



ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal For Human Sciences

Available online at: <https://wjfh.uowasit.edu.iq>

- 1- Dr.Dilovan Ramadhan Ismail*
- 2- Dr. Shamal Ahmed Ameen
- 3- Karwan Ahmed Bakir

1- University of Dohuk - Faculty of Humanities - Department of Geography
2- University of Dohuk- Faculty of Humanities - Department of Geography
3- University of Dohuk- Faculty of Humanities- Department of Geography

*** Corresponding Author**

Email:

- 1- Dilovan.ismail@uod.ac
 - 2- Shamal.ahmed@uod.ac
 - 3- karwan.ahmed@uod.ac
-

Keywords:

landslides, maximum probability classification, change detection, classification accuracy assessment, Landsat.

Article history:

Received: 29 May, 2024
Accepted: 10 July, 2024
Available online: 30 Aug. 2024



Monitoring landslides in Zawita District Using Remote Sensing Data

A B S T R A C T

The study of landslides and their effects is one of the most important topics addressed by many geomorphological studies, especially after humans invaded nature and carried out their activities near or on it, as is the case in the study area. This study aims to use remote sensing techniques and geographic information systems to detect the change in landslide areas between the years (1990 - 2023) in Zawita district. Satellite visualizations from the American Landsat satellite (5, 8) of the study area were classified into six land types: collapses, soil, rocky areas, grasses, forests, and water bodies, using the maximum likelihood method In the ENVI program environment. The study follows the Change detection model to show the changes occurring in the land cover of the study area. The study found that landslides have expanded in the region, as its area increased from (13.95) km² in 1990 to (43.58) km² in 2023. The study also showed the rate of transformation of each type of land cover into landslides between the selected years, as the largest transformation occurred in forests (15.64) km², at a rate of (5.8%), meaning that landslides cause their removal, followed by grasses (11.16) km², at a rate of (11.55%).

DOI: <https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol20.Iss3.572>

مراقبة انهيارات الارضية في ناحية زاوية باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد

م. كاروان أحمد بكر
جامعة دهوك
كلية العلوم الانسانية

د. شمال أحمد أمين
جامعة دهوك
كلية العلوم الانسانية

د. دلوفان رمضان اسماعيل
جامعة دهوك
كلية العلوم الانسانية

خلاصة:

تعد دراسة الانهيارات الأرضية ومؤثراتها من أهم الموضوعات التي تناولتها العديد من الدراسات الجيومورفولوجية سيما بعد أن غزا الإنسان الطبيعة، ومارس نشاطاته بالقرب منها أو عليها، كما هو الحال بمنطقة الدراسة، وقد عمدت إلى استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للكشف التغير في مساحات الانهيارات الأرضية بين سنوات (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)م في ناحية زاوية. تم تصنيف المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات (٥، ٨) لمنطقة الدراسة إلى ستة أنماط أرضية وهي: انهيارات، تربة، مناطق الصخور، حشائش، غابات ومسطحات مائية، وذلك باستعمال أسلوب الاحتمالية العظمى (Maximum Likelihood Classifier) في بيئة برنامج (ENVI 5.1). تتبع الدراسة نموذج (Change detection) لإظهار التغيرات الحاصلة في الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة. توصلت الدراسة إلى أن الانهيارات الأرضية قد توسعت في المنطقة، إذ إن مساحتها ازدادت من (١٣,٩٥)كم٢ عام ١٩٩٠ إلى (٤٣,٥٨)كم٢ عام ٢٠٢٣. كما بينت الدراسة نسبة تحول كل نمط من أنماط الغطاء الأرضي إلى انهيارات خلال السنوات المختارة، إذ إن أكبر تحول حدث في الغابات (١٥,٦٤)كم٢ ونسبة (٥,٨%) أي أن الانهيارات الأرضية يسبب في إزالتها، وتأتي بعدها الحشائش (١١,١٦)كم٢ بنسبة (١١,٥٥%).

كلمات الدالة: الانهيارات الأرضية، التصنيف الاحتمالية العظمى، كشف التغيرات، تقييم دقة التصنيف، لاندسات.

١. مقدمة:

تعد الانزلاقات أو الانهيارات الأرضية أحد أهم الكوارث الطبيعية الخطيرة على الحياة الإنسان، وتحدث عادة في المناطق المنحدرة متى توافرت العوامل المسببة لذلك، وقد يحدث الانهيار فجائياً أو على مراحل أو على مدد متباعدة (عبدالحسين، ٢٠١٧ ٧٤٧، Huabin et al., 548,2005). عالمياً، تتسبب الانهيارات الأرضية في خسائر هائلة في الاقتصاديات الدول المتضررة، فضلاً عن خسائر بشرية. ومخاطر الانهيارات الأرضية شائعة أيضاً في البلدان النامية، إذ تكون خسائرها الاقتصادية في بعض الأحيان مساوية أو أكبر من ناتج المحلي الإجمالي للبلد (Sassa, et al., 2005:135). تشير دراسة (Huabin, et al., 548,2005) إلى أنه في عام ١٩٩٨، حدث ١٨٠,٠٠٠ انهيارٍ أرضيٍّ، وتدفَّقُ بمقادير مختلفة في الصين، مما أدى إلى خسارة اقتصادية تقدر بنحو ٣ مليارات دولار. ويتضح من دراسة (سليمان، ٤٦٥، ٢٠١٤) أن هناك مناطق تتعرض لانهيارات شديدة الخطورة، وخطيرة، ومتوسطة الخطورة، وقليلة الخطورة. وقام باحث (عبدالحسين، ٢٣٤، ٢٠١٧) ببناء نماذج للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة بينجوين شمال شرق العراق، وأظهرت النتائج أن النسبة المئوية للمناطق شديدة الخطورة (٣١,٧٣%) من المساحة الكلية.

