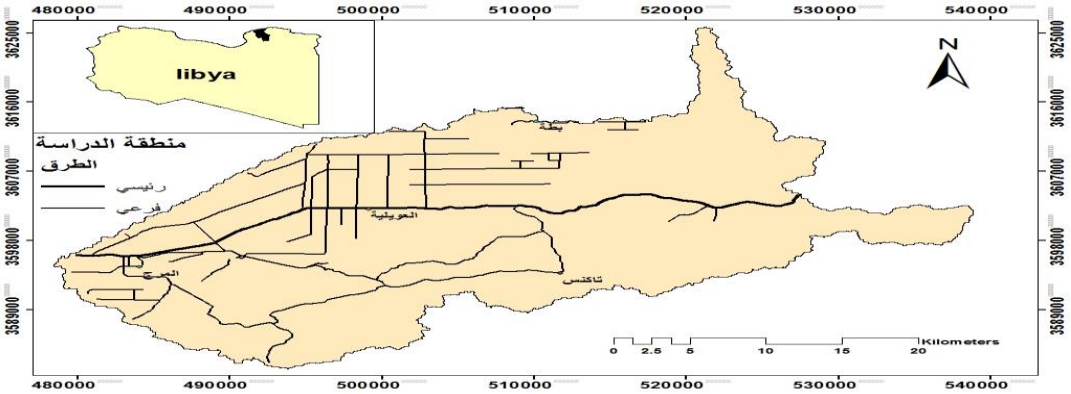
صعوبة تحديد الموارد الأرضية مكانياً ومعرفة خصائصها باستخدام الأساليب التقليدية الوصفية التي تعجز عن كشف العلاقات والارتباط بينهما وتشوبها الكثير من الأخطاء في عمليات التحليل وعدم الدقة في النتائج، وأن اعتماد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية تعتبر وسيلة فعالة ودقيقة للتعبير عن هذه العلاقات المكانية مما يساعد في الاستخدام الأمثل لها والمحافظة عليها.

المواد و طرق البحث:

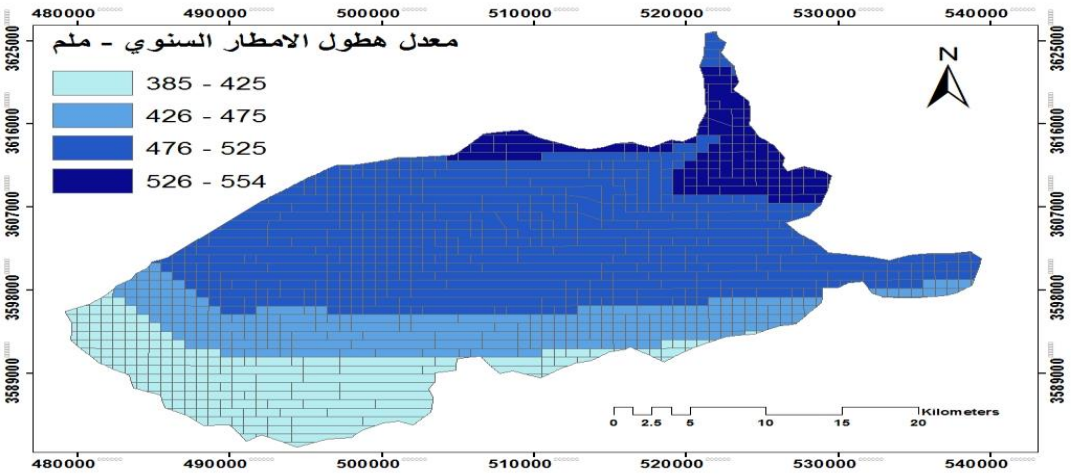
يمثل حوض المرج جزء هاما من إقليم الجبل الأخضر ، ويظهر ضمن لوحة المرج الطبوغرافية رقم 3490-II، بين خطي طول (479078-538971 م) شمالاً و دائرتي عرض (3581346-3625808 م) شرقاً، للمنطقة التربيعية N34 حسب إسقاط الماركيتور العالمي المستعرض (الشكل 1). ويوضح الشكل (2) التوزيع المكاني السنوي للأمطار (ملليمتر) بمنطقة الدراسة. استمدت هذه الدراسة بياناتها و معلوماتها من الإحصاءات الرسمية والدراسات التفصيلية والخرائط والمرئيات الفضائية.

حيث تم الاستعانة ببيانات التربة لدراسة شركة سلخوزيوم اكسبورت الروسية (Selkhoz Prom Export ، 1980)، ودراسة الغطاء النباتي للجبل الأخضر (جامعة عمر المختار، 2005).

تم استخدام برنامج Arc GIS 10.2.2 لنظم المعلومات الجغرافية وملحقاته مثل (Analysis Tools, Conversion, Spatial Analyst ....etc) في إدخال و تخزين ومعالجة وتحليل البيانات وإعادة تصنيفها، ودمج الحدود لإنتاج خرائط موضوعية متعددة.كما تم استخدام الخصائص الطبيعية والكيميائية في إنتاج خرائط تصنيفية للتربة، وإيجاد العلاقات المكانية بين خصائص التربة و استعمالات الأرض.



شكل (1): منطقة الدراسة



شكل (2) :التوزيع المكاني لمعدل هطول الأمطار السنوي

المعايير المستخدمة لشروط الاستخدام الأمثل لمنطقة الدراسة:

تم في هذه الدراسة الاعتماد على معياري درجة الانحدار وعمق التربة لكل نوع تربة لتحديد ملائمتها للاستخدام لنوع معين من غطاء نباتي دائم (غابات ومراعي طبيعية) ، أو استثمارها بالنشاط الزراعي المكثف البعلي أو المروي (محاصيل حبوب أو أشجار فاكهة). هذه المنهجية أشار لها العديد من الباحثين منهم Morgan (1996) ، وفي نشرات وزارة الزراعة الأمريكية (USDA). أوجدت إدارة وصيانة التربة SCS سابقا (Kohnke وBertrand ، 1959) ؛ تسمى حاليا إدارة حفظ الموارد الطبيعية NRCS التابعة لإدارة الزراعة الأمريكية USDA (https://www.nrcs.usda.gov) ، مخطط تصنيف قابلية استعمال الأرض من وجهة نظر حفظ التربة يهدف إلى الوصول إلى أفضل استعمال للأرض بدون التسبب في تعرية زائدة، حيث تنقسم فيه الأرض إلى ثلاث مجاميع رئيسية:

