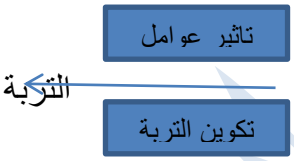
المحاضرة الثانية :

الفصل الثاني / نشوء وتطور الترب

تكوين التربة soil Formation

يطلق على تحول مادة الاصل (الام) Parent Material الى تربة بتكون التربة وبالامكان وضع العلاقة بين مادة الاصل والتربة بالمعادلة التالية :-



عمليات تكوين التربة Processes of soil Formation

على الرغم من ان هنالك عدة عمليات تدخل في تكوين التربة كالتجوية وتكوين المعادن الطينية وتكوين وتراكم الدبال وحركة وتبادل الايونات او فقد المواد الغروية والعضوية بين الافاق وترسيب الاملاح والمزج الميكانيكي للتربة او المزج البايولوجي بواسطة الاحياء الموجودة فيها الا انه بالامكان وضع هذه العمليات في اربعة مجاميع :-

1. الاضافة او التراكم 2. التحول 3. النقل 4.الفقد

س/ كيف يتم معرفة العوامل المهمة في تطور مقد التربة ؟

يتم ذلك اعتمادا على نوع الافاق المكونة للمقد والتي تعكس تأثير واحد او اكثر من العمليات المؤدية الى تكوين ذلك المقد فمثلا تتميز الافاق السطحية بتراكم المادة العضوية على شكل دبال بينما تتميز الافاق تحت السطحية بتراكم المعادن الغروية كأطيان السليكات واكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والالمنيوم .كذلك فقد يتحول النايتروجين من الصورة العضوية الى المعدنية او قد يفقد الكاربون من الترب السطحية عند تحوله الى ثاني اوكسيد الكاربون ، كذلك قد تفقد العناصر الغذائية المعدنية من مقد التربة عند غسلها الى الطبقات السفلى .

افاق التربة

هناك ثلاث افاق في الترب المعدنية هي A , B , C

يكون الافق A اقرب الى السطح في الترب المعدنية ويتميز باعلى درجة لتراكم المادة العضوية او اعلى تجوية او فقدان للمعادن الطينية او كليهما . عندما تكون تراكم المادة العضوية في هذا الافق اكبر من عملية التجوية وفقد المعادن الطينية يسمى بالأفق A1 اما اذا كانت الحالة بالعكس يسمى بالافق A2 قد تحتوي التربة اما على A1 او A2 او كليهما

في بعض الاحيان تتراكم المادة العضوية فوق سطح التربة المعدنية في ترب الغابات فتسمى هذه الطبقة بالأفق O .

تحتوي بعض الترب على الافق B الذي يقع تحت الافق A مباشرة ويتميز بتراكم اطيان السليكات بشكل طبقة ذات كثافة ظاهرية عالية وقليلة المسامات في بعض الاحيان . واحيانا يكون تراكم الاطيان قليل جدا بحيث لا يؤثر على الكثافة الظاهرية والمسامية وبهذا يمكن تمييزه عن طريق الاختلاف في اللون فقط عن الافاق التي تحته او فوقه حيث ان الدقائق الغروية قد تترسب على شكل رقائق skins حول الدقائق المعدنية .

يسمى مجموع الافاق (A و B) بالسولم (Solum) وهي تعني التربة الحقيقية .

يوجد تحت الافق B عادة الافق C الذي يتميز بانه الافق الذي تحصل فيه اقل التغيرات بالنسبة الى الافاق الاخرى .

في الترب الفتية يقع الافق C تحت الافق A مباشرة . وعند عدم احتواء التربة على اي من الافق A او B فان المقد يعتبر برمته C . وتوجد الترب الحاوية على افق C فقط عندما يكون التطور في المقد ابطا من سرعة ازالة الافاق A و B بواسطة التعرية .