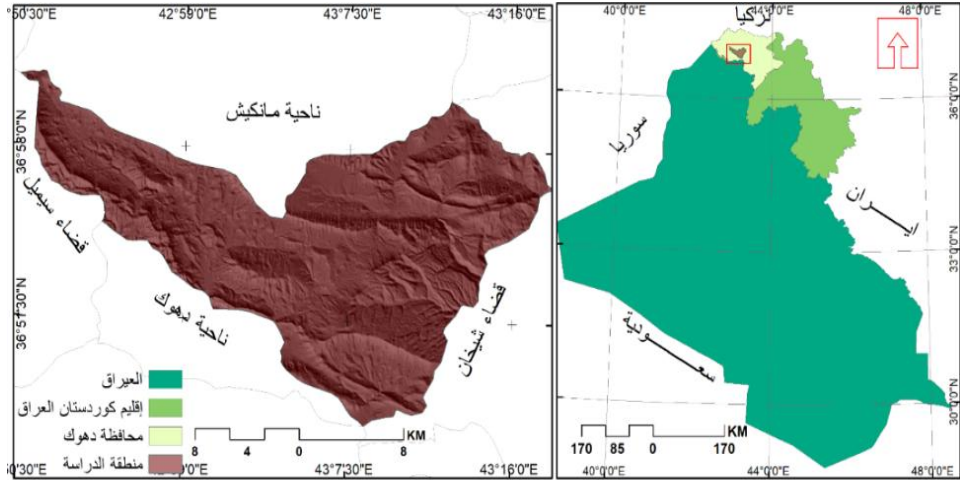
تعد عملية دراسة الانهيارات الأرضية وتوزيعاتها المكانية خطوة مهمة لكشف التوقعات المكانية والزمانية للانهيارات الأرضية، ولا يمكن فهم تطورات مناظر الطبيعية وقابليتها للانهيارات الأرضية ومخاطرها إلا عن طريق دراسات عميقة. وبالتالي، فإن الحد من مخاطر الانهيارات الأرضية غير ممكن بغياب هذه الدراسات (Crozier and Glade, 10, 2005).

تمتاز تضاريس منطقة الدراسة بأنها أشكال أرضية بنوية رسمتها الملامح البنوية الجيولوجية للمنطقة بما تمثله التباين في صلابتها صخورها وما تحويه من تراكيب ضعف وميل الطبقات، ونظام التعرية، كل هذه الأسباب أثرت بشكل كبير على نشاط عمليات الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة. وتهدف هذه الدراسة إلى استخدام مرئيات فضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات بدقة مكانية (٣٠م) لمراقبة الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣).

٢. منطقة الدراسة:

تقع ناحية زاوية ضمن منطقة جبلية من محافظة دهوك، الواقعة في شمال غرب إقليم كردستان العراق، خريطة (١). يحدد مكانيا بين قضاء شيخان من الشرق، وناحية دهوك من الجنوب، وناحية مانكيش من الشمال. وتبلغ مساحتها (427) كم^٢. وتقع فلكيا بين دائرتي عرض (36°78') و(٣٧°01') شمالاً، وخطي طول (42°84') و(43°30') شرقاً.

خريطة ١ : منطقة الدراسة



مصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات (١. هيئة إقليم كردستان العراق،
(٢. جهاز مركز الاحصاء، <https://krso.gov.krd/ar/map>) و (<https://www.cosit.gov.iq/ar>).

٣. البيانات ومنهجية الدراسة:

٣,١. البيانات:

تستخدم المرنيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات من أجل مراقبة الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة، كما يبين الجدول في أدناه:-

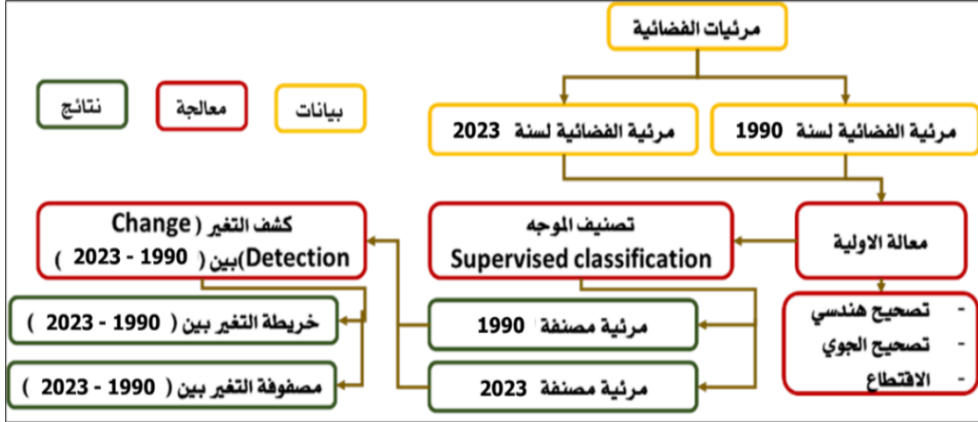
جدول ١: مرنيات القمر الصناعي لاندسات

دقة المكانية	المسار والوصف	تاريخ الالتقاط	مسد	تشعر	لاندسا
٣ متر	٣٤ / ١٧٠	٥/٦ / ١٩٩٠	T	M	لاندسا ت - ٥
		٤/١٧ / 2023	OL	I	لاندسا ت - ٨

٣,٢. منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة المنهج المقارن باتباع عديد من الخطوات لمعالجة المرنيات الفضائية وتصنيفها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، كما موضح في شكل -١.