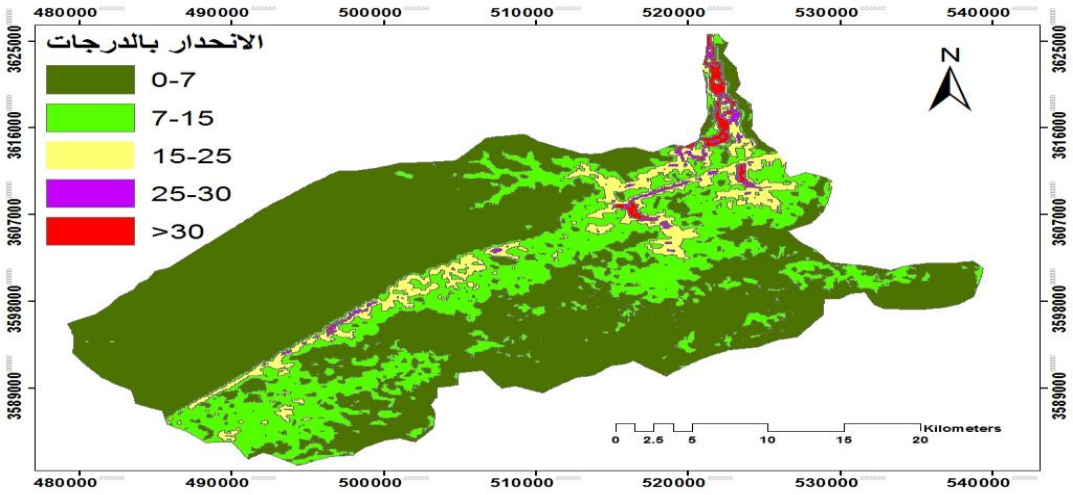
هي، أرض ملائمة لاستعمالات عديدة : حيث تكون ملائمة لزراعة الأشجار المثمرة ومحاصيل الحبوب والعلف وهي أراضي قليلة التعرض للتعرية .، أرض محدودة الاستعمال: وهي ملائمة للزراعة ولكن تحت قيود معينة لأنها قابلة للتعرية – أو الجفاف – الملوحة – الفيضان، ويسمح بالزراعة بها لأنواع محدودة من المحاصيل مع العناية الكبيرة، أرض محدودة جدا في الاستعمال: وهي أراضي حجرية أو معرضة للفيضانات أو شديدة الانحدار والانجراف. وهي لاتستخدم إلا للمراعي بشكل محدود أو غابات وتكون أفضل حماية لهذه الأراضي هو الغطاء النباتي الطبيعي الدائم.

يمكن الاستفادة من الجدول (1) ، المرفق لتصنيف استخدامات أراضي المنحدرات المتدهورة والمعدل بعد توصيف إدارة وصيانة التربة SCS (Kohnke و Bertrand ، 1959) بإضافة اقتراحات من Stocking و Murnaghan (2001) ؛ Kosmas وآخرون (2000) ؛ Aburas (2009) وللقيام بذلك ولتوفير البيانات الأساسية تم إعداد خريطة انحدار الأراضي لمنطقة الدراسة (شكل 3، جدول 2).

جدول 1 : توصيف الإدارة الملائمة لأراضي المنحدرات حسب تصنيف خصائصها (الباحثان)

الدرجة او الصنف	المجموعة	خصائصها وإدارتها
C1	صالحة للزراعة	الانحدار 1- 7 ° وعمق التربة ضحل اقل من الحد الحرج (مابين 10 – 30 سم)، يمكن زراعة المحاصيل الزراعية بشرط تطبيق الزراعة الكونتورية
C2	صالحة للزراعة	الانحدار 7 – 15 ° وعمق التربة ضحل أقل من الحد الحرج (مابين 10 – 30 سم)، يمكن زراعة المحاصيل الزراعية بشرط تنفيذ مصاطب حفظ التربة على المنحدر
P	صالحة للمراعي	الانحدار يصل إلى 25 ° وعمق التربة ضحل جدا (اقل من 10 سم) لاتصلح لزراعة المحاصيل، فقط تستخدم مراعي طبيعية
FT	صالحة للأشجار المثمرة والغابات	الانحدار اعلي من 25 - 30° وعمق التربة اعلي من الحد الحرج (30-50 سم) يصلح لأشجار الفاكهة بشرط تنفيذ مصاطب حفظ التربة ، أو تترك أراضي غابات
F	صالحة للغطاء النباتي الطبيعي الدائم فقط	الانحدار أعلى من 30 ° وعمق التربة اقل من الحد الحرج (30 سم) لا تصلح إلا للغابات

عمق تربة ضحل جدا = اقل من 10 سم ، ضحل تحت الحد الحرج = 10 – 30 سم ، ضحل فوق الحد الحرج = 30 – 50 سم ، متوسط العمق اعلي من 50 سم



شكل 3 : خريطة توصيف الانحدار لأراضي منطقة الدراسة (الباحثان)

