دراسة تأثير واجهة الانحدار في بعض الصفات الفيزو–كيمائية والحيوية والبصرية للتربة

اياد عبدالله خلف الدليمي وعبدالكريم عريبي سبع الكرطاني وشيماء عبد محمد علي
جامعة تكريت / كلية الزراعة/ قسم علوم التربة والموارد المائية

الخلاصــة

يهدف البحث إلى دراسة تأثير واجهة الانحدار في بعض الصفات الفيزو– كيميائية والحيوية والبصرية لتربة جبل شرانش في محافظة دهوك. إذ شمل البحث على ثلاث مراحل مختلفة، أما مرحلة العمل الحقلي فشملت على تحديد واختيار موقع الدراسة واستحصال نماذج التربة وتسجيل بعض المعلومات الحقلية. في حين شملت مرحلة العمل المختبري على تحضير وتهيئة نماذج التربة، إذ جزء من النموذج استخدم لإجراء التحاليل والقياسات التالية: تقدير نسجة التربة والكثافة الظاهرية والمحتوى الرطوبي والمسامية والايونات الذائبة الموجبة والسالبة ودرجة تفاعل التربة ودرجة الايصالية الكهربائية وتقدير المادة العضوية وكاربونات الكالسيوم، وحساب أعداد البكتريا(الهوائية واللاهوائية) والفطريات، أما الجزء الأخر فاستخدم في التعبير عن لون التربة والانعكاسية الطيفية رقمياً بواسطة الكاميرا الرقمية Digital Camera.أما مرحلة العمل المكتبي: فشملت على التصحيح الهندسي والطيفي للمرئية الفضائية وفي إعداد خرائط الارتفاع الرقمي وتحليل الاتجاه ودليل NDVIوحساب قيم الأدلة النباتية(NDVIو VI وSAVI و IPVIو CICMFI وBIو WI)، فضلا عن تحليل الصور الملتقطة بالكاميرا الرقمية في حساب الانعكاسية الطيفية وقيم الألوان الأساسية RBG للتربة وذلك باستخدام مجموعة من البرامج وهي(ERDAS Ver.9.3و ENVI Ver.4.1 و Global MapperVer.10.1 و ArcGISVer.9.3 . توصلت النتائج إلى وجود اختلافات واضحة ناتجة عن تأثير الانحدار،إذ كانت هناك سيادة لمحتوى الرمل وكاربونات الكالسيوم وانخفاض في محتوى الطين والمحتوى الرطوبي والمادة العضوية وتركيز الايونات الذائبة وأعداد البكتريا والفطريات في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية، في حين لوحظ بان هناك ارتفاع في مؤشرات الـ NDVIو VI وSAVI و IPVIو CI وانخفاض مؤشرات CMFI وBIو WI في الواجهة الشمالية.

الكلمات المفتاحية:
عامل الطبوغرافية، دليل ndvi والمؤشرات النباتية، الصفات البصرية، موديل الارتفاع الرقمي، برنامج ENVI.

للمراسلة :
اياد عبدالله خلف الدليمي
قسم علوم التربة والموارد المائية ، كلية الزراعة ، جامعة تكريت ، العراق .
رقم الهاتف المحمول :
07703719619
البريد الالكتروني :
Aiad_soil2014@yahoo.com

Study of effect of the Slope Aspect on the Physo-Chemical, Biological, and Optical Soil Properties

Aiad A. k. AL-Dulliami and Abedul kareem E.S. Alkurtany and Shaimaa A.M. Ali
Tikrit university- College of Agriculture- Dept. of Soil and Water resource Sciences

ABSTRACT

Key word:
Slope Factor, NDVI and Vegetation Indicators, Optical properties, Digital Elevation Model, ENVI program.
Correspondence:
Aiad A. Al-Dulliami
E-mail:
Aiad_soil2014@yahoo.com
Mobile No.:
07703719619

The aim of this research was to study effect of the slope aspect in some soil physo-chemical, optical and biological properties. The research was included three different stages. The field work stage which involve delineating and choice of study location and collecting soil sample and recorded some of field formation. The lab work stage which including prepared the soil sample, then the sample divide to two parts, first part used to determine soil texture, bulk density, moisture contents, porosity, soluble ions, pH, EC, organic matter and calcium carbonate, in addition to bacteria and fungi count, and second part used to express from soil colour and spectral reflectance as digitals. Office work stage which include on the spectral and geometric correction for image satellite and composing of the digital elevation model maps, analysis aspect, NDVI map and calculate vegetation indicator (NDVI, VI, SAVI, IPVI, CI, CMFI, BI, WI). In addition, used of images which acquired by digital camera in calculating spectral reflectance and primary colour value (RGB) for soil by using a program groups (ERDAS Ver. 9.3, ENVI Ver. 4.1, Global Mapper Ver. 10.1, arcGIS Ver. 9.3). The results shows a clear different as result to

slope effect, there are dominate sand content, calcium carbonate and decrease of clay content, moisture content, organic matter, soluble ions and bacteria and fungi count in medium of slope for south aspect, whereas observed increase in indicators (NDVI, VI, SAVI, IPVI, CI) and decrease of indictors (CMFI, BI, WI) in north aspect.

المقدمـة

تعرف التربة بأنها جسم طبيعي ديناميكي متطور تكونت صفاته نتيجة التأثير المتداخل للمناخ والمادة الحية على مادة الأصل تحت تأثير الانحدار لفترة من الزمن(المشهداني، 1994). يعد الانحدار Slope إحدى عوامل تكوين التربة المؤثرة في نشوءها وتطورها والتي تعكس نشاط العمليات البيدوجينية المختلفة، ويمثل مقدار الارتفاع النسبي خلال مساحة سطحية تمتد لطول 100 متر أو قدم (العكيدي، 1986). إن الترب في الأراضي غير المستوية تكون غير سميكة ومقداتها غير متكاملة كما يقل سمك التربة على السفوح وكلما زاد ميل السطح كان الفرصة اكبر لظهور الصخر الأصلي (مهدي والخليوي، 1999). ذكر Fanning و Fanning، (1989) بان درجة حرارة التربة في الواجهة الجنوبية أعلى بمعدل 1–3 مْ من الواجهة الشمالية، إذ لوحظ في بعض الأجزاء من ألاسكا بان الواجهة الجنوبية لايحصل فيها انجماد والترب تكون Cryochrept، بينما تكون أكثر رطوبة ومنجمدة في الواجهة الشمالية وتكون الترب Pergellic.