الشكل ١: مخطط معالجة المرئيات الفضائية



١، ٢، ٣. معالجة البيانات:

١، ٢، ٣. التصحيح الهندسي:

تتعرض المرئيات الفضائية في بعض الأحيان إلى الأخطاء الهندسية بسبب الأزرحة المرئية من مكانها الصحيح، ويخضع للمعالجة. والهدف من عملية التصحيح الهندسي هي تصحيح إزاحة الصور الفضائية لجعلها مصححا هندسيا ومطابقا مع الخرائط والمرئيات الأخرى لمنطقة الدراسة. بمعنى أن كل البكسل pixel داخل المرئية تأخذ إحداثيات خاطئة إما أقل أو أعلى من الإحداثيات الصحيحة (Ground Coordinates) وهذا يؤثر في العلاقة الهندسية بينها (Abdurazzag, 1996, 24).

وتوجد إزاحة بين المرئيات الفضائية المستخدمة، لذلك تم استخدام أسلوب (Image to Image Registration) من خلال نقاط الضبط المكاني (Ground Control Points) للبيكسلات المحدودة في المرئية الرئيسية (Base Image). وهي المرئية سنة (١٩٩٠) والمصححة من الناحية الهندسية وللخلايا المحدودة في المرئية التي تم تصحيحها (Warp Image) المرئية (٢٠٢٣)، والممثلة لأماكن محدودة على سطح الأرض، وبعدها إنتاج مرئيات مصححة هندسيا وتخزينها في ملف جديد.

١، ٢، ٣. التصحيح الجوي:

وتهدف هذه العملية الى إزالة شدة الإضاءة من قبل الغلاف الجوي من خلال حذف تأثير قيمة الأشعة المنتثرة من قيم البيكسلات المرئية (الحسن، ٤٤، ٢٠٠٦). من أجل التصحيح الغلاف الجوي (Atmospheric Correction) للمرئيتين، وقد تم اعتماد أسلوب طرح الظلام (Dark subtract) في برنامج (ENVI).

٣،٢،١،٣ . الالتقاط:

بعد إنهاء المعالجة الأولية للمريثات الفضائية، وتم اقتطاع (Subset) منطقة الدراسة من المريثة الفضائية، باستخدام (Shape file) لحدود منطقة الدراسة في بيئة برنامج (ENVI).

٣،٢،٢ . التصنيف الموجه Supervised classification

يتطلب تصنيف المراقب (Supervised classification) بيانات عن الخصائص الطيفية لأنواع الغطاء الأرضي الذي يمكن الحصول عليها في الدراسات الميدانية (الحسن، ٦٢، ٢٠٠٦)، والمصادر الأخرى المساعدة كالصور الجوية، والخرائط. ويتم رسم مناطق صغير من المريثات الفضائية، تمثلها مجموعة من العينات المتجانسة للغطاء الأرضي داخل المريثة تسمى بمناطق التدريب (Training Area)؛ ليتم رسم الغطاءات المتشابهة طيفيا بالاعتماد على بياناتها الرقمية، ومن ثم يقوم الموجه بتصنيف الخصائص الطبيعية لكل نمط من أنماط الغطاء الأرضي..

٣،٢،٣ . تقييم دقة التصنيف Accuracy Assessment for Image Classification:

تعد عملية دقة تصنيف المريثات خطوة مهمة في عمليات التصنيف، التي تبين على مدى تطابق وحدات المريثات المصنفة تطابقا صحيحا ودقيقا مع الواقع الحقيقي للغطاء الأرضي وتقيم ذلك كمياً لاستنتاج مدى الاعتماد على نتائج ذلك التصنيف في التطبيقات المختلفة (Manisha, et al., 139,2012). تم استخدام مصفوفة الخلط (Confusion Matrix) لتقدير دقة التصنيف، وهي عبارة عن مصفوفة تكون عناصرها من قيم تمثل عدداً من الوحدات المريثة المختارة لتحليل دقة نتائج المريثة المصنفة من قاعدة البيانات المرجعية (Foody. 2002,185).

٣،٢،٤ . كشف التغير Change Detection

هي عملية مراقبة تغيرات المريثات الفضائية المتعددة الأوقات التي تم الحصول عليها في المنطقة الجغرافية نفسها لتحليل التغيرات التي حدثت في الظاهرة بين السنوات المختلفة. ويعد كشف التغير أحد أهم خطوات الاستشعار عن بعد، خاصة في مجال استخدامات الأرض والغطاء الأرضي (Land use Land cover (LULC) (Asokan and Anitha, 143,2019). وتم استخدام هذه العملية لكشف التغير في مساحات الانزلاقات الأرضية والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة.

٤ . النتائج والمناقشة

٤،١ . تقدير دقة التصنيف:

تختلف الدقة الكلية للتصنيف بين المريثتين المستخدمين، ويعود سبب اختلاف إلى البيانات المستخدمة في عملية التصنيف، فقد تم استخدام البيانات الميدانية (الواقع الحقيقي) في تصنيف المريثة الفضائية لسنة ٢٠٢٣، بينما في تصنيف المريثة (١٩٩٠) تم الاعتماد على البيانات

المرجعية والتحليل البصري والخرائط الطبوغرافية التي تتمثل بدقتها المنخفضة مقارنة مع البيانات الحقلية. فضلا عن أن المرئية (٢٠٢٣) أكثر دقة من حيث الطيف (تحتوي على ١١ نطاق) والإشعاع.

من ملاحظة الجدول (٢)، يتبين أن المجموع البكسلات التي تستخدم لتقدير دقة التصنيف في سنة ١٩٩٠ (1892) خلية، ولسنة ٢٠٢٣ (١٥٤٠) خلية. أما البكسلات التي صنفت تصنيفا صحيحا فقد بلغت (1686) خلية لسنة 1990، و(1419) خلية لسنة ٢٠٢٣؛ لذا بلغت الدقة الكلية (٨٩%) للمرئية المصنفة لسنة ١٩٩٠، (٩٢%) لسنة ٢٠٢٣ وهي الأعلى الدقة.