ملاحظة : الدرس العملي الاول (افاق التربة)

عوامل تكوين التربة Factors of Soil Formation

ان تطور جميع الترب يتسبب عن بضعة عوامل تختلف فقط في شدتها وسرعتها واتجاه عملها لانتاج الترب المختلفة . يمكن ان تتطور ترب مختلفة من مادة ام واحدة عندما تكون الظروف الجوية كالرطوبة والحرارة مختلفة او باختلاف الغطاء النباتي . كذلك تتغير صفات الترب وتتطور مع مرور الزمن ، ايضا شكل سطح الارض (الطوبغرافية) يؤثر على العلاقة بين الماء والتربة وتهويتها ويؤثر على التعرية ومن ثم سرعة ودرجة تطور التربة .

ادرك دوكوشيف في روسيا وهلكارد في الولايات المتحدة كل على انفراد اهمية عوامل تكوين التربة . وقد اوضح دوكوشيف العلاقة بين عوامل تكوين التربة والتربة وصفاتها بمعادلة عرفت بالمعادلة الاساسية لتكوين التربة والتي يمكن كتابتها بالشكل التالي :-

$$S = f (cl , O , r , P , t , ...)$$

وهذا يعني ان التربة s تتكون نتيجة لتأثيرات المناخ climate والاحياء organisms والطوبغرافية relif على المادة الام paret material لفترة من الزمن t

وقد اوضح العالم ينيي (Jenny 1941) انه عند تثبيت اربعة من العوامل اعلاه يصبح بالإمكان دراسة تأثير التغير في العامل الخامس على تطور التربة . وسنتكلم عن تأثير كل من العوامل الخمسة على تكوين بعض الترب في مناطق مختلفة من العالم :-

الزمن كعامل من عوامل تكوين التربة

التربة نظام ديناميكي مستمر التغير الا ان معظم تغيرات التربة تجري بدرجة بطيئة لا يمكن ملاحظتها بسهولة ولكن يمكن الاستدلال عليها من دراسة مقد التربة وافاقها ومن معرفة الاطوار التي تمر بها الترب خلال تطورها .

تعتمد الفترة الزمنية اللازمة لتطور عمق معين من التربة على كل من المادة الام والظروف الجوية والطوبوغرافية والغطاء النباتي وفعاليات الاحياء الاخرى في التربة . تتغير بعض خواص التربة بفترات زمنية قد تكون قصيرة او طويلة كما في الامثلة التالية :-

حدوث تغيرات في تراكم بعض المواد العالية الذوبان او في تبادل الايونات يحتاج بضعه سنوات

تراكم الدبال يحتاج عشرات السنوات

تأثير تراكم الدبال بشكل واضح بضعة قرون تحت بعض الظروف .

سلب وكسب اطيان السيلكات يكون اكثر بطئا (تعتمد هاتان العمليتان على الظروف الجوية وصفات التربة لذلك ليس بالامكان وضع صيغة مطلقة للزمن الذي يستغرقه تراكم اطيان السيليكات وتكوين الافق B2)

تكون مقارنة عمليات عديدة من عمليات تكوين التربة في وقت معين ممكنة عندما تسمح الظروف لتلك العمليات في ان تكون فعالة فمثلا في الظروف المناخية الجافة لا تكون هناك اي اهمية لدراسة تجوية المعادن الطينية مع الزمن لدراسة تطور التربة في حين ان في مثل هذه الظروف يمكن دراسة ذوبان او انتقال الكلس والاملاح الذائبة في مقد التربة او من دراسة سلب وكسب اطيان السيليكات لمعرفة تأثير الزمن في تطور التربة.