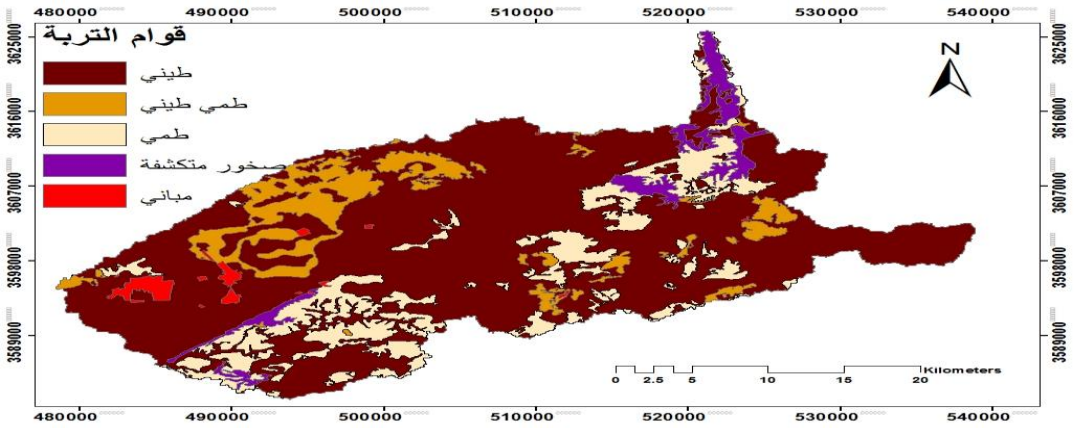
جدول 2 :المساحات المحسوبة لأقسام الانحدار المختلفة لمنطقة الدراسة (الباحثان)

درجة الميل	المساحة بالهكتار
7-1	75406.99
15-7	30199.43
25-15	7224.93
30-25	1096.2
أكبر من 30	947.84

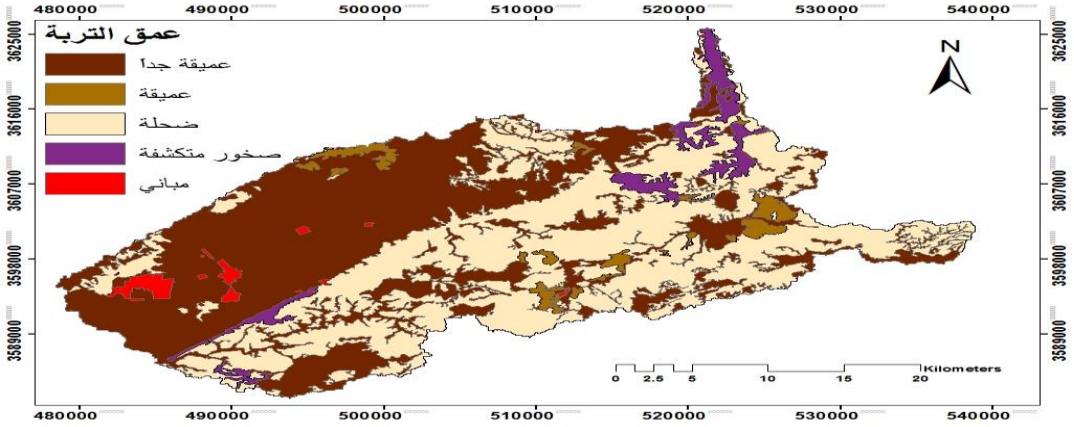
النتائج و المناقشة :

تم الاستفادة من تحليل بيانات التربة المعدة بواسطة دراسات كبيرة سابقة (Selkhoz prom Export ، 1980 ؛ جامعة عمر المختار ، 2005) وتحويلها لمعلومات تصف خصائص التربة الأساسية، حيث تبين أن قوام التربة في كل المواقع قد تراوح ما بين الطمي والطيني كما بالشكل (4)، وأن مؤشرات انخفاض الرطوبة الحقلية كان واضحا كنتيجة للظروف الجافة. من ناحية أخرى، فإنه على الرغم من طبيعة مادة الأصل الجيرية إلا أن معظم ترب المواقع الممثلة كانت غير كلسية، كذلك، فإن مستويات الملحية كانت منخفضة جداً.

تميزت أراضي منطقة الدراسة بشكل عام بارتفاع نسبة الحصى وتكشف مادة الأصل الصخرية، حيث وجد أن أكثر من 3.92 % من منطقة الدراسة شديدة الصخرية وأن ما يقرب من 45 % منها تميزت تربتها بضحالة القطاع حيث يقل عمق التربة الفعال عن 50 سنتمتراً كما يتضح من الشكل (5)، وربما يعود ذلك إلى ارتفاع قابلية التربة للانجراف بمياه الجريان السطحي خاصة إذا ما أزيل غطاؤها النباتي الطبيعي. ولقد لعبت السدود التعويقية القديمة دوراً حيوياً في المحافظة على التربة ضد عوامل التعرية في عدد هام من مناطق الجبل الأخضر. أشارت دراسة الغطاء النباتي (جامعة عمر المختار،2005) إلى أن أكثر من 50% من ترب الجبل الأخضر ضحلة العمق.

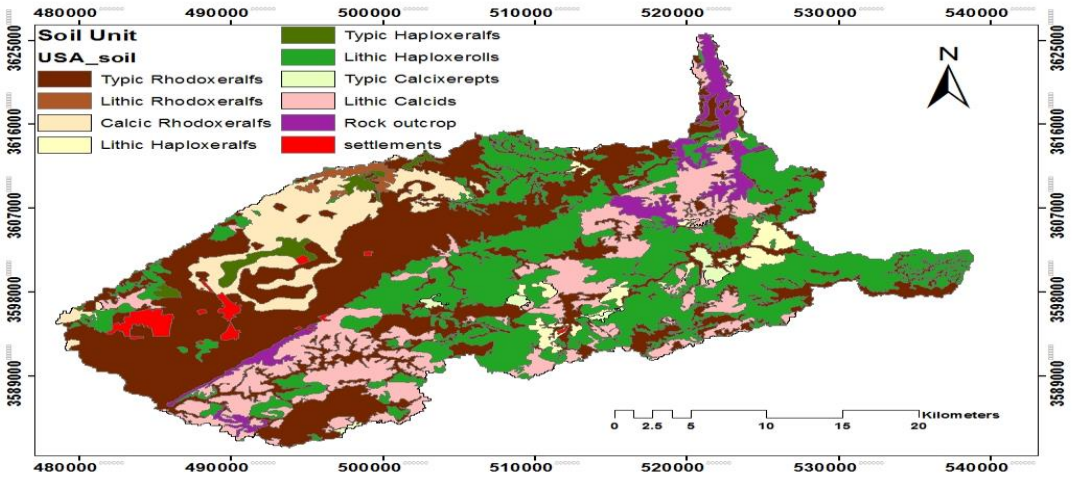


شكل 4: التوزيع المكاني لقوام التربة لأراضي منطقة الدراسة.