الجدول (٢) دقة تصنيف المرئيات الفضائية

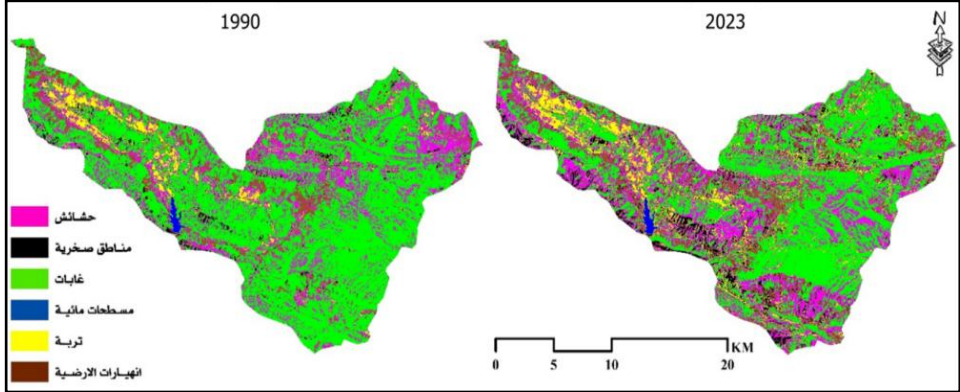
سنة	عدد البكسلات المستخدمة لتقدير	البكسلات (صحيح)	صنفت بشكل	الدقة الكلية %
١٩٩٠	١٨٩٢	١٦٨٦		٨٩
٢٠٢٣	١٥٤٠	١٤١٩		٩٢

مصدر: ملحق (١ و ٢)

٤,٢ . الغطاء الأرضي (Land Cover)

استُخدم أسلوب الاحتمالية العظمى (Maximum likelihood) كأحد أنواع التصنيف المراقب (Supervised Classification) على المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة، ومن ملاحظة جدول (٣) والخريطة رقم (٢). يتبين أن غطاء الغابات يغطي أكبر مساحة من منطقة الدراسة وبالغاية (٢٧٥) كم^٢ وبنسبة (٦٤,٤%) عام ١٩٩٠م و(١٩٨) كم^٢ بنسبة (٤٦,٤) عام ٢٠٢٣، حيث يتركز هذا الغطاء في الأجزاء الشرقية للمنطقة. أما نمط الغطاء الأرضي الثاني من حيث المساحة فهو الحشائش وقرابة ب(٩٧) كم^٢ عام ١٩٩٠م و(١١٨) كم^٢ عام ٢٠٢٣، وبنسبة (٢٢,٧%)، (٢٧,٦%) والتي توجد في وسط وغرب منطقة الدراسة. وتأتي المناطق التي تتعرض للانزياح الأرضية في المرتبة بالمرتبة الثالثة، وتبلغ مساحتها (٢٨) كم^٢ عام ١٩٩٠م و (٤٤) كم^٢ عام ٢٠٢٣ وبنسبة (٦,٦%)، (١٠,٣%)، وتتركز في الأراضي المنحدرة عن السفوح الجبلية. وتغطي التربة مساحة قدرها (١٨) كم^٢ عام ١٩٩٠م و(٤٢) عام ٢٠٢٣م وبنسبة (٤,٢%)، (٩,٨%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. بينما تغطي الأراضي الصخرية مساحة تبلغ (٨) كم^٢ عام ١٩٩٠م و(٢٣) عام ٢٠٢٣م وبنسبة (١,٩%)، (٥,٤%) والظاهرة في المناطق الجبلية العالية وجنوب غرب وجنوب شرق الخريطة، في حين تغطي المياه (١) كم^٢ عام ١٩٩٠م و(٢) كم^٢ عام ٢٠٢٣م وبنسبة (٠,٢%)، (٠,٥%).

خريطة ٢: خريطة الغطاء الارضي في منطقة الدراسة



مصدر: نتيجة عملية التصنيف للمرنات الفضائية لمنطقة الدراسة.

جدول ٣: الغطاء الأرضي (مساحات ونسبة مئوية) في منطقة الدراسة للسنوات (١٩٩٠، ٢٠٢٣)

النسبة المئوية %		المساحة /كم ^٢		الغطاء الأرضي
٢٠٢٣	١٩٩٠	٢٠٢٣	1990	
١٠,٣	٦,٦	٤٤	٢٨	انهيارات الارضية (Landslide - LS)
٥,٤	١,٩	٢٣	٨	الأراضي الصخرية (Rock - R)
٩,٨	٤,٢	٤٢	١٨	التربة (Soil - S)
٢٧,٦	٢٢,٧	١١٨	٩٧	الحشائش (Grass - G)
٤٦,٤	٦٤,٤	١٩٨	٢٧٥	الغابات (Forest - F)
٠,٥	٠,٢	٢	١	المسطحات المائية (Water - W)
١٠٠	١٠٠	٤٢٧	٤٢٧	المجموع

مصدر: خريطة (٢).

٤,٣. التغيير المساحي لأنواع الغطاء الأرضي

يتبين من ملاحظة الجدول (٤) والشكل (٢) أن تغييرات كبيرة تحدث في أنماط الغطاء الأرضي للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣) أي خلال ٣٤ سنة، وفيما يأتي سرد لهذه التغييرات والنسب:

أ. الغطاء الغابي: وصل معدل نسبة التغيير (- ٢٨%)؛ إذ قلصت مساحتها من (٢٧٥) كم^٢ عام ١٩٩٠ إلى (١٩٨) كم^٢ عام ٢٠٢٣؛ وهذا يرجع إلى استنزاف الغابات كالرعي الجائر، وقطع الأشجار، وحرائق الغابات، فضلاً عن التغييرات المناخية بصورة عامة، وكل هذه العوامل أدت إلى تقليل مساحة الغابات وتغيير نوعيتها.

ب. الأراضي الحشائشية: تقدر نسبة التغيير ب(٢٢%)، إذ ارتفعت مساحتها من (٩٧) كم^٢ في عام ١٩٩٠ إلى (١١٨) كم^٢ في عام ٢٠٢٣.