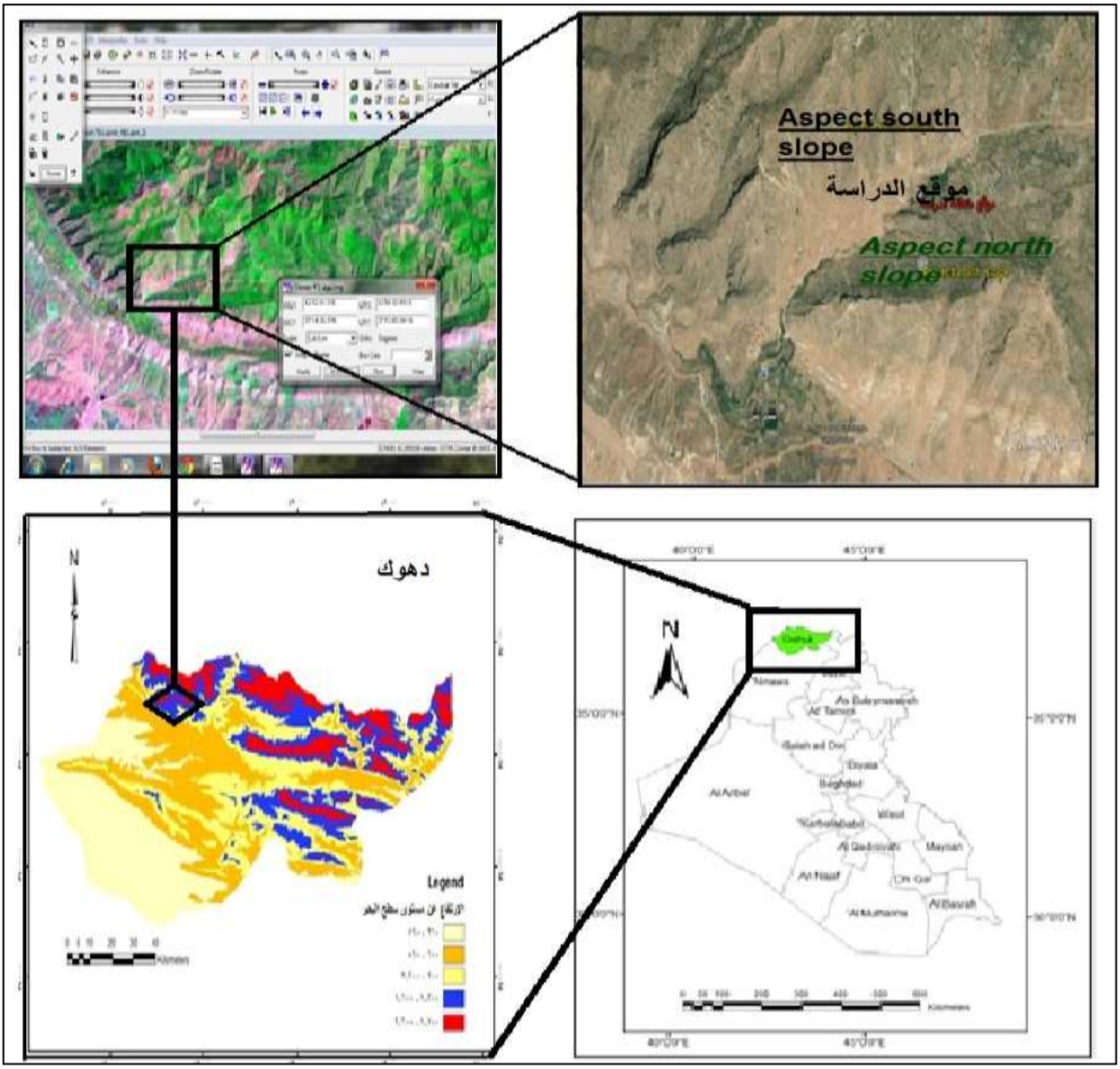
من الدراسات الحديثة ماقام به Zhang وآخرون، (2012) لدراسة تأثير واجهة الانحدار في الصفات الكيميائية والحيوية خلال إعادة تأهيل الغطاء النباتي الطبيعي للأراضي الزراعية المتروكة في هضبة اللوس في الصين، إذ وجد بان الكاربون العضوي والفسفور الجاهز بلغت 5.36، 5.31 غم. كغم$^{-1}$في الواجهة الشمالية، في حين بلغت 5.14، 2.83 في الواجهة الجنوبية على التوالي. قام Olatunji وآخرون، (2007) بدراسة تأثير المادة الأم والطبوغرافية على بعض صفات التربة في جنوب غرب نيجيريا، إذ اخذ نماذج التربة من الطبقة السطحية 0– 15 على ثلاث مواقع من المنحدر وهي (أعلى المنحدر ووسط المنحدر وأسفل المنحدر)، ومن موقعين ذات مادة أصل مختلفة وهي مادة أصل Banded gneiss و quartzite schist، وأكد بان للانحدار تأثير في بعض الصفات الفيزيائية للتربة (الحصو والرمل الخشن والناعم والغرين والطين)، إذ لوحظ هناك زيادة معنوية في الجزء الناعم المتمثل بالغرين والطين(94,17و 98,29)غم. كغم$^{-1}$ في أسفل المنحدر، في حين كانت (90,50، 89,96)غم. كغم $^{-1}$ في وسط المنحدر. تعد تقنيات التحسس النائي واحدة من أهم التقنيات الحديثة والتي تستطيع رصد مساحة واسعة وبدقة متناهية وخاصة عندما يتعلق الأمر بالأراضي الوعرة والجبلية والتي تتطلب خطط إدارة مثلى تتواءم مع طبيعة المنطقة، ومن أهم هذه التقنيات هي الخواص الانعكاسية الطيفية ودليل الاختلاف الخضري الطبيعي(NDVI) والتي تساعدنا بشكل كبير في رصد حالة الغطاء النباتي وتقدير حالة العامة، وهناك العديد من الدراسات الحديثة التي استخدمت الأدلة والمؤشرات النباتية لرصد حالة الغطاء النباتي، ومنها ماوجده كل من AL-Bakri وAbu-Zanat، (2007) من خلال دراستهما التي تهدف إلى دراسة العلاقة بين المؤشر النباتي (NDVI) المستنبط من صور القمر الفرنسي الخامس –الماسح الضوئي المرئي العالي التمييز والكتلة الحية للنبات والغطاء النباتي لمحمية رعوية في منطقة حدية إلى وجود ارتباطاً معنوياً بين المؤشر النباتي والغطاء النباتي والكتلة الحية و كانت قيم معامل الارتباط (R^2) 0.79 و0.77 على التوالي. استخدم Ibrahim، (2008) تقنيات التحسس النائي الـ (NDVI) لرصد تدهور الغطاء النباتي في المناطق شبه الجافة وعلاقتها بالمناخ، وتوصل إلى وجود علاقة ارتباط بين نسبة السواقط وكثافة الغطاء النباتي. نظرا للمساحات الكبيرة التي تشكلها السلسلة الجبلية في محافظة دهوك وطبيعة التضاريس السائدة والتي تحتاج إلى نمط معين من الإدارة المثلى تتواءم مع طبيعة التضاريس الأرضية واتجاها والمناخ الموضعي ونظرا لعدم وجود دراسة حديثة لرصد واجهة الانحدار في الصفات المختلفة للتربة والغطاء النباتي ولاسيما في تلك المنطقة. لذلك فان الدراسة جاءت لرصد تأثير واجهة الانحدار في بعض الصفات الفيزو– كيميائية والبصرية والحيوية للتربة باستخدام وسائل التحقق الأرضية، فضلا عن إمكانية الافادة من تقنيات أكثر فاعلية في رصد التغيرات التي تحصل في المنطقة كتقنيات التحسس النائي من خلال استخدام الخواص

الانعكاسية الطيفية ودليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) في التعبير عن شدة وكثافة الغطاء النباتي كوسائل حديثة وفضائية.

مواد وطرائق العمل:

العمل الحقلي:

اختيار موقع الدراسة: بعد الاستطلاع والمشاهدة الميدانية ونظراً للمساحات الكبيرة التي تشكلها السلسلة الجبلية في محافظة دهوك. اختيرت السلسلة الجبلية المتمثلة بجبل شرانش والتي تحدها من الجنوب قضاء زاخو وبمسافة 15 كم وتحدها من الشرق محافظة اربيل ومن الشمال الحدود التركية والى الغرب منتهية بالحدود السورية وضمن الإحداثيات الجغرافية (42 41.29 52 و 32.49 54 °42) شرقاً و (26.39 14 37و43.24 12 37) شمالاً (الشكل– 1).



الشكل–1: الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

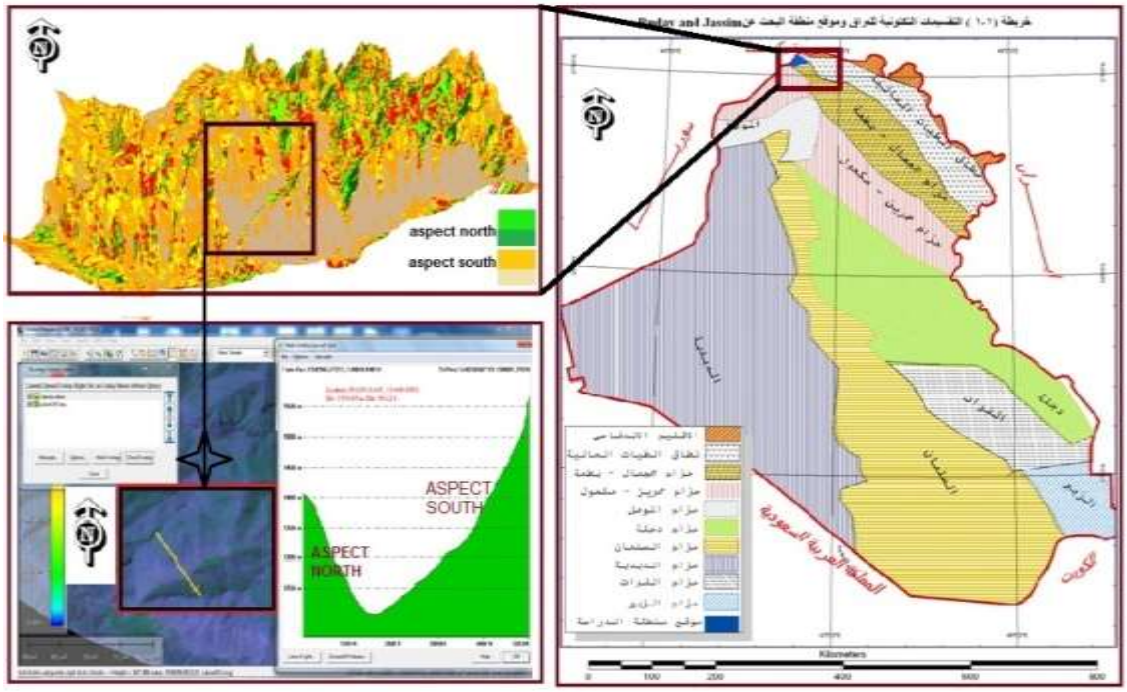
البيانات والمعلومات المناخية:تقع المنطقة ضمن الظروف شبه الجافة والرطبة، وضمن الحزام المطري المحصور بين (500–750) ملم ذات الحرارة المرتفعة صيفاً والمنخفضة شتاءاً، إذ تمتاز بغطاء ثلجي كثيف لاسيما في المناطق المعاكسة لأشعة الشمس الأمر الذي ساعد في الاهتمام بالموضوع وما يطلق عليها بالواجهة الشمالية كما لوحظ هناك اثر واضح للتعرية المائية في بعض الاتجاهات دون غيرها (جدول– 1). ووجد بان الغطاء النباتي السائد يتمثل في بعض أشجار الصنوبر وأشجار الزعرور والتوت البري وبساتين الزيتون وبعض الحشائش والأعشاب ومنها لسان الثور والبابونك والكعوب والكسوب والحارة والشعيرة والثيل وشقائق النعمان والنفل وآذان الصخلة ولسان الثور وعصا الراعي والجعدة.