ولاجل معرفة تأثير الزمن على تطور التربة يجب دراسة حالات تتشابه فيها عوامل تكوين التربة وتختلف في الفترة الزمنية التي مرت منذ تكون المادة الام كما في المثال التالي :-

الجدول التالي يمثل اختلاف كمية النتروجين والمادة العضوية للعمق 0-90 سم مع الزمن في مقدات الترب المتطورة في جبل شاستا الولايات المتحدة

عمر التربة بالسنوات	0	27	60	205	566	1200
كمية النتروجين كغم /هكتار	180	450	2910	4010	4640	4660
كمية مادة عضوية كغم / هكتار	1120	6440	8000	11820	16320	14310

والشكل التالي تأثير الزمن على نسبة المادة العضوية (ص 35)

المادة الام كعامل من عوامل التربة

المادة الام : هي المادة التي تتطور فيها التربة وهي اجزاء معدنية او مواد عضوية ناتجة عن عمليات التجوية الكيمياوية للمواد المعدنية والعضوية

تبدا عمليات تكوين التربة وتنتج من التغيرات التي تحصل للمادة الام وتعتمد هذه التغيرات بدرجة كبيرة على طبيعة المادة الام وبالأخص نسجتها وتكوينها المعدني ومساميتها ودرجة تنضيدها . يكون تأثير المادة الام اكثر وضوحا في الترب الفتية مقارنة مع الترب الناضجة او العتيقة

تصنف المادة الام الى ثلاث مجاميع :-

1- المادة الام الماكثة Residual parent Material

وهي تلك التي تتكون من تجوية الصخور الاساسية في موقعها وتعتمد خواص هذه المادة الام على خواص الصخور التي تجوت منها بالإضافة الى طبيعة التغيرات التي حصلت لها خلال عملية التجوية . تكون سرعة تكون المادة الام الماكثة بطيئة تستغرق عشرات الالاف من السنين لاجل تجوية الصخور الصلدة الى عمق ملحوظ .

2- مادة الام المنقولة Transported Parent Material

وهي تلك المنقولة من مكانها الاصلي والتي ترسبت في مكان اخر اما قبل او عند بدء عملية التطور للتربة وتختلف فيما بينها من حيث مصدرها ونوعها . وتقسم على اساس الواسطة التي قامت بنقلها او ترسيبها مثل 1- الترسبات من المياه الجارية 2- الترسبات البحيرية 3- الترسبات البحرية 4- الترسبات الجليدية 5- الترسبات الريحية 6- الترسبات العضوية حيث تتراكم معظم مواد الام العضوية في مياه المستنقعات والاهوار حيث يكون نمو النبات غزيرا وتحلل المادة العضوية بطيئا بسبب ردائة التهوية .

دلائل وامثلة على تأثير مادة الام على تكوين التربة :

ان مادة الام يكون تأثيرها اكثر وضوحا على صفات التربة في الترب الفتية منها في الترب الناضجة ومن صفات المادة الام التي توثر على تطور الترب هي

- النسجة
- درجة التنضيد degree of stratification
- التكوين المعدني Mineralogical composition
- المسامية porosity

عند تطور الترب من الصخور الصلدة تسير عملية تكوين التربة جنبا الى جنب مع تكوين المادة الام ، اما في الترب المتطورة من مادة ام منقولة فان تكوين التربة قد يبدا مباشرة بعد الترسيب بمادة الام في موقع تطور التربة .

أ – تأثير نسجة المادة الام على غسل كربونات الكالسيوم .

في احدى الدراسات لتأثير الزمن لمدة مائة عام على نسبة $CaCO_3$ في الترب المستصلحة ان نسبة كاربونات الكالسيوم قد غسلت بصورة تكاد تكون تامة من الطبقة السطحية في تلال سالزبري الرملية الا ان النسبة كانت حوالي 6 % بعد نفس الفترة الزمنية في الترب المستصلحة من البحر في هولندا وسبب ذلك ان المادة الام التي تطورت فيها التربة الاخيرة كانت ناعمة النسجة حيث انها تحتوي على 60-80 % طين ، حيث ان نسجة المادة الام تؤثر على نفاذية التربة وسرعة المغاض اللتان تحددان كمية الماء الجارية فوق سطح التربة حيث تزداد سرعة غسل المواد الذائبة مع زيادة كمية الماء المارة خلال جسم التربة عند تشابه بقية الظروف الاخرى .

ب – تأثير نسجة مادة الام على نسبة النتروجين والمادة العضوية .