ت. الأراضي الصخرية: ازدادت مساحتها من (٨) كم^٢ في عام ١٩٩٠ إلى (٢٣) كم^٢ في عام ٢٠٢٣، ووصلت نسبة التغير إلى (١٨٨%)، ويعود هذا إلى نشاطات الإنسان المختلفة من أجل توفير مواد البناء ولاسيما ما يتعلق بقطع الصخور للبناء؛ إذ أصبحت الحاجة إلى مواد البناء ضرورة ملحة، فضلا عن أن تراجع مساحات الاشجار في مناطق الجبلية يؤدي الى إظهار الصخور.

ث. التربة: بلغت نسبة التغير (133%) إذ ارتفعت مساحتها لتصبح (٤٢) كم^٢ في عام ٢٠٢٣ بعد ما كانت (١٨) كم^٢ في عام ١٩٨٩.

ج. المياه: بلغت نسبة التغير (١٠٠%)، إذ ازدادت مساحتها من (١) كم^٢ عام ١٩٩٠ إلى (٢) كم^٢ عام ٢٠٢٣، يرجع سبب ذلك إلى إنشاء العديد من السدود الترابية في منطقة الدراسة.

ح. الانهيارات الأرضية: وصلت نسبة التغير في مساحة الأراضي المعرضة للانهيارات الأرضية إلى (٥٧%) وهي نسبة عالية جدا، فقد ازدادت مساحتها من (٢٨) كم^٢ عام ١٩٩٠ إلى (٤٤) كم^٢ عام (٢٠٢٣). هذا التوسع كان على حساب المناطق الغابية بالمرتبة الأولى والحشائش والمناطق الصخرية.

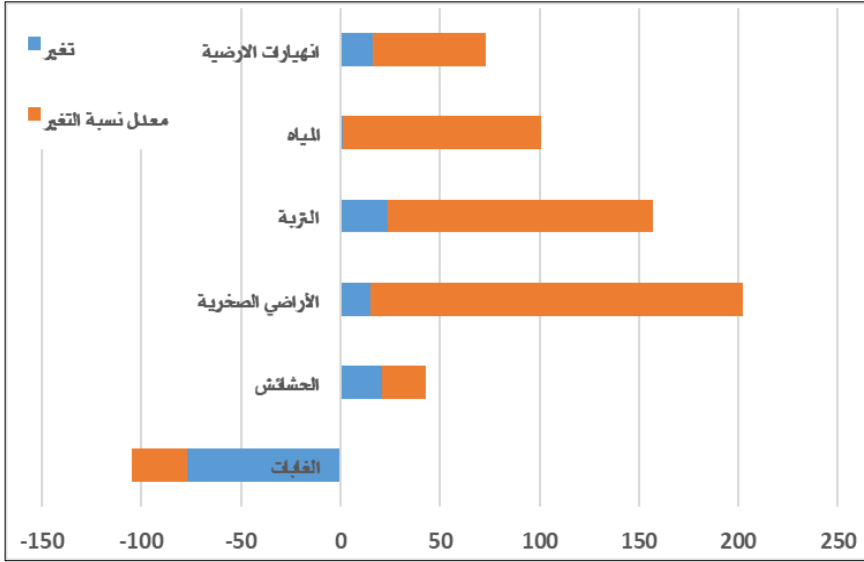
الجدول ٤: التغير ومعدل نسبة التغير في مساحة الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة بين عام (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)

معدل نسبة التغير** %	التغير في المساحة* كم ^٢	غطاء الارضي
٥٧	١٦	انهيارات الارضية
١٣٣	٢٤	تربة
١٨٨	١٥	مناطق الصخرية
٢٢	٢١	حشائش
٢٨ _	٧٧ _	غابات
١٠٠	١	مسطحات المائية

مصدر: جدول (٣).

* التغير في المساحة (مساحة الغطاء الأرضي ١٩٩٠ - مساحة الغطاء الأرضي ٢٠٢٣)
** معدل نسبة التغير ((التغير في المساحة/مساحة الغطاء الأرضي ١٩٩٠) (١٠٠)

الشكل ٢: تغير ومعدل نسبة التغير الغطاء الأرضي



مصدر: الجدول (٤)

٤,٤ . اتجاهات التغير في الغطاء الأرضي من 1990 إلى ٢٠٢٣

الجدول (٥) يبين تحولات المساحة لأنماط الغطاء الأرضي للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣) في المنطقة. بينما تشير خريطة (٣) إلى تغير الغطاء الأرضي، ويمكننا ملاحظة ما يلي:-

أ. بلغت مساحة أنماط الغطاء الأرضي الذي يبقى مستقرا (No change) وبدون أي تغير للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣) (٢٢٥,٧٤) كم^٢ ونسبة (٥٣%) من المساحة الكلية للمنطقة.

ب. تحولت أكبر مساحة للغابات في المنطقة من بين أنماط الغطاء الأرضي حيث يقدر ب(١١٧) كم^٢ ومنها (70.82) كم^٢ تحول إلى حشائش و(١٦,٣٨) كم^٢ تحول إلى التربة و(١٥,٩٤) كم^٢ تحول إلى انهيارات أرضية، أي أن الاتجاهات تحدث في أراضي الغابات و(١١,٩٦) كم^٢ إلى الأراضي الصخرية و(٠,٦٧) كم^٢ تحول إلى مسطحات مائية.

ت. يقدر تحول أراضي الحشائش ب(٥٩) كم^٢ إلى أنماط أخرى، وهو يعد ثاني أكبر تغير، إذ إن (٣٦,٥٥) كم^٢ قد تحول إلى الغابات و(١١,١٦) كم^٢ تحول إلى الانهيارات الأرضية و(٦,٥٧) كم^٢ تحول إلى التربة، و(٣,٤١) كم^٢ تحول إلى الأراضي الصخرية و(٠,٨٥) كم^٢ تحول إلى المسطحات المائية.