جدول–1: بعض المعلومات والبيانات المناخية لمحطة الانواء الجوية في قضاء زاخو وللمدة بين 1981–2007(كمعدل شهري).

الأشهر	درجات الحرارة		المعدل	معدلات الأمطار(ملم)	الرطوبة (%)	سرعة الرياح م/ثا	اتجاه الرياح	التبخر
	عظمى	صغرى						
كانون 2	12.9	1.7	7.3	100.9	68	1.3	ش.غ	30.9
شباط	13.9	3.2	8.6	108.9	62	1.6	ش.ق	37.1
آذار	18.6	5.1	11.9	88.8	57	1.7	ش.غ	55.9
نيسان	24.6	11.9	18.3	54.4	51	1.9	غ	86.1
مايس	31.2	15.2	23.2	22.9	39	2.1	ج.غ	112.9
حزيران	37.8	22.1	29.9	–	23	2	ش.ق	151.2
تموز	41.4	25.4	33.4	–	18	2.2	ج	165.1
آب	40.8	25.2	33	–	19	1.9	ج.غ	154.1
ايلول	36.3	13.9	25.1	–	24	2	ج.غ	137.1
تشرين1	30.2	12.2	21.2	50.4	38	1.8	ش.ق	101.2
تشرين2	19.7	9.1	14.4	87.2	51	1.5	ج.ق	64.1
كانون1	15.4	2.1	8.6	106.1	64	1.2	ج.ق	39.7
المعدل	26.9	12.3	19.6	مج 697.05	42.8	1.8	ج.غ	94.6

المصدر : دائرة الأنواء، محطة أنواء زاخو، سجلات المناخ، بيانات غير منشورة .

جيولوجية وترب منطقة الدراسة: تعد منطقة الدراسة من الأراضي الجبلية الوعرة والتي تقع ضمن حزام جمجمال –بطمة ونطاق الطيات العالية وذات ارتفاع يتراوح بين (1000– 1700) متر عن مستوى سطح البحر وهي عبارة عن سلسلة جبال شرانش التي تشكل مساحات شاسعة من الجزء الشمال للعراق ضمن محافظة دهوك، و الوضع التركيبي في قطاع الطيات لمنطقة البحث متوافق مع تضاريس المنطقة وهذا انعكس على الوضع الجيومورفولوجي والهيدرولوجي والمكونات البيئية الأخرى، أي أن الطيات المحدبة قد شكلت سلاسل جبلية، في حين شكلت الطيات المقعرة منخفضات وسهولاً في المنطقة، إذ هناك سيادة واضحة لأثر التجوية الكيميائية من خلال نخر ونحتAbrasion الصخور الكلسية ونشاط التعرية المائية والتي شكلت مقاطع صخرية جيولوجية ذات منظر مميز، ولوحظ بان الواجهات الجنوبية أطول واشد انحدارا وذات مظهر مختلف عن الواجهة الشمالية (الشكل– 2). أما ترب هذه المناطق فتصنف ضمن الأراضي الجبلية الوعرة (Buringh،1960) والأراضي الصخرية الضحلة المتشققة (Bed Rock, Lithic Rendolls, and Chromoxererts) (Altai، 1968).



الشكل– 2: الخارطة التكتونية وموديل الارتفاع الرقمي(DEM) وتصنيف المرئية وفق الارتفاع الرقمي لموقع منطقة الدراسة(عمل الباحث).

جمع نماذج التربة: اخذت نماذج ترب ممثلة من موقع الدراسة والمتمثلة بـ (أعلىTop slope ـ وسط Middle slope ـ أسفلFoot slope) المنحدر ولكلا الواجهتين الشمالية والجنوبية، ومن الطبقة السطحية تحديداً (0–15) سم، ضمن الأفق A، بغية ملاحظة الاختلافات في ترب موقع الدراسة، وتم عزل جزء من النموذج ووضع في الثلاجة على درجة حرارة 4 ° م لحساب أعداد البكتريا(الهوائية واللاهوائية والفطريات، اما الجزء الآخر فنقل إلى المختبر لإجراء التحاليل والقياسات اللازمة.

العمل والإجراءات المختبرية: بعد تجفيف نماذج التربة هوائياً وطحنها ونخلها بمنخل قطر فتحاته (2) ملم، جزء النموذج الى جزئين: أما الجزء الأول، فقدرت فيها نسجة التربة وفق طريقة Gee وBauder، (1986)،وتم تقدير الكثافة الظاهرية بطريقة الكتلة(Clode methods) (Black، 1965). أما قياس التوصيل الكهربائي (EC)، ودرجة تفاعل التربة (pH) فاجريت بعمل مستخلص التربة: الماء (1:1)، كما جاء في Page وآخرون، (1982). قدرت كاربونات الكالسيوم وفق ما جاء في Rayn وآخرون، (1996)، وقدرت المادة العضوية وفق ما جاء به Tandon، (1998)، وقدرت الايونات الذائبة الموجبة والسالبة بمستخلص الترب: الماء (1:1) (Richards، 1954). قدرت أعداد البكتريا باعتماد طريقة التخافيف والعد في اطباق باستخدام الوسط الغذائي Nutrient agar وقدرت اعداد البكتريا اللاهوائية باستخدام الناقوس الخالي من الاوكسجين Anaerobic jar اذ استعملنا الشمعة لتفريغه من الاوكسجين ، اما اعداد الفطريات فقد قدرت باعتماد طريقة التخافيف والعد في اطباق باستخدام الوسط الغذائي Potato Dextrose Agar(PDA) ، حسب الطرق الواردة في Pageوآخرون ، 1982 .

أما الجزء الآخر فوضع في أطباق منتظمة أشبه بأطباق بتري ذات قطر معلوم وتم تهيئته بأسلوب علمي، ووفق الأسلوب الذي يجمع بين التربة الجافة والرطبة(كما في قراءة منسل للترب) والمادة القياسية المتمثلة بكبريتات الباريوم$BaSO_4$ ، ومن ثم أخذت عدد من اللقطات(الصور) وعلى ارتفاع 1 م باستخدام

كاميرا رقمية نوع SONY للتعبير عن لون التربة والانعكاسية الطيفية رقمياً والتي تعد من الصفات المورفولوجية والبصرية المهمة للتربة والتي تعطي مؤشر واضح لتأثير عامل الانحدار.

العمل والإجراءات المكتبية: نظراً للمساحات الواسعة التي تشكلها السلسلة الجبلية في شمال العراق والتي تتميز بارتفاعاتها العالية وذات غطاء نباتي مميز يتفاوت في كثافته تبعاً لواجهة الانحدار وشدته والتي يدل على اهم المؤشرات على مزاولة أعمال إدارة التربة وعلى تكوين وتطور التربة وذات علاقة واضحة بعامل الانحدار. لذلك اعتمد على تقنيات التحسس النائي كاحدى التقنيات الفاعلة والمميزة في رصد وتحديد كثافة الغطاء النباتي، وبالتالي هذا يتطلب مجموعة من الإجراءات التالية:

البيانات الفضائية المستخدمة في الدراسة: اعتمد على المرئية الفضائية الملتقطة بواسطة القمر الاصطناعي لاندسات Enhancement Thematic Mapper-ETM بتاريخ 11-6-2009، وضمن النطاق (Path و Row) 170و 134والتي تغطي مساحة 185كم^2 واقتطع جزء من هذه المرئية ممثلةً جزءا من السلسلة الجبلية وبمساحتها(22.3)كم^2 والتي تساعدنا في تمييز المظهر الأرضي لمنطقة الدراسة بشكل مناسب.