شكل 5: التوزيع المكاني لعمق التربة بمنطقة الدراسة

بالاعتماد على تحليل البيانات المشار لها سابقا والمتحصل عليها من دراسات سابقة (Selkhoz prom Export ، 1980 ؛ جامعة عمر المختار ، 2005)) في إنتاج خرائط رقمية جديدة ودقيقة، كان من المفيد جدا الإشارة للتنوع في التربة حيث سجل وجود أربع رتب هي الترب قليلة التطور (Inceptisols) والترب الجافة (Aridisols) والغابات المعتدلة (Alfisols) والحشائش الداكنة (Mollisols) إضافة لما تحت الرتب والمجموعات الكبرى وما تحت المجموعات (Soil Survey Staff ,2010) (الشكل 6).



شكل 6: وحدات التربة حسب التقسيم الأمريكي لأراضي منطقة الدراسة

1- ترب البحر المتوسط الحمراء (Red Ferrisiallitic soils حسب التصنيف الروسي):

وهي تعادل بالتصنيف الأمريكي رتبة *Alfisols* (*Rhodoxeralfs*) وتنتشر هذه الترب على مساحات شاسعة من إقليم الجبل الأخضر (Selkoz Prom Export ، 1980)، وتقدر مساحتها بنحو 47391.75 هكتاراً بمنطقة الدراسة، وهو ما يمثل نسبة تصل 41.8 %، وتشير نتائج الدراسات السابقة أن هذه الترب قد تطورت تحت ظروف الجبل الأخضر من مواد أصل جيرية وجيرية دولوماتية غنية بالحديد كانت توجد في صورة ترسبات لنواتج تجوية الصخور المتبقية (Elluvial) وترسبات المجاري المائية (Proluvial) المختلفة. وتتميز هذه الترب بوجود أفق طيني (Argillic horizon) تحت سطحي ذو بناء مندمج و قليل النفاذية للماء في بعض المناطق. كما تتميز ترب هذه الوحدة بارتفاع تشبعها القاعدي بسبب الإمداد المستمر من عنصر الكالسيوم الناتج من تجوية الحجر الجيري الذي يمثل مادة أصل هذه الترب، ويقابل هذه الوحدة حسب نظام تقسيم الترب الأمريكي رتبة ترب الغابات المعتدلة (Alfisols) (Soil Survey Staff, 2010).

وقد أوضحت بيانات الخصائص الطبيعية للعينات تحت الدراسة أن قوامها تضمن الطمي والطمي الطيني والطيني، وتراوحت حالة القطاعات ما بين متطور إلى متوسط التطور، وتباينت قيم الكثافة الظاهرية للتربة بشكل واضح لأفاق القطاع حيث تراوحت ما بين 1.05 و 1.63 جم/سم^3. أما السعة الحقلية و نقطة الذبول لهذه الترب فقد كانت ما بين 25- 36 % و 11- 25 % على التوالي، وقد دلت النتائج أن معدلات رشح الماء بالأفاق السطحية لهذه الترب كانت في الأغلب جيدة (72-92 مم/ساعة) (Selkhoz Prom Export ، 1980).

تصنف ترب هذه الوحدة بأنها قاعدية التفاعل إذ يبلغ متوسط رقمها الهيدروجيني حوالي 8.0، وتتفاوت سعتها التبادلية الكاتيونية فهي تتراوح ما بين 11 و 37 ملليمكافئ/100 جم تربة ($Cmol\ Kg^{-1}$) في الأفقين (أ) و (ب)، على التوالي. ويمثل الكالسيوم الكاتيون السائد ما بين بقية الكاتيونات المتبادلة الأخرى، و تبلغ كميته ما بين 7 و 30 ملليمكافئ/100 جم تربة في الأفقين السطحين، على التوالي. بينما وجد أن ما يشغله كاتيون الصوديوم على نقاط التبادل محدود جداً، إذ لم تتجاوز نسبته في الترب المتأثرة بالأملاح 5% من السعة التبادلية الكاتيونية. وتعتبر ترب هذه الوحدة فقيرة عموماً في محتواها من المادة العضوية مقارنة بقوامها حيث كان متوسط نسبتها في الأفقين السطحين حوالي 1.74%. ومن المظاهر المميزة لهذه الترب محتواها المرتفع عموماً من البوتاسيوم وذلك بسبب توافر عدد من المعادن التي تحتوي على هذا العنصر مثل الفلسبارات والمايكا والإليت، وغيرها، ويصل متوسط محتوى هذه الترب من هذا العنصر في صورته الكلية 2.67% بينما وصل متوسط تركيزه في صورته المتيسرة لامتصاص النبات 75 ملليجرام/100 جم تربة (Selkhoz Prom Export ، 1980).

أظهرت نتائج التحاليل المعدنية لحبيبات التربة في حجم الطين التي تحصلت عليها شركة سلخوز بروم أكسبورت بأن المعادن السليكاتية الصفائحية السائدة بترب هذه الوحدة تتمثل في معقدات تشمل كاؤلينيت، أيلليت وسمكتيت لكن الخاصية المميزة عموماً لهذه الترب هو ارتفاع محتواها من الكاؤلينيت جيد التبلر، و انخفاض محتواها من معادن السمكتيت أو انعدامه تماماً (الظافري، 2001).

2- ترب البحر المتوسط الصفراء (Yellow Ferrisiallitic Soils حسب التصنيف الروسي) :

تعتبر هذه الوحدة محدودة الانتشار بالجبل الأخضر حسب الدراسة التي قامت بها الشركة الروسية، وتوجد هذه التربة بشكل خاص في المنخفضات وعلى هيئة رواسب للوديان ومجاري المياه، ويكتسب الأفق تحت السطحي الطيني لونه البني المصفر إلى اللون الأصفر لوجود أكاسيد الحديد. قوام التربة طيني، وتمثل ترب هذه الوحدة مرحلة مبكرة لتربة البحر المتوسط الحمراء وهي توجد عادةً على حدوده، ويعادل هذه الوحدة تصنيفياً رتبة ترب الغابات المعتدلة *Alfisols* (*Haploxeralfs*) حسب نظام تقسيم الترب الأمريكي (Soil Survey Staff,2010).