ث. تحول (١٤) كم^٢ من الانهيارات الأرضية إلى الأنماط الأخرى، إذ إن الحشائش احتوت (٥,٦٦) كم^٢ من مساحتها، و(٣,٤٨) كم^٢ تحول إلى الغابات و(٢,٦٥) كم^٢ تحول إلى التربة و(١,٤٢) كم^٢ إلى المناطق الصخرية و(٠,١٤) كم^٢ تحول إلى مسطحات مائية.

ج. قدرت مساحة التربة المتحولة إلى أنواع الأخرى ب(٥) كم^٢، إذ إن الحشائش حصلت على أكبر مساحة قُدِّرَت ب(١,٤٣) كم^٢ من مساحة الحشائش، وحصلت المناطق الصخرية على مساحة يقدر ب(١,٣٩) كم^٢ وحصلت الانهيارات الأرضية على (١,٢٧) كم^٢ واحتوت الغابات (٠,٤٦) كم^٢ وحصلت المسطحات المائية على (٠,١٥) كم^٢ من المساحة المتغيرة للتربة.

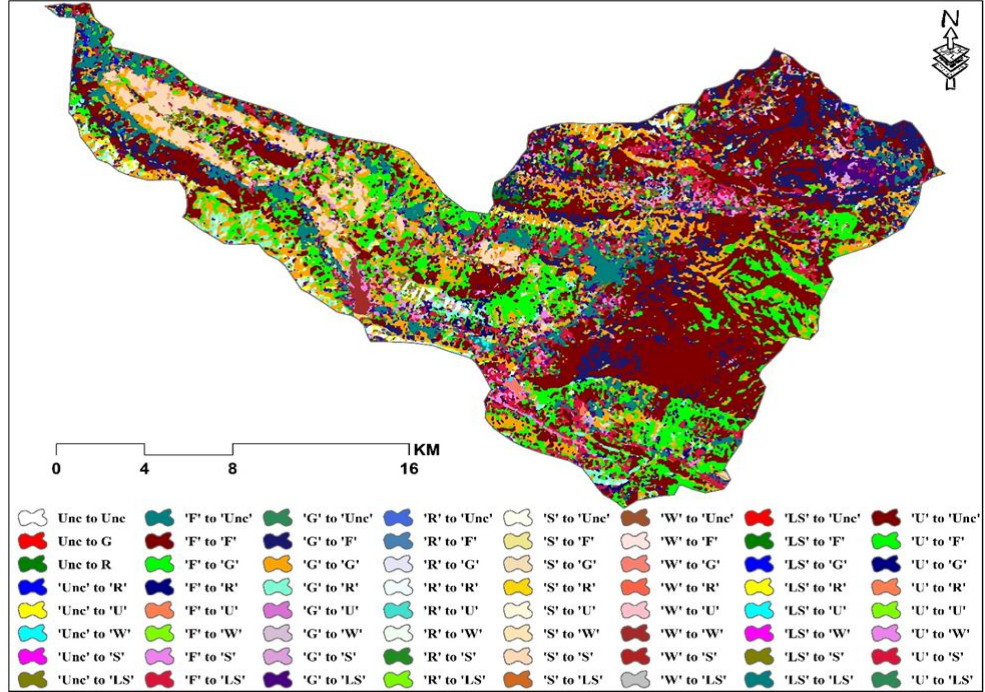
ح. تحولت (٤) كم^٢ من الأراضي الصخرية إلى الأنواع الأخرى، إذ تحولت يقدر ب(١,٦٥) كم^٢ إلى التربة و(٠,٩١) كم^٢ إلى انهيارات و(٠,٧) كم^٢ إلى حشائش و(٠,١٨) كم^٢ إلى غابات، و(٠,١٩) كم^٢ إلى مسطحات المائية.

الجدول ٥: تغيرات (تحولات) الغطاء الأرضي (بالكيلومترات) بين عام (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)

مجموع	١٩٩٠					الغطاء الأرضي
	غابات	حشائش	مناطق الصخرية	تربة	انهيارات	
٤٤	١٥,٩٤	١١,١٦	٠,٩١	١,٢٧	١٣,٩٥	انهيارات
٤٢	١٦,٣٨	٦,٥٧	١,٦٥	١٢,٢٨	٢,٦٥	تربة
٢٣	١١,٩٦	٣,٤١	4.4	١,٣٩	١,٤٢	مناطق الصخرية
١١٨	٧٠,٨٢	٣٨,٠٤	٠,٧٠	١,٤٣	٥,٦٦	حشائش
١٩٨	١٥٧,٠٧	٣٦,٥٥	٠,١٨	٠,٤٦	٣,٤٨	غابات
٢	٠,٦٧	٠,٨٥	٠,١٩	٠,١٥	٠,١٤	مسطحات المائية
	٢٧٥	٩٧	٨	١٨	٢٨	مجموع
	١١٧	٥٩	٤	٥	١٤	تغير في الصنف
	٧٧-	٢١	١٥	٢٤	١٦	اختلاف الصورة

مصدر: نتائج عملية مراقبة التغيرات (Change Detection) بين سنوات (١٩٩٠ - ٢٠٢٣) في برنامج (ENVI 5.1)

خريطة ٣: تغيرات (تحولات) تبين تحولات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)



مصدر: اعتمادا على نتائج عملية مراقبة التغيرات (Change detection) بين المرئيتين (١٩٩٠) و(٢٠٢٣).