البرمجيات المستخدمة في الدراسة:

شملت الدراسة على استخدام عدد من البرامج المهمة والتي تساعدنا في التفسير والتحليل الآلي للمرئيات الفضائية ومنها برنامج ERDAS IMAGINGVer.9.1 والذي استخدم في تحديد منطقة الدراسة وعمليات المعالجة والتحسين الطيفي والهندسي والإشعاعي، بحيث أصبحت المرئية جاهزة لحساب المؤشرات وأهمها دليل الـ (NDVI) والممثل على شكل خارطة رقمية، وحساب قيم الانعكاسية الطيفية معبراً عنها كشدة لونية DN والتي تتراوح بين 0-255. أما برنامج Global Mapper Ver.11 فساعدنا في عمل خارطة كنتورية ومنظر تجسيمي ثلاثي الأبعاد Digital Elevation Model-DEM. في حين استخدم برنامج ArcGIS Ver.9.1 في إنشاء خريطة لاتجاه الانحدار والتي تساعدنا في المقارنة والمراقبة البصرية لحالة التربة والغطاء النباتي في الاتجاهات المختلفة بينها وبين مؤشر الـ NDVI،وحساب قيم الدليل لكل واجهة، فضلاً عن الإخراج النهائي، في حين اعتمد على برنامج ENVI Ver.4.1 في التعبير عن المعايير اللونية وحساب الانعكاسية الطيفية للصورة الملتقطة لنماذج التربة، إذ يعطي تصحيح طيفي مناسب جداً لصور الكاميرا الرقمية -ولأول مرة استخدم في هذا المجال- واعتمد على برنامج اكسلExcell في التبويب والتحليل الإحصائي .

حساب قيم المؤشرات والأدلة النباتية المستخدمة في الدراسة:هناك العديد من المؤشرات والأدلة النباتية والتي ممكن الاستفادة منها في مراقبة تأثير واجهة الانحدار في حالة وشدة الغطاء النباتي وتنوعه، فضلاً عن محاكاة وإعطاء مؤشر لصفات التربة ومدى نشاط التعرية المائية وتأثيرها تبعاً لواجهة الانحدار، بالتالي هنالك الكثير من المؤشرات التي ممكن اعتمادها وكما يلي.

دليل الاختلاف الخضري الطبيعي: يمثل نسبة الفرق بين الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء (NIR) والأشعة الحمراء (R) على مجموعهما، وتتراوح قيمته بين -1و +1 اذ تكون تزداد قيمته كلما زادت كثافة الغطاء النباتي (Lillesand and Kiefer, 1987).

$$\text{Normalize Different Vegetation Index} - \text{NDVI} = (\text{Band4} - \text{Band3})/(\text{Band4} + \text{Band3})$$

دليل الغطاء النباتي: يمثل الفرق بين قيم الانعكاسية الطيفية بين الطول الموجي تحت الأحمر القريبة والطول الموجي الأحمر، في حالة وجود الغطاء النباتي فان نسبة الأشعة المنعكسة في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة تكون أعلى من نسبة الأشعة الحمراء وقيمه تتراوح بين −255و +255: (Lillesand and Kiefer, 1987)

$$\text{Vegetation Index -VI} = \text{B4} - \text{B3}$$

دليل الغطاء النباتي المعدل للتربة: إذ نأخذ القيمة نصف على أساس إن الغطاء النباتي متوسط الكثافة (1، **0.5**، 1.5)وكما هو معلوم بان للتربة تأثير على الانعكاسية الطيفية للغطاء النباتي فالغاية الأساسية لهذه الدليل هو لمعرفة التداخل ولتقليل تأثير انعكاسية التربة على الغطاء النباتي.

$$\text{Soil Adjuctive Vegetation Index} - \text{SAVI} = ((\text{B4} - \text{B3}/(\text{B4} + \text{B3}) + 0.5)) \times 1.5$$

دليل اللمعان والسطوع :عادة تتراوح قيمته بين 0− 255 وهو يعبر عن الترب المكشوفة والفقيرة بالغطاء النباتي ومنخفضة المادة العضوية ولذلك يعد مؤشر مثالي في تحديد تأثير اتجاه المنحدر في صفات التربة وحالة وندرة الغطاء النباتي .

$$\text{Brightness Index} - \text{BI} = 0.2909 \times B1 + 0.24 \times B2 + 0.48 \times B3 + 0.55 \times B4 + 0.44 \times B5 + 0.17 \times B7$$

تعد الرطوبة واحدة من أهم المؤشرات التي تتأثر باتجاه المنحدر وذات علاقة وثيقة بالغطاء النباتي وبعض صفات التربة كمحتوى الطين والمادة العضوية، كما هو معروف بان المحتوى الرطوبي يقلل من نسبة الأشعة المنعكسة وبالتالي فان قيمة الدليل تكون منخفضة في حالة ارتفاع المحتوى الرطوبي.

$$\text{Wetness Index} - \text{WI} = 0.144 \times B1 + 0.176 \times B2 + 0.332 \times B3 + 0.339 \times B4 + 0.621 \times B5 + 0.418 \times B7$$

دليل عامل إدارة المحصول: يعبر عن عامل إدارة التربة للمحاصيل الزراعية ويمثل العامل **C** في المعادلة العامة لفقد التربة حيث كلما كانت قيمته منخفضة كلما كانت التربة والغطاء النباتي اقل تعرض وفقد للتعرية المائية وتحتاج إلى متطلبات إدارة اقل.

$$\text{Cropping Management Factore Index} - \text{CMFI} = 0.5(1 - \text{NDVI})$$

دليل القشرة: يمثل الفرق بين الحزمة الثالثة والأولى على مجموعهما ومطروحا من واحد. إذ يكون أعلى مايكون في الحزمة الأولى، ويمتاز برصد الطبقة الرقيقة التي تتكون على سطح التربة والتي تمتاز بالأعشاب والاشنات والفطريات والبكتريا(.(Karnieli et. Al.1997

$$\text{Crust Index} - \text{CL} = 1 - (\text{B3} - \text{B1})/(\text{B3} + \text{B1})$$

دليل نسبة الغطاء النباتي بالأشعة تحت الحمراء: من المعروف بان الغطاء النباتي يعد من اهم المؤشرات على ادارة التربة ونجاح عمليات التشجير وكما هو متعارف عليه بان الغطاء النباتي السليم يعطي انعكاس عالي في المنطقة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي، بالتالي اعتمد هذا المؤشر لمحاكاة حالة وصحة الغطاء النباتي والاهم من ذلك هو لإعطاء القيمة الحقيقية للانعكاس الناتج من الغطاء النباتي في هذه الحزمة وتكون قيمه موجبة وبهذا يختلف عن الـ (NDVI).

$$\text{Infrared Percentage Vegetation Index-IPVI} = 0.5 \times (\text{NDVI}) + 1$$

النتـــائج والمناقشـــة:

تعد نسجة التربة واحدة من أهم الصفات الفيزيائية التي تؤثر في سلوك الصفات الأخرى للتربة وتحدد نوع المحصول والنظام الزراعي المناسب عند اتخاذ سبل إدارة التربة. يبين الجدول (2) بعض الصفات الفيزياوية لترب واجهتي المنحدر تراوح محتوى الرمل بين (195.86− 693.76)غم. كغم$^{-1}$ إذ كان مرتفعاً في أعلى ووسط المنحدر ولاسيما في الواجهة الجنوبية، إذ بلغ(525.56و 693.76)غم. كغم$^{-1}$ بالتتابع مقارنة في اسفل المنحدر التي كانت 195.86 غم . كغم$^{-1}$ ، ووجد بان هناك ارتفاع في محتوى الطين إذ كان أعلى مايكون في أسفل المنحدر للواجهة الجنوبية، وهذا يرجع إلى مقدار التعرية والترسيب والتي ساهمت بشكل فاعل في ارتفاع محتوى الطين ، فضلاً عن الغطاء النباتي المتفرق والضعيف والذي ساعد في الزيادة من تأثير