3- الترب القرفية الجبلية (Siallitic Cinnamon Soils حسب التصنيف الروسي) :

تتركز هذه الترب في المناطق المرتفعة من الجبل الأخضر التي يزيد ارتفاعها عن 400 متر فوق سطح البحر، وتظهر هذه الترب في مجاري الأودية التي تشق المنحدرات وكذلك منخفضات تجميع المياه، وتلعب مادة الأصل الجيرية دوراً هاما في تشكيل

خصائص هذه الترب تحت الظروف المناخية المتعاقبة للابتلال والجفاف حيث يتم غسيل ونقل الأحماض العضوية والكربونات في موسم الابتلال ثم تترسب في الأفق تحت السطحي في موسم الجفاف، و تتميز بالأفق الكلسي الطيني تحت السطحي ذي اللون المحمر والبناء المندمج المتماسك عند الجفاف، وينتشر الفتات الصخري على السطح ومع العمق بطول القطاع، وتعاني معظم ترب هذه الوحدة من الانجراف بسبب تواجدها على المنحدرات ذات الميول الشديدة، وتقابل هذه الوحدة حسب نظام تقسيم الترب الأمريكي رتبة *Inceptisols* (Soil Survey Staff,2010).

4 – ترب الحشائش الجيرية الضحلة، الرندزينا (Rendzinas حسب التصنيف الروسي):

يقتصر التوزيع الجغرافي لترب الرندزينا في ليبيا على منطقة الجبل الأخضر، ووفقا للدراسات السابقة (Selkhoz Prom Export, 1980 ؛ بن محمود، 1995). يوجد هذا النوع من الترب في مجمل منحدراتها الشمالية الغربية ومناطق الترسيب، وكذلك الجزء الشمالي من المنحدرات الجنوبية، ويتطابق الحد الجنوبي لانتشار هذه الترب مع حدود الغطاء الغابي القائم في الوقت الحاضر أو ذلك الذي كانت تتميز به المنطقة في الماضي. وتوجد ترب الرندزينا أساساً على المنحدرات، و تكون ترب الرندزينا على المنحدرات الشديدة أكثر عرضة للانجراف، لذا يكثر فيها الحصى والحجارة ووجود بروزات صخرية، وتلعب مادة الأصل الجيرية والتضاريس والغطاء النباتي الطبيعي دوراً هاماً في إكساب هذه الترب خصائصها المميزة، ويتميز عمق قطاع التربة الذي ينتشر خلاله فتات صخري، بالضحالة عموماً وقد يصل عمقه إلى 80 سم، ويتفاوت قوام التربة من الطمي الطيني إلى الطيني، ويبلغ محتوى التربة من المادة العضوية حوالي 4% وهو ما يكسبها لوناً رمادياً داكناً، وتقابل هذه الوحدة رتبة ترب الحشائش القاتمة (*Mollisols*) وعلى مستوى تحت الرتبة ضمن الترب الجيرية الضحلة (*Rendolls*) حسب نظام تقسيم الترب الأمريكي (Soil Survey Staff,2010).

ومن الناحية المورفولوجية، فإن هذه الترب هي أكثر تواجداً في المناطق الثلجية والصخرية، وتقل في أراضي السهول المتموجة كما أنها تشغل أيضا قمم التلال المحدبة ذات الميول التي تتراوح من 5 إلى 40 درجة، ولكنه يندر تواجد هذه الترب بالمناطق ذات التضاريس شبه المستوية إذ أن ترب الرندزينا هي في الأساس ترب الأراضي المنحدرة ذات الميول، و تكون مواد السفوح الجبلية الجيرية التي تمت تعريتها و نقلها بالماء مادتها الأصلية الأساسية التي تتطور منها. وتعتبر ضحالة العمق الذي لا يزيد عن 30 سنتيمتر، واللون الأحمر، والقوام الثقيل، و وجود قطع من الحجر الجيري من الخصائص النموذجية لهذه الترب. يضم الغطاء النباتي على هذه الترب العرعر الفينيقي والبطوم العدسي والبطوم والشبرق والشماري، إضافة لغطاء من النباتات العشبية وقدرت شركة

سلخوز بروم أكسبورت أن ما يصل إلى 20% من أراضي الرندزينا بمناطق الجبل الأخضر هي أراضي حراثة، أو تشغلها مزارع العنب و أشجار فاكهة أخرى، وفي العقود الأخيرة فإن زراعة أشجار الغابات (مثل الصنوبر و اليوكاليبتس) قد تمت في ترب الرندزينا وهي تنمو بشكل يفوق معدلات نمو الأشجار والشجيرات الطبيعية (دراسة الغطاء النباتي- جامعة عمر المختار ،2005).

5- الترب الضحلة الحجرية (Lithosols):

تتعرض هذه الأراضي للتعرية الشديدة بواسطة المياه بشكل خاص مما أدى إلى إزالة الأفق السطحي مكونة ما يسمى بقطاع التربة المكشوط (Truncated profile) و هو ما يعني فقدً للمادة العضوية والعناصر المغذية الهامة و ضحالة قطاع التربة الذي لا يزيد عمقه غالباً على 30 سم، وتنتشر ترب هذه الوحدة على مدى واسع من المناخ حيث توجد بمناطق ضمن حزام المطر 200 مم و حتى 600 مم سنوياً ولكنها تتركز بشكل خاص في المناطق ذات التضاريس شديدة الانحدار، و يكون الغطاء النباتي الطبيعي فوق هذه الترب ضعيفاً و متفرقاً حيث تتراوح كثافته ما بين 10 و30% وهو يساعد على التعرية بكافة صورها، وتعتبر ظاهرة التصخر من أكثر المظاهر السطحية وضوحاً في هذه الأراضي، و يقابل هذه الوحدة رتبة الترب الجافة *Aridisols* وعلى مستوى المجموعة الكبرى *Lithic Calcids* وذلك حسب نظام تقسيم التربة الأمريكي (Soil Survey Staff,2010).