٤,٥ . تغير المساحي للانهيارات الارضي

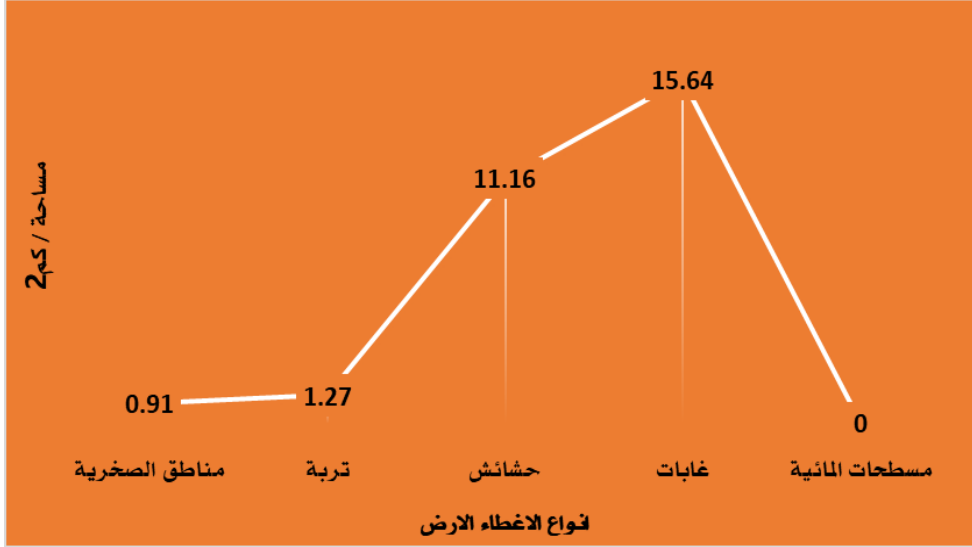
ازدادت مساحة الأراضي المعرضة للانهيارات الأرضية في المنطقة كما أشرنا إليه سابقا من (٢٨) كم^٢ عام ١٩٩٠ إلى (٤٤) كم^٢ عام ٢٠٢٣. وهذه زيادة على حساب أنماط الغطاء الأرضي، كما يبين في الجدول (٥)، والشكل (٣)، والخريطة (٤). يمكننا ملاحظة تغير مساحة الانهيارات الأرضية بالنقاط الآتية:-

جدول ٦: مساحات متحولة للغطاء الارضي الى انهيارات الارضية بين عام (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)

الغطاء الأرضي	المساحة المتغيرة إلى انهيارات / كم ^٢
ترية	1.27
مناطق الصخرية	0.91
حشائش	11.16
غابات	15.64
مسطحات المائية	٠

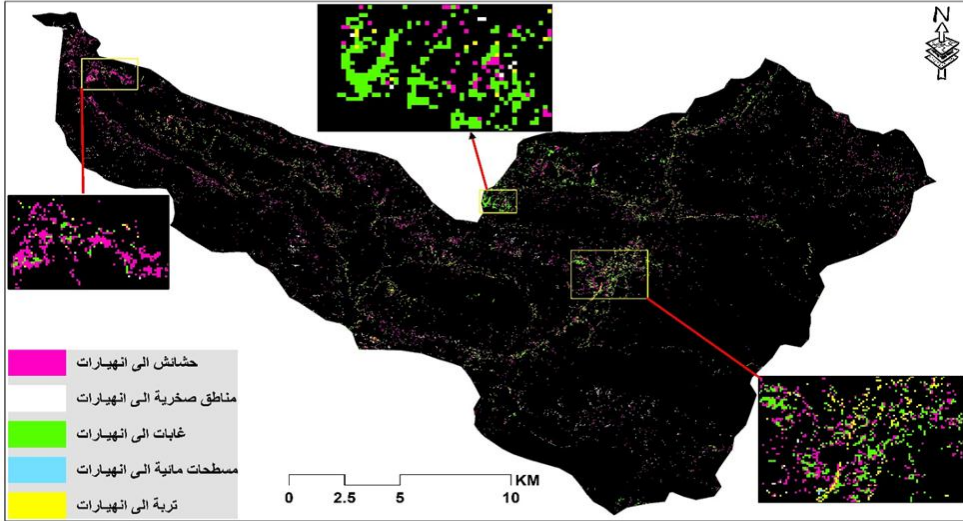
مصدر: جدول (٥)

الشكل ٢: مساحات الغطاء الأرضي المتحوّلة إلى انهيارات أرضية



مصدر: جدول (٦)

خريطة ٤: تحول الغطاء الأرضي إلى انهيارات أرضية بين عام (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)



مصدر: الخريطة (٣)

أ. تحول أكبر مساحة من الغطاء الغابي يقدر بـ(١٥,٦٤) كم^٢ إلى انهيارات أرضية. تعد الأشجار أحد أهم العوامل التي تساعد على تثبيت السفوح؛ إذ إن وجود شبكة جذرية كثيفة معرضة للأشجار تمتد في مكونات التربة ذات أعماق مختلفة يساعد على تماسك التكوينات

الهشة والفتاتية. إن استنزاف الغابات الناتج عن الجفاف والحرائق الغابات وقطع الأشجار والرعي الجائر في المنطقة الدراسة يسهم في ازدياد خطر الانزلاقات الأرضية. إلا أن هناك بعض الأشجار ذات الجذور الكبير الموجود في مناطق السفوح الشديدة في منطقة الدراسة تؤدي أثرا كبيرا في تسريع عملية الانهيارات، حيث تنمو جذورها داخل مفاصل وشقوق الصخور الموجودة فيها؛ وهذا يؤدي إلى توسعها؛ مما يؤدي إلى انهيارها مع الزمن.

ب. تحول يقدر (١١,١٦) كم^٢ من أراضي الحشائش إلى انهيارات الأرضية للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)، إن الرعي الجائر وقطع المنحدرات من أجل مد الطرق في المنطقة يسبب في تدهور التربة وقلة تماسكها وحفاظها على نمو النباتات فيها خاصة في المناطق المنحدرة والتلال، وهذا يسبب انهيار الأراضي.