الانجراف المائي، في حين تراوح محتوى الغرين بين(91.20–345.60)غم. كغم$^{-1}$ ووجد هناك زيادة ملحوظة في أسفل المنحدر للواجهة الشمالية. تراوحت قيم الكثافة الظاهرية بين(1.30–1.62) ، وإذا ماقورن بين الواجهتين سوف نلاحظ بان الاختلافات واضحة في وسط المنحدر، إذ كانت مرتفعة نسبياً في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية فبلغت(1.62)مكغم.م$^{-1}$ إذا ماقورنت بوسط المنحدر للواجهة الشمالية فبلغت (1.41) مكغم. م$^{-3}$، وهذا ربما يعود إلى ارتفاع محتوى الرمل والذي تسود فيه معادن السليكا والكوارتز ذات الوزن النوعي العالي نسبياً، فضلاً عن انخفاض محتوى المادة العضوية والبناء الضعيف وغير المتماسك، في حين لم تكن هناك اختلافات واضحة وكبيرة في أعلى المنحدر. اما مسامية التربة فكانت مرتفعة نسبيا وليس هناك اختلافات واضحة في أعلى وأسفل المنحدر ولكلا الواجهتين، في حين لوحظ بان هناك اختلافات في وسط المنحدر. يعد المحتوى الرطوبي للتربة واحدة من أهم الصفات التي تتأثر بواجهة الانحدار، إذ كانت مرتفعة نسبياً في الواجهة الشمالية وخاصة في وسط وأسفل المنحدر، إذ بلغت(9.53و 13.64)%، في حين بلغت (3.09و 10.26)%بالتتابع في الواجهة الجنوبية، وهذا مرتبط بالإشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة حيث كانت اقل في الواجهة الشمالية وهذا ماتمت ملاحظته من خلال المشاهدة الميدانية، إذ لوحظ بان الغطاء الثلجي في الواجهة الشمالية كان عالياً في شهر كانون الاول، في حين كان متفرقاً ومتناثر على السفح للواجهة الجنوبية، وهذا يتفق مع (Fanningو Fanning،1989) (الجدول– 2).

جدول– 2: بعض الصفات الفيزيائية لترب واجهتي المنحدر في موقع الدراسة.

موقع	الميل	التوزيع الحجمي لدقائق التربة غم. كغم$^{-1}$			صنف النسجة	كث ظ مكغم.م$^{-3}$	المسامية %	المحتوى الرطوبي
		رمل	غرين	طين				
الواجهة الشمالية	أعلى المنحدر	542.56	91.20	366.24	C.L	1.35	49.06	11.89
	وسط المنحدر	465.25	219.00	315.75	L.C.S	1.41	46.79	9.53
	أسفل المنحدر	284.96	354.40	360.64	L.C	1.37	48.30	13.64
الواجهة الجنوبية	أعلى المنحدر	525.56	112.20	362.24	C.L	1.30	50.94	8.88
	وسط المنحدر	693.76	180.64	125.60	L.S	1.62	38.87	3.09
	أسفل المنحدر	195.86	345.60	458.54	C	1.36	48.68	10.26

لوحظ هناك تفاوت في قراءات لون التربة رقمياً تبعاً لموقعها من الانحدار وواجهة الانحدار وفي كلا الحالتين الجافة والرطبة، إذ بلغت أعلى مايكون في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية (106و 65و 49) لكل من اللون الأحمر والأخضر والأزرق في الحالة الجافة بالتتابع، في حين بلغت اقل مايكون في أسفل المنحدر للواجهتين الشمالية والجنوبية، فبلغت(77و 59و 39)و(79و61و41) في الحالة الجافة بالتتابع. تعد الخواص

الانعكاسية الطيفية واحدة من المؤشرات المهمة والتي لها علاقة ومحصلة للعديد من صفات التربة لاسيما محتوى المادة العضوية والنسجة والمحتوى الرطوبي، إذ وجد بان هناك انخفاض في الانعكاسية في وسط وأسفل المنحدر للواجهة الشمالية فوصلت(25.03و 23.67)% في الحالة الجافة على التتابع، وبلغت(16.44و 16.87)% في الحالة الرطبة على التوالي، بالمقابل أعلى قيمة بلغت (30.26)% في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية(الجدول– 3).

جدول– 3: قراءات قيم الألوان الأساسية والانعكاسية الطيفية لنماذج الترب باستخدام برنامج ENVI.

واجهة الانحدار	الميل	حالة التربة	قيم الألوان الأساسية			R%
			R	G	B	
الشمالية	أعلى	جافة	85.00	49.00	28.00	23.10
		رطبة	73.00	46.00	25.00	20.34
	وسط	جافة	86.00	60.00	35.00	25.03
		رطبة	61.00	35.00	18.00	16.44
	أسفل	جافة	77.00	59.00	39.00	23.67
		رطبة	63.00	36.00	17.00	16.87
الجنوبية	أعلى	جافة	96.00	51.00	31.00	25.59
		رطبة	54.00	35.00	21.00	15.33
	وسط	جافة	106.00	65.00	49.00	30.26
		رطبة	77.00	38.00	23.00	20.13
	أسفل	جافة	79.00	61.00	41.00	24.43
		رطبة	69.00	40.00	24.00	18.86

تراوحت قيم درجة التفاعل تراوحت بين(6.77–7.54) أي متعادلة إلى قليلة القاعدية، في حين لوحظ بان هناك تأثير وتفوق واضح لدرجة التوصيل الكهربائي في أسفل المنحدر للواجهة الجنوبية إذ بلغت (1.25)دسيسمنز. لتر$^{-1}$ في حين لاتوجد فروقات واضحة في وسط المنحدر للواجهتين. تشير النتائج بان تركيز الايونات الموجبة الذائبة كانت مرتفعة نسبياً في وسط المنحدر للواجهة الشمالية، إذ بلغت(10.0و 6.0و 1.64) مليمكافيء. لتر$^{-1}$ لكل من ايونات الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم على التتابع، بينما لوحظ انخفاضاً نسبياً في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية، إذ بلغت(6.02و 2.0و 0.56) مليمكافيء. لتر$^{-1}$ بالتتابع، وكذلك الحال مع تركيز الايونات السالبة الذائبة. تعد المادة العضوية واحدة من أهم المؤشرات الدالة لتأثير واجهة الانحدار في الصفات الكيميائية للتربة لما لها علاقة وثيقة بكثافة الغطاء النباتي والمحتوى الرطوبي ودرجات الحرارة، وعليه فان محتوى المادة العضوية كان مرتفعاً في الواجهة الشمالية، إذ بلغت(32.21و 65.30) غم. كغم$^{-1}$ في وسط وأسفل المنحدر بالتتابع. أما محتوى كاربونات الكالسيوم فكان مرتفعاً في موقع الدراسة لذلك فان ترب مواقع الدراسة تعد كلسيه Soil Calcareous حيث بلغت بين(192– 350)غم. كغم$^{-1}$، ووجد هناك ارتفاعاً في وسط المنحدر الجنوبي، إذ بلغت(255)غم. كغم$^{-1}$ وهذا ربما يعود إلى عملية التعرية التي أدت إلى جرف الطبقة السطحية وظهور الطبقة تحت السطحية الغنية بمحتوى كاربونات الكالسيوم، في حين كانت مرتفعة نسبياً في أسفل المنحدر للوجهة الجنوبية فبلغت(350)غم. كغم$^{-1}$ وهذا يعود إلى عملية الترسيب الناتج عن نشاط عمليات التعرية المائية، اذ لوحظ هناك تجوية كيميائية وتجمع واضح للصخور وفتات الصخور

الكلسية في أسفل المنحدر الجنوبي. بالتالي فان لاتجاه المنحدر تأثير واضح في بعض الصفات الكيميائية للتربة، وهذا يتفق مع ماجاء به (Zhang وآخرون، 2012)، وهذا مايتطلب أخذه بنظر الاعتبار عند إجراء ممارسات إدارة التربة وكيفية إمكانية الحفاظ على المحتوى الخصوبي لها(الجدول–4).

جدول– 4:بعض الصفات الكيميائية للواجهتين الشمالية والجنوبية في موقع الدراسة.