6- المكاشف الصخرية (Rock outcrops):

أشار تقرير شركة سلخوز بروم أكسبورت أن مساحة الأراضي التي تبرز فيها خصائص هذه الوحدة كانت شاسعة فقد بلغ 16.34% من أجمالي مساحة الأراضي التي قامت الشركة بدراستها، وتوجد هذه الوحدة متداخلة مع وحدات تربة أخرى، وتبدو خصائص المكاشف الصخرية واضحة في بعض المناطق مثل مساطب الأودية والحواف الصخرية والمسطحات الصخرية، ولعل ما يميز هذه المسطحات الصخرية وجود فواصل وشقوق عميقة تتخللها وهو ما يسمح لبعض الأشجار والنباتات الأخرى بالنمو فيها، ويغطي سطوح هذه الوحدة بشظايا صخرية متفاوتة الأحجام ناتجة من عمليات التعرية والتجوية المستمرة لهذه الأسطح (Selkhoz Prom Export ، 1980).

الإدارة المستدامة لأراضي حوض المرج:

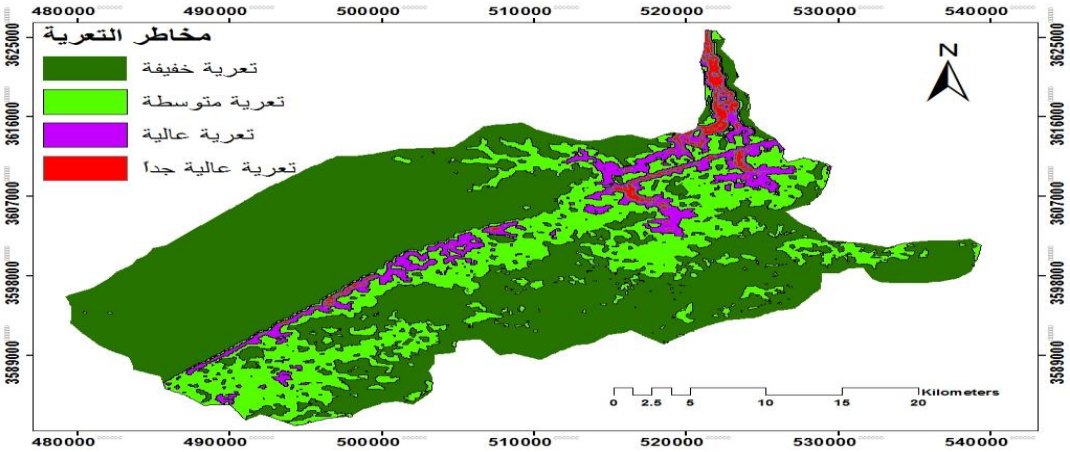
لتحقيق الإدارة المستدامة لموارد التربة بمنطقة حوض المرج يجب توفر شروط الاستخدام الأمثل لأراضي المنطقة بما يحقق الإنتاجية الاقتصادية والعوائد المقبولة وفي نفس الوقت لا يؤدي إلى تدهور خصائص التربة وفقدها بالتعرية وتناقص قدرتها الإنتاجية. استخدمت هذه الدراسة بعض المعايير المباشرة والبسيطة والقليلة الكلفة بالاستفادة من قدرات برامج نظم المعلومات الجغرافية في توظيف بيانات الخصائص الأرضية الطبيعية لمنطقة الدراسة واستغلال المعلومات المتوفرة من دراسات سابقة كما سبق الإشارة.

أن دمج وتكامل بيانات الانحدار ونوع التربة والعمق سوف تساعد في تحديد الأراضي الهامشية وتلك الهشة والضعيفة المقاومة لعوامل التدهور الفيزيائي والكيميائي، وهي التي تحتاج إلى غطاء نباتي يساهم في استقرارها وتثبيتها. كما تكون تلك البيانات قادرة على تحديد الأراضي الأقل عرضة للانجراف والتي تتصف بسعة تخزينية اعلي للرطوبة والأكثر قابلية للاستثمار الزراعي المروي منه والبعلي والدائم منه والموسمي (Aburas, 2009 و ابوراس وعبد الرحمن، 2016).

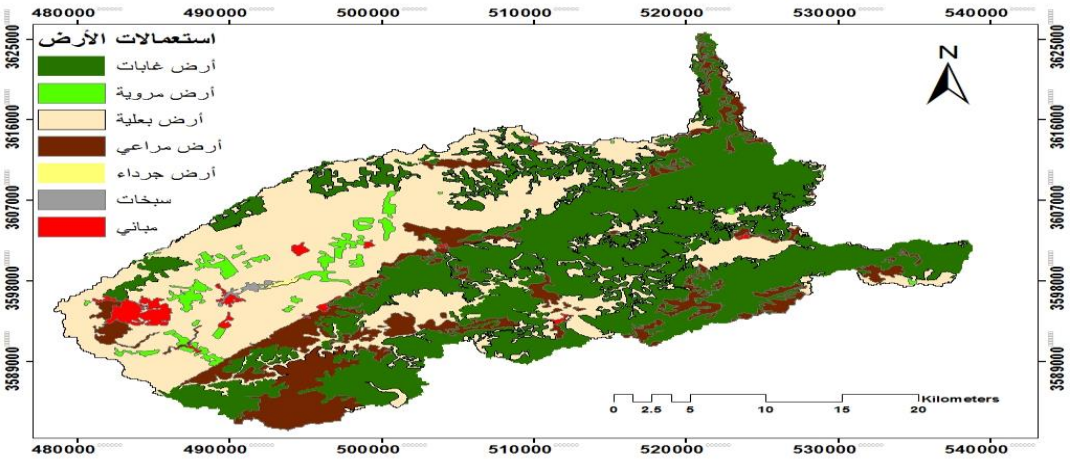
إن ترب البحر المتوسط الحمراء أو ما يقابلها بالتصنيف الأمريكي بترب الغابات *Alfisols* تتصف بأعماق تربة أعلى مقارنة بالترب الجيرية الضحلة مثل ترب الحشائش الجيرية الضحلة،الرندزينا *Mollisols* وترب الأراضي الجافة الجيرية الضحلة *Aridisols*. تلك الأراضي في العادة تتصف بأنها ضحلة بسبب وقوعها على المنحدرات وضعف مقاومتها لعوامل التعرية. وأعتبرKosmas وآخرون (2000) أن العمق الحرج يتراوح مابين 25 – 30 سم وأن أي عمق يقل عن ذلك سيزيد بشكل كبير من تدهور التربة خصوصا مع تزايد معدلات التعرية. الترب العميقة عادة ما يكون لها نظام جذري أعمق والذي سيزيد تأثيره الحيوي من نفاذية التربة ورشح الماء خلال مسامها الكبيرة (Bosch و King ،2001). بناء على ذلك لابد من الحذر والتخطيط السليم لتحقيق نظام إدارة ملائم للأراضي الضحلة الأكثر عرضة للتعرية حتى لا تفقد الغطاء النباتي الواقي من التدهور والتعرية، أو تنفيذ خطط حفظ التربة على المنحدرات بتطبيق إجراءات حفظ التربة الزراعية منها أو الهندسية.