لقد ذكر Brown 1936 ان الاختلاف في نسجة المادة الام ادى الى اختلاف نسجة التربة السطحية مما تسبب في اختلاف نسبة كل من النايتروجين والمادة العضوية في التربة التي ازدادت مع زيادة نعومة التربة . حيث ان نعومة النسجة تشجع على زيادة قابلية التربة على مسك الماء وتجهيز العناصر الغذائية وبالتالي زيادة نمو النبات كذلك فان تهوية التربة الناعمة النسجة تكون اقل من تهوية التربة الخشنة النسجة وهذا بدوره يقلل من سرعة تحلل المادة العضوية بالإضافة الى ان بعض المواد العضوية تتحد مع الاطيان الغروية مما يؤدي الى حفظ جزء من المادة العضوية من التحلل بواسطة الاحياء الدقيقة في التربة .

نسجة التربة	نسبة N	نسبة C
رمل	0.028	0.40
مزيجية رملية	0.10	1.25
مزيجية	0.188	2.21
مزيجية غرينية	0.23	2.68

ان زيادة نعومة المادة الام تقلل من غسل وانتقال المواد في مقد التربة مما يؤدي الى جعل التربة (السولم) ضحلة العمق ، كذلك تكون كمية الجريان السطحي عالية في المناطق غير المستوية ذات المواد الام ناعمة النسجة مما يقلل كمية الماء المتحركة خلال المقد ويقلل من غسل العناصر الغذائية والمواد الغروية من الافاق السطحية . كذلك فان هذه المناطق تتعرض للتعرية المائية بصورة اكبر مما يجعل السولم ضحل اما في الترب المتطورة من مادة ام خشنة النسجة فان السولم يكون اكثر سمكا .

المناخ كعامل من عوامل تكوين التربة

يؤثر المناخ **بصورة مباشرة** على تطور التربة من خلال تأثير التساقط ودرجة الحرارة . وعند محاولة ربط صفات التربة بالتساقط يجب اخذ كل من كمية التساقط وشدته وتوزيعة الفصلي ، وكذلك يكون من خلال تأثير درجة الحرارة ن اما تأثير درجة الحرارة فيكون من خلال الاختلاف بين درجة الحرارة العظمى والصغرى السنوية واليومية وكذلك المعدل السنوي واليومي لدرجة الحرارة .اما تأثير المناخ غير المباشر فيكون بتأثيره على الغطاء النباتي .

بالرغم من تأثير المناخ على كثير من خصائص التربة الا اننا سنركز على مايأتي :-

أ. تأثير المناخ على بعض صفات التربة الكيميائية .

يختلف تأثير المناخ (خصوصا الامطار) على تطور الترب حسب ظروف المنطقة كالتالي **في المناطق الرطبة :** يتم غسل نواتج التجوية في التربة الى الماء الارضي ثم الى الانهر والمحيطات
في المناطق الجافة : ان نواتج التجوية تتراكم في الافاق العليا حيث تكون غنية بالمواد القابلة للذوبان بسبب زيادة نسبة التبخر نتح وانخفاض كمية الامطار الساقطة حيث لاتغسل العناصر المتحررة من التجوية من مقد

التربة بل تبقى اما ممسوكة على معقد التبادل او مترسبة في مقد التربة ويكون معلق التربة في هذه الحالة مشبعا بالعناصر القاعدية اما في المناطق الرطبة يتم غسل الاملاح الذائبة والعناصر القاعدية من مقد التربة وتميل التربة الى التفاعل الحامضي بسبب حلول ايون الهيدروجين من الماء محل العناصر القاعدية على معقد التبادل .