الموقع	الميل	pH	EC-dS.m^{-1}	الايونات الموجبة الذائبة				الايونات السالبة الذائبة			المادة العضوية	كاربونات الكالسيوم
				مليمكافيء. لتر$^{-1}$							غم. كغم$^{-1}$	
				Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+1}	$HCO3^{-}$	CL^{-}_{1}	SO_4^{-2}		
الواجهة الشمالية	أعلى	7.32	0.591	10.0	2.0	1.21	0.11	3.0	3.0	7.32	58.00	192.00
	وسط	6.97	0.826	10.0	6.0	1.64	0.34	2.0	2.8	13.2	32.21	170.00
	أسفل	7.21	0.869	11.0	3.0	1.70	0.22	3.0	2.0	10.92	65.30	216.00
الواجهة الجنوبية	أعلى	7.27	0.836	7.0	2.0	1.56	0.64	4.0	4.0	6.25	59.00	150.00
	وسط	7.54	0.710	6.02	2.0	0.56	0.20	1.0	2.0	6.76	16.60	255.00
	أسفل	7.23	1.25	18.0	4.5	3.26	0.40	2.0	4.0	14.98	62.9	350.00

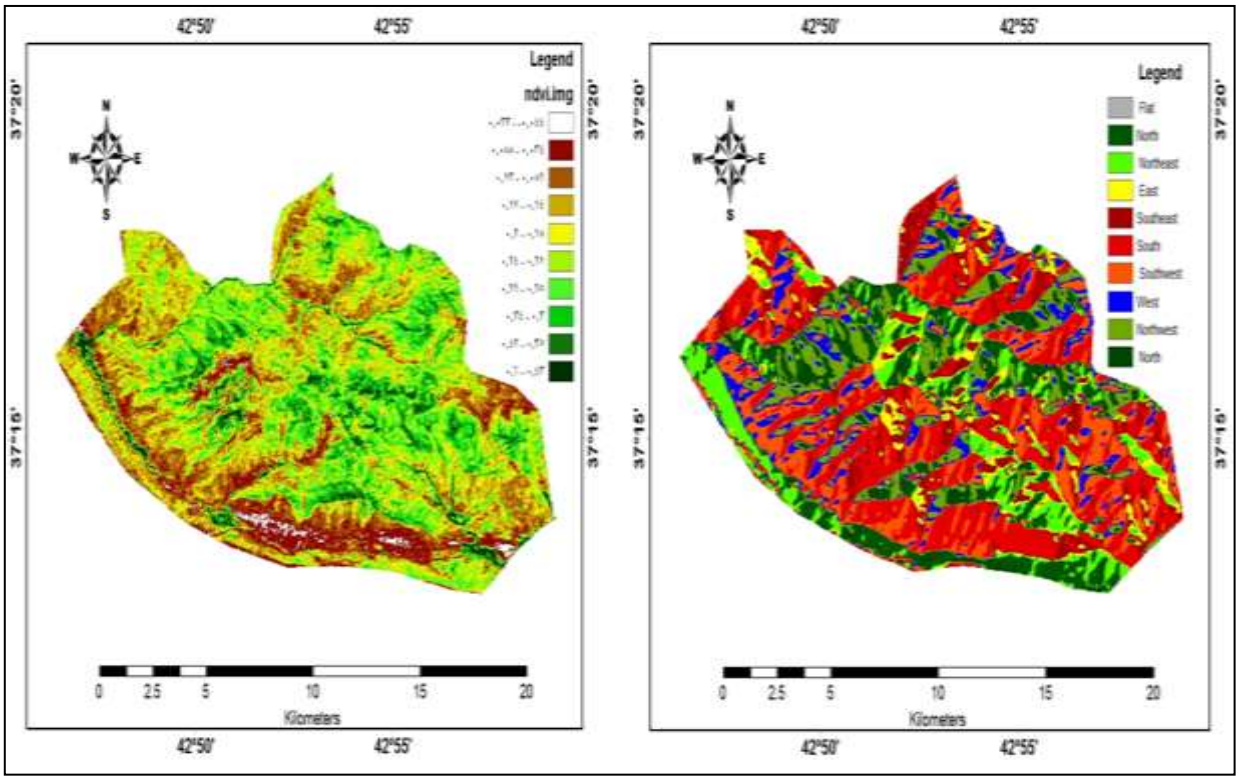
يبين الجدول (5) اعداد البكتريا الهوائية واللاهوائية والفطريات ويظهر بان أعداد البكتريا الهوائية كانت أكثر من أعداد البكتريا اللاهوائية وفي كلا الواجهتين الشمالية والجنوبية، كما لوحظ بان لدرجة الانحدار تأثير في أعداد البكتريا، إذ كانت مرتفعة في أسفل المنحدر في كلا الواجهتين الشمالية والجنوبية فبلغت(100و127)، وربما يعود سبب الانخفاض النسبي في أسفل المنحدر للواجهة الشمالية إلى الانخفاض الشديد في درجات الحرارة، إذ كان هناك غطاء ثلجي يصل سمكه إلى 15سم ووجد بان لواجهة الانحدار دور مؤثر في أعداد البكتريا، فكانت عالية في وسط المنحدر للواجهة الشمالية ووصلت(108)، في حين كانت (68) في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية، أي بفارق 40 وبالتالي فان أعداد البكتريا الكلية في الواجهة الشمالية كانت أعلى بكثير فبلغت 398 من الواجهة الجنوبية التي بلغت فيها 343.

جدول– 5 : الأعداد الكلية للبكتريا الهوائية واللاهوائية والفطريات في غرام واحد تربة($CFU\times10^5$)

الموقع	الانحدار	أعداد البكتريا الهوائية	أعداد البكتريا اللاهوائية	مجموع الكلي للبكتريا	الأعداد الكلية للفطريات
الواجهة الشمالية	أعلى المنحدر	80	29	109	17
	وسط المنحدر	108	41	149	29
	أسفل المنحدر	100	40	140	27
الواجهة الجنوبية	أعلى المنحدر	58	17	75	20
	وسط المنحدر	68	23	91	24
	أسفل المنحدر	127	50	177	25

كما وجد بان أعداد الفطريات أخذت السلوك ذاته، إذ تفوقت عددا في الواجهة الشمالية مقارنة بالواجهة الجنوبية، ان الزيادة في اعداد البكتريا والفطريات في الواجهة الشمالية مقارنة بالواجهة الجنوبية فقد يعود الى زيادة محتوى المادة العضوية كما هو واضح في الجدول التي تعد مصدر الطاقة والكاربون لكل الفطريات والبكتريا الخيطية لانها احياء معتمدة التغذية وكذلك معظم البكتريا وكذلك زيادة المحتوى الرطوبي والطين، كما ان الغطاء النباتي في الواجهة الشمالية كان اعلى والذي ادى الى زيادة اعداد الاحياء لتأثير المنطقة المحيطة بالجذور.

تعد تقنيات التحسس النائي واحدة من أهم التقنيات التي تعبر عن تأثير عامل الانحدار واتجاهه السائد في الغطاء النباتي وحالة السطح للتربة والموارد الطبيعية الأخرى، وذلك من خلال المؤشر العالمي والذي يطلق عليه بمؤشر (NDVI). من خلال المقارنة والتحليل البصري بين موديل الارتفاع الرقميDEM (الشكل–3– أ)والذي يعطي صورة واضحة للاتجاهات الجغرافية المختلفة والتي تشمل على (الاتجاه الشمالي(شرقي وغربي) والاتجاه الجنوبي(شرقي وغربي)والاتجاه الشرقي والاتجاه الغربي)، ودليل الاختلاف الخضري الطبيعي، سوف نجد بان هناك تفاوت في قيم دليل الاختلاف الخضري الطبيعي بين الاتجاهات المختلفة إذ قيم المؤشر التي تعبر عن الغطاء النباتي الكثيف تدرجت من اللون الأخضر الفاتح إلى اللون الأخضر الداكن، إذ تراوحت بين(0.25– 0.6) واغلبها في الاتجاهات الشمالية (الشرقية والغربية)،في حين الغطاء النباتي المتوسطة الكثافة تراوح بين(0.18– 0.25)، في حين لوحظ بان المناطق القليلة الكثافة كانت بين (0.08– 0.18)، والقليلة جدا في الكثافة النباتية كانت قيم المؤشر اقل من 0.08 واغلبها في الاتجاهات الجنوبية والمعبر عنها باللون الأبيض والبني المحمر (الشكل3–– ب).



الشكل– 3: مقارنة خارطة اتجاه الانحدار(أ) ودليل الاختلاف الخضري الطبيعي(ب) في المنطقة بشكل عام.

كما لوحظ من (الجدول– 6) بان معدلات قيم دليل الاختلاف الخضري الطبيعي بلغت في الاتجاه الشمالي والشمالي الغربي أعلى مايكون فبلغت(0.28 و 0.24)، وهذا بسبب طبيعة الأشعة الشمسية الساقطة والمدة الزمنية التي تتعرض لها اقل بالتالي سوف يساعد التربة في الحفاظ على كمية مناسبة من الرطوبة والتي تساعد في نمو النبات وزيادة كثافته. في حين لوحظ بان السفوح الجنوبية والجنوبية الشرقية والشرقية كانت ذات قيم منخفضة، إذ بلغت(0.10و 0.09و 0.08) وهذا لكون السفوح الجنوبية والشرقية تستقبل كمية اكبر من الأشعة مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء والتربة وزيادة عملية التبخر وفقدان كمية اكبر من رطوبة وبالتالي سوف نجد غطاء نباتي مبعثر ومتفرق على السطح والتربة أكثر عرضة للتعرية، وهذا له اثر في إدارة التربة والمحصول سواء كان للزراعة أو الرعي وفي تحديد نوع المحاصيل الزراعية فالسفوح أو الاتجاه الذي يتعرض لنسبة اكبر من الأشعة تتلاءم معها المحاصيل والأشجار والشجيرات الرعوية المقاومة للجفاف وذات الجذور الوتدية التي تستطيع التعمق في التربة للحصول على الرطوبة وتثبيت التربة وزيادة مقاومتها للتعرية المائية.