تمت محاولة تحديد مناطق مختلفة الصلاحية والملائمة من وجهة نظر حفظ التربة وتوظيف بعض التصنيفات المتبعة عند إدارة أراضي المنحدرات المتدهورة. بالاستفادة من المقترحات المدرجة بالجدول (1) ومن بيانات الخرائط المعدة بهذه الدراسة (الأشكال 3 و 5 و 6) ، حيث ستكون الأراضي الأقل انحدارا (0 – 7 درجات) والأكثر عمقا (العميقة والمتوسطة العمق وحتى الضحلة فوق المستوى الحرج) أكثر ملائمة لنشاط زراعة المحاصيل الزراعية المروية والبعلية. بينما ستكون الترب الأكثر ضحالة وانحدارا مقتصرة على الغطاء النباتي الطبيعي الدائم. ومن خلال الشكل (7) تظهر طبقا لمعايير الانحدار وعمق التربة المناطق الأقل خطرا

من حيث قابليتها للتعرية وهو الأمر الذي يسهل من تحديد المناطق التي يمكن استثمارها زراعيا بأقل المخاطر على موارد التربة وتحقيق الاستخدام المستدام بها.



شكل (7) خريطة توصيف مخاطر التعرية لأراضي منطقة الدراسة (الباحثان)



شكل (8) مناطق ذات ملائمة لاستخدامات محددة طبقا لمعايير حفظ التربة (الباحثان)

من خلال الشكل (8) كانت الأراضي الأكثر ملائمة للمحاصيل البعلية والمروية (Rainfed crops land and irrigated) هي الأراضي العميقة والمتوسطة العمق وذات انحدارات اقل من 7 درجات ، كما كانت التربة السائدة فيها هي الترب الحديدية السلسكاتية الحمراء أو رتبة *Alfisols* (Typic Rhodoxeralfs) في التصنيف الأمريكي كونها أكثر الترب تطورا وعمقا على مستوى منطقة الدراسة. أما أراضي الغابات (Forests) حسب الخريطة 8 فهي أراضي تسود فيها الترب الضحلة (*Lithic Haploxeralfs*) كما أن جزءا مهما منها تتراوح انحداراتها مابين 7-15 درجة، وبالتالي سيحقق

الغطاء النباتي الطبيعي الدائم حماية للتربة من عوامل الانجراف. وكذلك يمكن استخدام هذه الأراضي الهشة كمراعي طبيعية مع تطبيق معايير الإدارة المستدامة حتى لا يتسبب الرعي الجائر في تدهور هذه الأراضي وانجرافها.

التوصيات :

- التأكيد على أهمية الغطاء النباتي الطبيعي بالجبل الأخضر والحرص على المحافظة عليه و تطويره من خلال الاستمرار في الدراسات للتعرف على خصائصه و أفضل السبل لتحقيق ذلك وتبني خطط تنموية شاملة بمنطقة الجبل الأخضر.
- تحديث المرئيات الفضائية لمنطقة الجبل الأخضر عامة، ومناطق انتشار الغطاء النباتي الطبيعي الشجيري و الرعوي خاصة، والعمل على تحويل خرائط الاساس لمناطق الجبل الأخضر الى خرائط رقمية يمكن استخدامها في برامج نظم المعلومات الجغرافية.
- توفير الأجهزة والمعدات الخاصة بالتقنيات الرقمية ونظم المعلومات الجغرافية و إعداد برامج متخصصة و مكثفة لتدريب وتأهيل كوادر فنية تقوم بتحليل الصور الجوية والمرئيات الفضائية دورياً للتعرف على حالة الغطاء النباتي الطبيعي بالجبل الأخضر.
- تؤثر نظم الحيازة و حقوق الملكية تأثيراً مباشراً على البيئة الطبيعية فالملكية القبلية للأرض و مصادر المياه يترتب عليها استخدام جماعي غير منظم للأرض مما يتسبب في حدوث ضعف و استنزاف للموارد الطبيعية مما يتطلب وضع تشريعات مناسبة و زيادة الوعي البيئي.
- بينت الدراسات أن التهاون في تطبيق القوانين المتعلقة بالغابات قد أسهم بشكل كبير في تدهور الغطاء النباتي و يندرج تحت التهاون في تطبيق التشريعات البيئية بشكل عام كتلك المتعلقة بتلوث المياه الجوفية و التربة والتي لها تأثيرات سلبية مباشرة على الغطاء النباتي.
- للمؤسسات الرسمية دور محسوس في تنمية الغطاء النباتي والمحافظة عليه وحمايته مما يتطلب وضع التشريعات اللازمة ودعم حملات التشجير وكذلك التركيز على الجانب الإعلامي لتوعية المواطن.