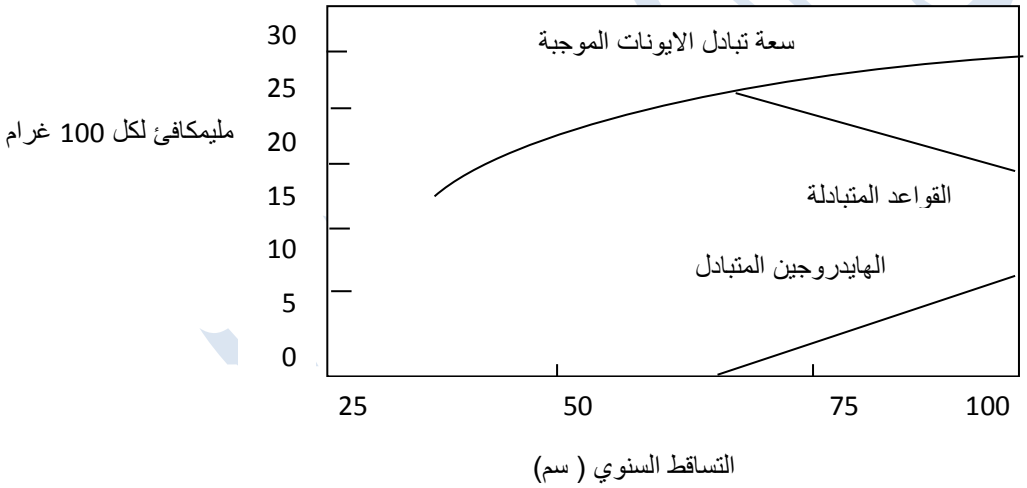
س/ يكون معلق التبادل في المناطق القاحلة /الجافة قاعديا اما في المناطق الرطبة يكون حامضيا ؟ ناقش العبارة ؟ بين صحة من خطأ العبارة ؟

س/ تكون الترب السطحية في المناطق القاحلة غنية بالمواد القابلة للذوبان مقارنة بالترب في المناطق الرطبة التي تنخفض او تنعدم فيها المواد القابلة للذوبان) علل ذلك ؟ اثبت ذلك ؟ ناقش صحة ذلك ؟

لقد قام Hilgard 1892 بتحليل أكثر من 500 عينة من ترب سطحية للمناطق الجافة والرطبة ووجد ان النسبة المئوية للمواد الذائبة كانت حوالي 15 % لترب المناطق الرطبة و 30 % لترب المناطق الجافة ووجد ايضا ان المناطق الجافة تحتوي على نسبة من الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم اعلى من ترب المناطق الرطبة .

ان هذه النتائج تؤكد ان زيادة كمية التساقط تؤدي الى غسل الترب السطحية من المواد القابلة للذوبان .

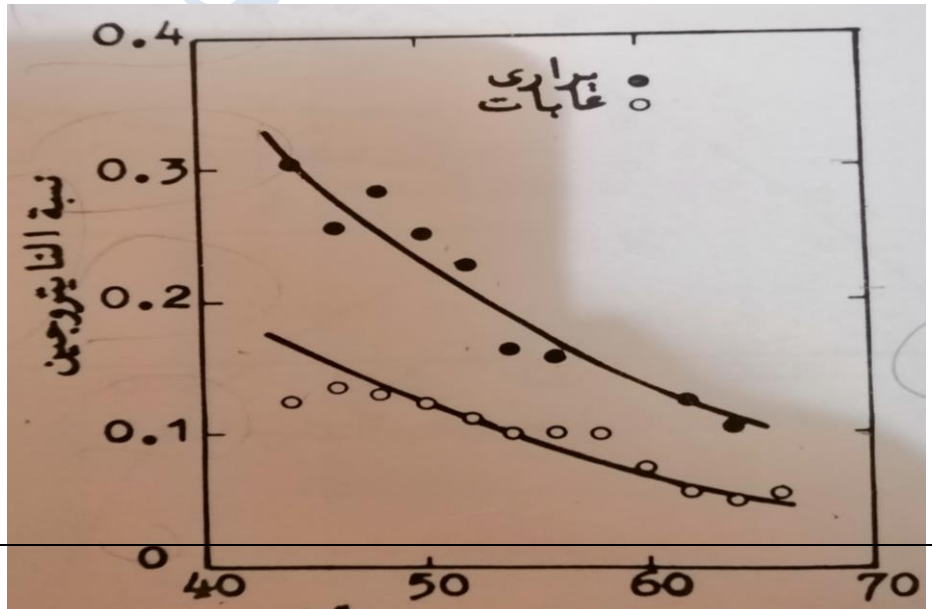
شكل ص 48 يمثل العلاقة بين التساقط السنوي وكل من سعة التبادل للايونات الموجبة وايونات الهيدروجين القابلة للتبادل على معقد التبادل .