جدول–6: معدل قيم دليل الاختلاف الخضري الطبيعي حسب الاتجاه السائد باستخدام برنامجArcGIS

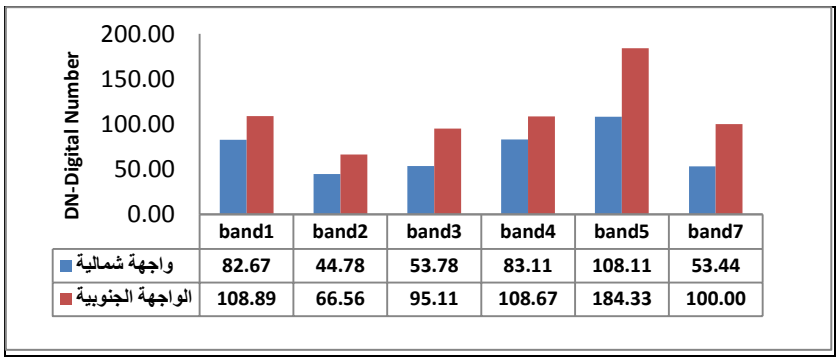
NDVI	NDVI			B3			B4			الاتجاه
	مكررات									
Aver.	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
0.28	0.27	0.27	0.30	53	43	49	93	75	91	N
0.21	0.12	0.20	0.32	73	56	50	92	84	98	NE
0.24	0.29	0.16	0.28	45	63	43	81	87	76	NS
0.10	0.07	0.08	0.15	95	94	77	109	111	105	S
0.09	0.13	0.02	0.13	71	91	61	93	95	79	SE
0.21	0.20	0.31	0.13	68	55	80	103	104	103	SW
0.08	0.05	0.04	0.13	87	101	81	97	110	105	E
0.18	0.23	0.17	0.13	51	52	66	81	74	86	W

يبين الجدول (7) انه حسب الواجهة الشمالية والواجهة الجنوبية وفي موقع اخذ نماذج التربة تحديداً، وجد بان القيم الرقمية للانعكاسية الطيفية كانت متباينة في الواجهة الواحد وفي كلا الواجهتين، إذ بلغت القيم الرقمية للانعكاسية الطيفية معبراً عنها كشدة لونية (0–255)مستوى لوني فكانت أعلى مايكون في وسط المنحدر لكلا الواجهتين، ولوحظ بان الحزمتين الرابعة والخامسة كانت ذات قيم مرتفعة نسبياً مقارنة بالحزم الطيفية الأخرى خاصة في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية، إذ بلغت (108.67و184.33) بالتتابع.

جدول– 7: القيم الرقمية للانعكاسية الطيفية لواجهتي الانحدار في منطقة الدراسة.

الموقع	bands	الموقع من الانحدار			الموقع	الموقع من الانحدار		
		أعلى	وسط	أسفل		أعلى	وسط	أسفل
الواجهة الشمالية	band1	77.33	82.67	71.56	الواجهة الجنوبية	77.89	108.89	89.00
	band2	40.00	44.78	37.33		41.44	66.56	52.00
	band3	44.33	53.78	37.89		48.67	95.11	47.89
	band4	80.89	83.11	106.22		94.22	108.67	105.00
	band5	93.44	108.11	88.56		106.89	184.33	129.89
	band7	43.67	53.44	34.56		47.11	100.00	58.00

وإذا ما قارنا بين وسطي المنحدر للواجهتين، سوف نجد أن القيم الرقمية منخفضة نسبياً في وسط المنحدر الشمالي، ومن الملاحظ جدا بان الفرق بين الحزمة الرابعة والثالثة في وسط المنحدر للواجهة الشمالية البالغة 29 كان أعلى من وسط المنحدر للواجهة الجنوبية والبالغة 14 وهذا يرتبط بكثافة الغطاء النباتي(الشكل– 4).

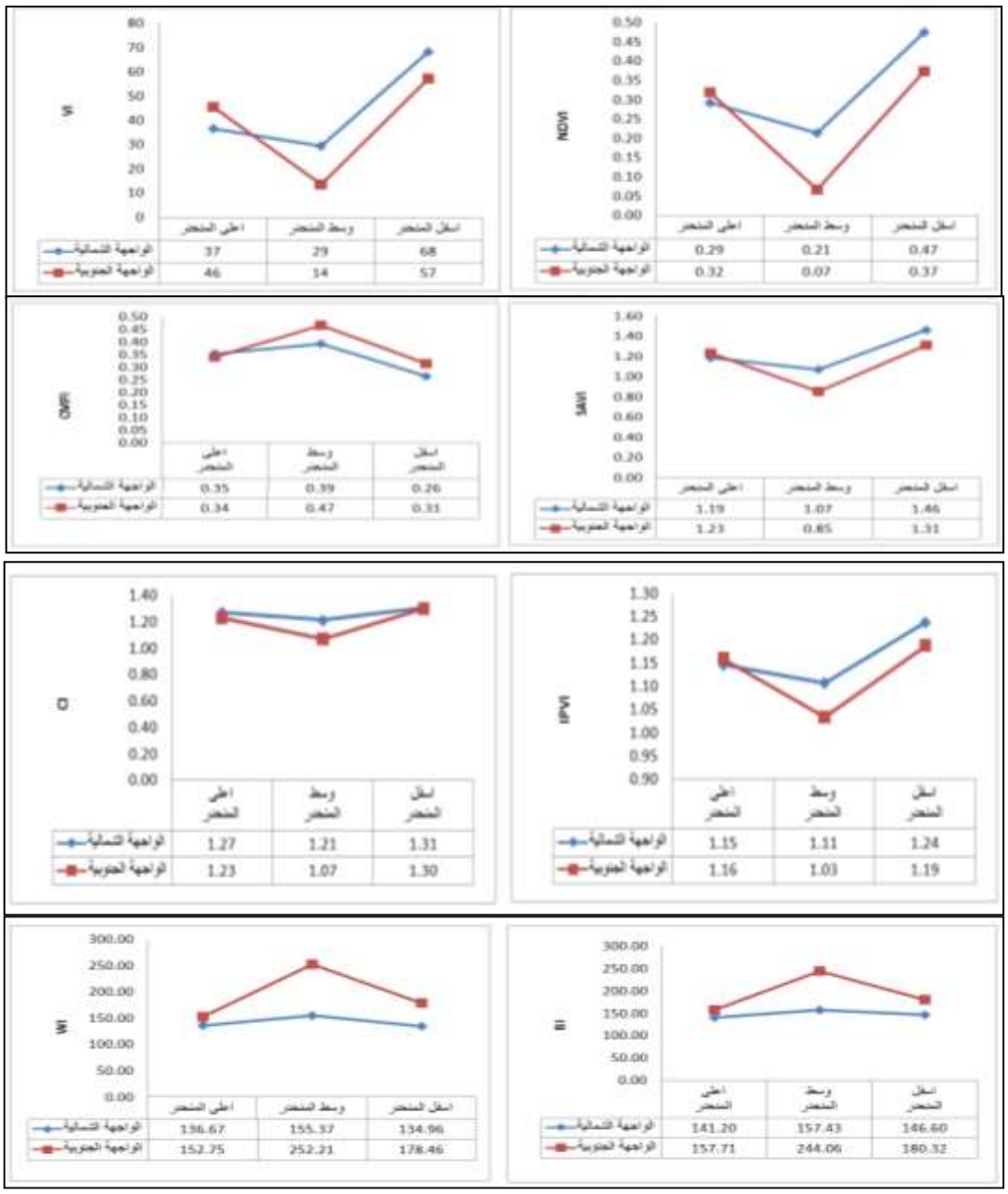


	band1	band2	band3	band4	band5	band7
واجهة شمالية	82.67	44.78	53.78	83.11	108.11	53.44
الواجهة الجنوبية	108.89	66.56	95.11	108.67	184.33	100.00

الشكل–4: القيم الرقمية للانعكاسية الطيفية في وسط المنحدر للواجهتين الشمالية والجنوبية