Use of Geographic Information Systems (GIS) for Sustainable Management of the lands of Marj Basin – Libya

Mhi eldin M.H. Alkhboli and Murad M. Aburas
Soil and water department, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Elbeida, Libya

Abstract: Precise management plans and implementation of programs related to the sustainable use of natural resources such as soil resources need the use of appropriate tools. Field equipment and tools associated with digital technologies and their supporting materials, software and supplies, have an important and essential role in the success of all stages of planning and implementation. This study was conducted on an area of 1133 square kilometers for the Marg Basin- Libya, using the Arc GIS Desktop 10.2.2 program for geographic information systems to contribute in the sustainable management of its land resources. The current study relied on re-analyzing data obtained from previous studies to provide quantitative and descriptive information with a high degree of accuracy and clarity. The results of the study showed that 49.26% of the soils under investigation follow the type of forest soils (*Alfisols*), and about 29.72% follow the type of shallow limestone soils (*Mollisols*), while the type of arid soils (*Aridisols*) is about 15.05%, the less developed type of soils (*Inceptisols*) constitute only 0.83% of the soils under investigation. The study also found that, the arable land without complication constitutes about 43.73%, and the arable land with moderate complications (depth - compaction) is about 15.12%, while the lands with significant complications (shallowness - salinity - stoniness) for cultivation amount to 36.02%, while the lands unfit for cultivation (rocks, Buildings) are about 5.13% of the study area. It was also found that natural forests represented 44.81% of the study area, and the lands dependent on rain-fed agriculture represented 39.29%, while irrigated lands represented only 2.27% of the area of study. The availability of the required data and information will open the way widely for experts in planning and management in the field of agricultural resources, so that, they could obtain a realistic assessment of the potential of this important region and access to the best ways to exploit and use it.

Key words: sustainable use, Marj basin, soil resources

المراجع :

- أبوراس، مراد ميلاد؛ عبدالرحمن، يوسف فرج. (2016). "عمق التربة وعلاقته ببعض خصائصها بمنطقة الوسيطة"، الجبل الأخضر، ليبيا. *مجلة المختار للعلوم*. جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا، مجلد (31)، العدد(01)، الصفحة 144- 160.

- الظافري، عطية إبراهيم عطية .(2001). دراسة بيدولوجية لترب البحر المتوسط الحمراء لبعض مناطق الجبل الأخضر – ليبيا . جامعة عمر المختار . رسالة ماجستير غير منشورة.

- الزوام، سالم محمد. (1984). الجبل الأخضر (دراسة في الجغرافيا الطبيعية). المنشأة العامة للنشر و التوزيع و الإعلان، طرابلس، ليبيا.

- برهين، سامي و أبو بكر، حسين. (2017). " تحديد صلاحية المناطق للتنمية في منطقة مكة المكرمة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ". مجلة تقنية البناء العدد 12.

- بن محمود، خالد رمضان. (1995). الترب الليبية (تكوينها و تصنيفها و خواصها وإمكانياتها الزراعية). الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا.

- جامعة عمر المختار. (2005). دراسة و تقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر، التقرير النهائي، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

- القصاص، محمد عبد الفتاح. (1999). التصحر (تدهور الأراضي في المناطق الجافة). عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الآداب، الكويت.

- Aburas, M. M. (2009). Assessment of Soil Erodibility in Relation to Soil Degradation and land Use in mediterranean Libya. *PhD thesis* University of Newcastle Upon Tyne.UK.

- GEFLI. (1972). Soil Survey Estern Zone. Scale 1 : 25000 and 1 : 50000.

- Brimicombe, A. J. (2009) GIS, Environmental Modelling and Engineering (2nd Edition). CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

- Brimicombe, A. J. (1999) "Geographical information systems and environmental modelling for sustainable development" in *Land Reform for Sustainable Development* (ed. Dixon-Gough), Ashgate Publishing, Aldershot.

- Bosch, D. D. and King, K. W. (2001). Preferential flow, water movement and chemical transport in the environment, proc, 2nd Int. Symp (3-5 January, 2001). Honolulu, Hawaii, USA

- Folberth, C; Skalský, R; Moltchanova, E; Balkovič, J; Azevedo, LB and Obersteiner, M. (2016). Uncertainty in soil data can outweigh climate impact signals in global crop yield simulations. Nature Communications. 2016;7.

- Hengl, T; Mendes de Jesus, J; MacMillan, RA; Batjes, NH; Heuvelink GBM and Ribeiro, E. (2014) SoilGrids1km—Global Soil Information Based on Automated Mapping. PLoS ONE. 9.

- Hua, Zhang; Shanzhen, Yi and Yonggang, Wu. (2012). Decision Support System and Monitoring of Eco-Agriculture Based on WebGIS in Shule Basin. Energy Procedia Volume 14.

- Kohnke, H. and Bertrand, A. (1959). Soil Conservation. McCraw Hill Company, USA.

- Kosmas, C., Danalatos, N and Gerontidis, S. (2000). The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. CATENA, 40: 3-17.

- Li, Y. and Grainger, A. (2004) "Using GIS techniques to evaluate community sustainability in open forest lands in Sub-Saharan Africa" in *Methodologies, Models and Instruments for Rural and Urban Development* (ed. Dixon-Gough), Ashgate Publishing, Aldershot.

- Montanarella, L. and Vargas, R. (2012). Global governance of soil resources as a necessary condition for sustainable development. Current Opinion in Environmental Sustainability. 4(5).

- Morgan, R. P. C .(1996). Soil erosion and conservation. Addison, Wesley Longman Limited, UK.

- Selkhoz prom Export. Soil Ecological Expedition. USSR. (1980). Soil Studies in the Western Zone, the Eastern Zone and the Pasture Zone of S.P.L.A.J. Secretariat of Agricultural Reclamation and Land Development. Tripoli, Libya.

Smyth, A. J. and Dumanski, J. (1993) An international framework for evaluating the sustainable land management. FAO World Resource Report 73 and 74, FAO, Rome.

- Soil Survey Staff. (2010). Keys to Soil Taxonomy. 11th edn. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Washington D.

- Sonti, SH. (2015). Application of Geographic Information System (GIS) in Forest Management. J Geogr Nat Disast 5: 145.

- Stocking, M. A. and Murnaghan, N. (2001) *Handbook for the field assessment of land degradation.* Earthscan Publications Ltd, UK