تأثير المناخ على محتوى التربة من المادة العضوية والطين

ان زيادة معدل درجات الحرارة السنوية تؤدي الى انخفاض في نسبة المادة العضوية في الترب المتشابهة في الصفات وفي الظروف الجوية الاخرى .

شكل 2-9 ص 49



يتبين من الشكل ان محتوى الترب من النايتروجين والمادة العضوية ينخفض باستمرار مع زيادة معدلات درجة الحرارة السنوية عند ثبوت كمية الامطار وان ترب الاعشاب تحتوي على نسب اعلى مقارنة مع ترب الغابات . وعلى عكس ذلك فان زيادة التساقط السنوي مع ثبوت الحرارة والعوامل الاخرى وعند تشابه الغطاء النباتي يؤدي الى زيادة النتروجين والمادة العضوية

شكل 2-10 ص 50 (مراجعة)

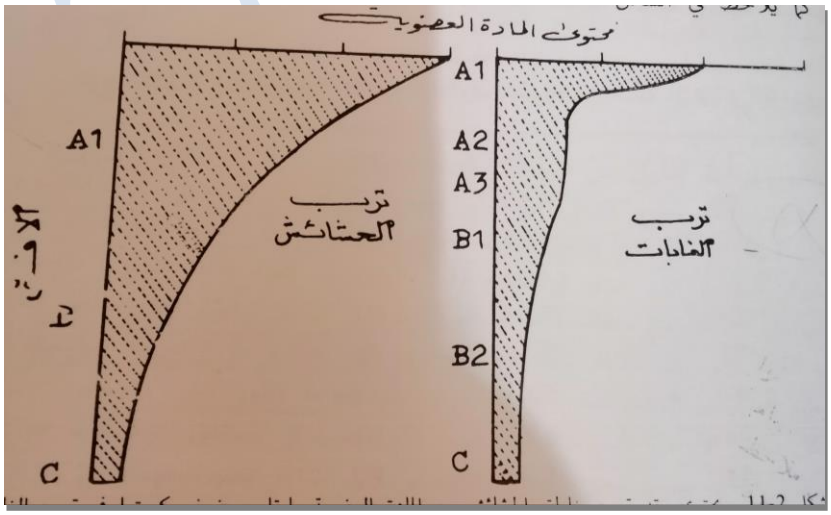
الاحياء كعامل من عوامل تكوين التربة .

تعتبر النباتات من اهم الاحياء بالنسبة الى تطور التربة ، حيث يحفظ الغطاء النباتي التربة من تأثير قطرات المطر ويقلل من التعرية ومن كمية الماء الجاري فوق سطح التربة ويزيد من الماء الغائض في التربة والنباتات هي المصدر الرئيسي للمادة العضوية التي تساعد في كسب وسلب الاطيان وكذلك تساعد على حركة العناصر الغذائية من الافق A الى B . تزداد نسبة المادة العضوية مع زيادة كثافة الغطاء النباتي عند تشابه بقية العوامل

تقسم النباتات الطبيعية الى مجموعتين هما الاشجار والحشائش والتي تمثل الغابات ومناطق الحشائش على التوالي .تؤثر هاتين المجموعتين بصورة مختلفة على تطور التربة بسبب الاختلاف في كمية المواد العضوية المضافة سنويا الى التربة واختلاف توزيع تلك المواد في المقد .