تشير النتائج في الشكل– 5 بان دليل الاختلاف الخضري الطبيعي NDVI يعد واحداً من المؤشرات المهمة في التمييز بين الواجهة الشمالية والواجهة الجنوبية لأعلى ووسط واسفل المنحدر، إذ تراوحت قيمته بين (0.07– 0.47)، وكانت مرتفعة نسبياً في وسط واسفل المنحدر للواجهة الشمالية فبلغت(0.21و 0.47) في حين كانت منخفضة في الواجهة الجنوبية (0.07و 0.37) على التوالي. في حين لوحظ بان دليل الغطاء النباتي VI كان منخفضاً في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية فبلغ(14) وعاليا في وسط المنحدر للواجهة الشمالية فبلغ(29)، وبناءاً عليه، فان قيمة دليل الغطاء النباتي والذي يساعدنا في تحديد كثافة الغطاء النباتي سوف نلاحظ بان معدل الغطاء النباتي في الواجهة الشمالية بلغ 134، في حين بلغ في الواجهة الجنوبية 117 أي أن معدل كثافة الغطاء النباتي في الواجهة الشمالية أعلى بفارق 17 من معدل كثافة الغطاء النباتي في الواجهة الجنوبية، بالتالي فان الفرق بين الحزمتين الرابعة والثالثة عالياً في الواجهة الشمالية ومنخفضا في الواجهة الجنوبية، وهذا يعود إلى كثافة الغطاء النباتي حيث كلما كان كثيفا كلما كانت القيمة أعلى. لوحظ بان مؤشر SAVI والتي تعبر عن تقليل تأثير التربة أو التصحيح الهندسي لتأثير التربة على انعكاسية الغطاء النباتي فقد كانت الاختلافات واضحة جداً بين الواجهتين إذ كان أعلى من (+1) واحد في وسط المنحدر للواجهة الشمالية واقل من (+1) الواحد في وسط المنحدر للواجهة الجنوبية. يعد دليل عامل إدارة المحصول CMFI واحدا من المؤشرات المهمة في التعبير الحالة الخصوبية للتربة والتي تساعد في نمو وكثافة الغطاء النباتي، فقد تراوحت قيمته بين(0.26– 0.47) إذ كلما كانت قيمته منخفضة كلما الغطاء النباتي كثيف والحالة الخصوبية للتربة عالية فإنها تحتاج إلى متطلبات إدارة اقل، لذلك فان قيمة الدليل كانت اقل في أسفل ووسط المنحدر الشمالي (0.26و 0.39) بالتتابع. أما دليل اللمعان BI والذي يعبر عن مدى تعرض التربة للتعرية المائية وهذا مرتبطا بالحالة الخصوبية وارتفاع المادة العضوية ونشاط الأحياء المجهرية وكثافة الغطاء النباتي وبناء التربة، بالتالي كلما كانت قيمة المؤشر عالية كلما كانت التربة أكثر تعرضاً للتعرية المائية، لذلك فان قيمة الدليل كانت عالية في وسط المنحدر الجنوبي فبلغت(244.06) مقارنة بوسط المنحدر الشمالي والتي كانت(157.43). في حين أن دليل الرطوبة اخذ السلوك ذاته، وهذا يعود إلى كون المحتوى الرطوبي يقلل من

نسبة الأشعة المنعكسة ويزيد من الدكانة وبالتالي كلما زاد المحتوى الرطوبي كلما كانت القيمة منخفضة. يعد مؤشر تكوين القشرةCI واحدا من أهم المؤشرات الدالة على محتوى التربة من المادة العضوية والنتروجين والعناصر الغذائية والنفاذية المناسبة والتركيب أو البناء السائد إذ فقدان الطبقة السطحية للتربة يعطي مؤشر على مدى تدهور التربة بالتعرية المائية وفقدان الطبقة السطحية الغنية بالمادة العضوية والعناصر الغذائية، اذ يعبر عن الطبقة الرقيقة التي تغطي سطح التربة(القشرة–Crust) بالتالي فان قيمة المؤشر كانت عالية في الواجهة الشمالية، واخذ مؤشر IPVI السلوك نفسه اذ يعطي مؤشر بان الغطاء النباتي في الواجهة الشمالية لايعاني بشكل مؤثر من نقص العناصر الغذائية ولايعاني من نقص الرطوبة بالتالي اعطى قيمة عالية عند الحزمة الرابعة في دليل نسبة الاشعة تحت الحمراء.



الشكل – 5 : قيم بعض المؤشرات والأدلة النباتية لواجهتي المنحدر في موقع الدراسة .

المصادر:

حمادة، صفاء عبدالجليل كامل(2010). الخصائص الطبوغرافية وتأثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد. جامعة النجاح الوطنية، كلية الدراسات العليا، فلسطين. 177ص.

العكيدي، وليد خالد(1986). علم البدولوجي/ مسح وتصنيف الترب، مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل.

المشهداني، احمد صالح محيميد(1994). مسح وتصنيف الترب. كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الطبعة الأولى.

مهدي،عبدالخالق صالح وعبدالوالي احمد الخليوي (1999). الجغرافية النباتية. الطبعة الاولى، دار صفاء للطباعة والنشر. عمان.

Al-Bakri, J. T. and M.M Abu-Zanat(2007). Correlating Vegetation Cover and Biomass of a Managed Range Reserve with NDVI of SPOT-5 HRV. Jordan Journal of Agricultural Sciences, Volume 3, No.1.

Al-Tai, F.H (1968). The soils of Iraq.Ph.D.Thesis state unvi. of chent. Belqium.

Buringh, P(1960) . Soil and soil condition in Iraq , Ministry of Agriculture, Iraq. 322p.

Crippen, R.E(1990). Calculating the vegetation index faster. Remote Sens. Environ.34:71–73.Forman RTT, Godron, M. 1986. Landscape ecology. Wiley, New York.

Crist, E. P., R. Laurin and R.C. Cicone(1986). Vegetation and soil information Contained in transformed thematic mapper data. In Proceedings of the 1986 International Geosciences and Remote Sensing Symposium, Zurich, 8-11 September(NewYork : Institute of Electrical and Electronics Engineers). 2(1465-1470).

Fanning, D.S., and Fanning(1989). Soil Morphology, Genesis, and Classification. John Wiley and Son, Inc. Canada. pp: 360-369.

Gee, and Bauder(1986). Partical size analysis in methods of soil analysis .Part(1) . Physical and mineralogical methods (2 nd .ed) .A. Klute : 383- 409 .

George, B. T., J.R. Ross and L. Finney(1981). Calculus and Analysis Geometry. Fifth Edition .-Wesley.

Huete, A.R(1988). A soil adjusted vegetation Index (SAVI) in: Proceeding 5th symposium of the working Group remote sensing Budapest. ISSS. 226-244.

Ibrahime, A.A(2008). Using remote sensing technique (NDVI) for monitoring vegetation degradation in semi arid lands and its relationship to precipitation. Nasser Univ. Tarhuna, Libya.

Karnieli, A(1997). Development and implementation of spectral crust index over dune sands,. Int. J. Remote Sens., 18, 1207-1220.

Lillesand, T. M. and R. W. Keifer(1987). Remote sensing image interpretation. 2th ed., Johen Wiley and Sons Co. New York. 721p

Olatunji, O.O.M.; A.O. Ogunkunle; and F.O. Tabi(2007). Influence of Parent Material and Topography on some Soil Properties in Southwestern Nigeria. Nig. J. Soil & Env. Res.

Page . A.L., R.H. Miller and keeney(1982). Method of soil analysis. part (2) . 2nd ed . Agronomy (a) madison . Wisconson .

Qi, J., A. Chehbouni, A.R. Huete, Y.H. Derr, S. Sorooshan(1994). A modified soil adjusted vegetation index. Remote Sens Environ 48:119transport pathways at the Kelso Dunes, Californ–126.

Richard, L. A(1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali. soils u.s. Salinity laboratory DA. VS Dept, Agron. Handbook, 60,160p.

Ryan, J., Garabet, S., Harmsen, K. and Abdul Rashid(1996). A Soil and Plant Analysis Manual, Adapted For West Asia and North Africa Region / International Center for Agriculture Research in The Dry Area (ICARDA.I).

Tandon, L. S(1998). Methods of analysis of soil, water, plant and fertilizer. Fertilizer development and consultation organization. 204. Bahanet corner, New Delhi. Indiana.

Zhang, C; S. Xue, G. Liu; C. Zhang(2012). Effects of Slope Aspect on Soil Chemical and Microbial Properties during Natural Recovery on Abandoned Cropland in the Loess Plateau, China. Advanced Materials Research Vol.356-360 Pp:2422-2429.