اشارت الدراسات الى ان ترب مناطق الحشائش تحتوي في مقدها ما يقارب ضعف المادة العضوية عما في الغابات كذلك ان توزيع المادة العضوية في ترب الحشائش اكثر تدرجا عما في الغابات

شكل ص 51 2 -12



ان الاختلاف في التوزيع يعود الى ان المادة العضوية في ترب الغابات تاتي عن طريق التساقط للاوراق فوق السطح اما في الحشائش فان نسبة كبيرة من المادة العضوية تاتي من جذور الحشائش الليفية لذا فان التوزيع يكون تدريجي .

تختلف النباتات بتأثيرها على تطور الترب بسبب ان النباتات تختلف قابليتها على امتصاص العناصر ولها القابلية في الاختيار بين العناصر الممتصة (فيما اذا كانت حامضية او قاعدية) مما يؤثر على نوع وكمية العناصر التي ستعاد الى التربة بعد سقوط الاوراق وتحللها وبالتالي تؤثر على حموضة وقاعدية الترب .

كما لاحظ الباحثون وجود اختلافات في تأثير نوع النبات على سلب وكسب الاطيان وغسل العناصر الغذائية من الافاق السطحية . ففي نفس مادة الام ونفس الظروف الجوية والعوامل الاخرى وجد ان سلب الاطيان وغسل العناصر الغذائية كانت بالترتيب التالي الغابات > الاشجار المتساقطة > غطاء الحشائش (ناقش صحة العبارة التالية)

وهنالك ثلاث تفسيرات مختلفة لهذه الاختلاف :-

1. ان كمية العناصر القاعدية التي يتم اعادتها الى السطح تكون اعلى في الحشائش عما في الاشجار النفظية مما في الغابات .
2. بما ان النظام الجذري للغابات اكثر عمقا في الاشجار النفظية والحشائش ولذلك فان امتصاص الماء تحت الغابات سيكون في اعماق ابعد وسيكون جفاف التربة تحت الغابات الى اعماق اكبر مما يؤدي الى ان يكون ماء الامطار اكثر فاعلية في الغسل قبل امتصاصة من قبل الجذور .
3. يكون الماء الغائض في التربة اكثر حموضة في حالة غطاء الغابات بسبب وجود افق عضوي اكثر سمكا ولذلك ستغسل القواعد المتبادلة بدرجة اكبر .

الطوبوغرافية كعامل من عوامل تكوين التربة .

يؤثر شكل سطح الارض على تطور مقد التربة من خلال :-

1. تاثير على كمية الماء الغائظ داخل التربة والكمية الجارية فوق السطح
2. تاثير على مقدار التعرية التي تحدث في التربة
3. تاثير على كمية المادة المنقولة بواسطة العوامل المختلفة من منطقة الى اخرى

من المعروف ان كل ما يؤثر على التجوية الكيماوية وعلى العمليات البايلوجية مما يؤثر على سرعة تطور الترب .

يكون تاثير شكل سطح الارض اكثر اهمية في تطور الترب في المناطق الرطبة عما علية في الجافة ، بسبب وجود كميات كافية من الماء للتأثير بصورة مهمة على علاقات الماء بالتربة وتطورها .

يؤثر ميلان سطح الارض على سرعة ازالة التربة السطحية لذلك فكلما زادت سرعة ازالة التربة من السطح كلما قل سمك السولم فالترب الواقعة على مناطق شديدة الانحدار تكون اقل سمكا واقل نسبة في المادة عضوية من الترب الواقعة في الاحواض او في المناطق المستوية عندما يكون الماء الارضي بعيدا عن سطح الارض .

كما تؤثر الطوبوغرافية بشكل غير مباشر من خلال تاثيرها على نمو النبات من خلال التاثير على كمية الماء الجاهز وعلى عمليات البزل حيث ان رداءة البزل تؤدي الى تراكم المواد العضوية في التربة بسبب رداءة التهوية التي تقلل من فعاليات احياء التربة المجهرية كما يؤدي الى تراكم المادة العضوية وعدم تفسخها .

وتسمى الترب الناتجة من تطور ترب ذات مادة ام واحدة وتحت ظروف متشابهة ماعدا الاختلاف في الموقع والطوبوغرافية فقط بتربة كاتينا (Soil Catena) .

مبادئ التربة النظري