ت. تحول التربة إلى الانهيارات يقدر ب(١,٢٧) كم^٢ خاصة في غربي المنطقة، إن منطقة الدراسة ضمن المنطقة الجبلية، لذا تعاني أراضيها كثيرا من انجراف التربة.

ث. تحولت يقدر (٠,٩١) كم^٢ من مناطق الصخرية إلى انهيارات الأرضية.

٥. الاستنتاجات.

بعد دراسة الانهيارات الأرضية وتحليل النتائج التي تم التوصل إليها خلال الدراسة وإجراء التحليلات المكانية، انتهى البحث إلى النتائج الآتية:-

أ. بينت نتائج الدراسة فاعلية تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة تغير الغطاء الأرضي والانهيارات الأرضية، وإنتاج خرائط دقيقة للغطاء الأرضي.

ب. أظهرت نتائج عملية تقدير دقة التصنيف للمريثات الفضائية أن هناك تفاوتاً واختلافاً في الدقة الكلية لتصنيف المريثات المصنفة ١٩٩٠ بدقة (٨٩%) بدقة (٢٠٢٣) بدقة (٩٢%).

ت. أظهرت النتائج أن هناك تغيراً واضحاً في أنواع الغطاء الأرضي بمنطقة الدراسة ما بين سنة ١٩٩٠ إلى سنة ٢٠٢٣، إن أنواع الغطاء الأرضي قد تباينت في الزيادة والانخفاض في منطقة الدراسة؛ فقد ازدادت مساحة الانهيارات الأرضية بقدر (١٦) كم^٢ وبنسبة تغير (٥٧%)، وازدادت مساحة جميع الغطاءات الأخرى، بينما تقلصت مساحة الغابات إلى (- ٧٧) كم^٢ بمعدل (- ٢٨).

ث. تبين نتائج الدراسة بأن جميع أنماط الغطاء الأرضي ماعدا المياه تعرضت للانهيارات الأرضية للمدة (١٩٩٠ - ٢٠٢٣)، إذ حدث تحول كبير في الغابات يقدر ب(١٥,٦٤) كم إلى انهيارات أرضية. فقد تحول قرابة (١١,١٦) كم^٢ من الحشائش.

٦. المصادر

1. Huabin, W., Gangjun, L., Weiya, X. and Gonghui, W., 2005. GIS-based landslide hazard assessment: an overview. *Progress in Physical geography*, 29(4), pp.548-567.
2. Crozier, M.J. and Glade, T., 2005. Landslide hazard and risk: issues, concepts and approach. *Landslide hazard and risk*, pp.1-40.
3. Sassa, K., Fukuoka, H., Wang, F. and Wang, G. eds., 2006. *Landslides: risk analysis and sustainable disaster management*. Springer Science & Business Media.
4. Abdurazzag, Mohamed Mustafa, 1996, *Satellite Remote Sensing Monitoring the Urban Growth in Tripoli –Libya*, A dissertation submitted to the University of Dundee in Partial fulfillment of the requirements for MSc in Remote Sensing, Image Processing and Applications, p24.
٥. فؤاد عبد العزيز سليمان، م. and محمد، ٢٠١٤. الأخطار الجيومورفولوجية للانهيارات الأرضية في منطقة الحرم المكي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. *المجلة العلمية بكلية الآداب*، ٢٠١٤ (٢٧)، pp.896-950.
٦. حسين كاظم عبدالحسين، ٢٠١٧، *تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بينجوين، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)*، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.
٧. الحسن، عصمت محمد، *معالجة الصورة الرقمية في الاستشعار عن بعد*، ٢٠٠٧، ص ٤٤.
٨. حسين كاظم عبد الحسين، ٢٠١٧. *تحديد الاستخدامات البشرية لمنحدرات قضاء كويسنجق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد*. *Journal of Education College* Wasit University, 2(25), pp.747-788.
9. Manisha, B., Sumeeta, K., Neelam, T., Tripta, K., Palash, S., Nancy, M. and Meera, S., 2012. Is routine medical examination of food handlers enough to ensure food safety in hospitals?. *The Journal of communicable diseases*, 44(3), pp.139-44.

10. Asokan, A. and Anitha, J.J.E.S.I., 2019. Change detection techniques for remote sensing applications: A survey. *Earth Science Informatics*, 12, pp.143–160.
11. Patil, M.B., Desai, C.G. and Umrikar, B.N., 2012. Image classification tool for land use/land cover analysis: A comparative study of maximum likelihood and minimum distance method. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2(3), pp.189–196.
12. Foody, G.M., 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of environment*, 80(1), pp.185–201.

٧. الملاحق

ملحق ١: دقة التصنيف للمرئية المصنفة عام ١٩٩٠

Overall Accuracy = (1686/1892) 89.1121%					
Kappa Coefficient = 0.8610					
Ground Truth (Pixels)					
Class	Landslide	Rock	Grass	Forest	Water
Unclassified	0	0	0	0	0
Landslide	145	0	1	0	2
Rock	28	159	1	26	0
Grass	3	0	125	0	1
Forest	0	2	90	568	2
Water	0	0	0	0	458
Soil	0	0	0	0	5
Total	176	161	217	594	468
Ground Truth (Pixels)					
Class	soil	Total			
Unclassified	0	0			
Landslide	1	149			
Rock	0	214			
Grass	34	163			
Forest	10	672			
Water	0	458			
Soil	231	236			
Total	276	1892			
Ground Truth (Percent)					
Class	Landslide	Rock	Grass	Forest	Water
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Landslide	82.39	0.00	0.46	0.00	0.43
Rock	15.91	98.76	0.46	4.38	0.00
Grass	1.70	0.00	57.60	0.00	0.21
Forest	0.00	1.24	41.47	95.62	0.43
Water	0.00	0.00	0.00	0.00	97.86
Soil	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ground Truth (Percent)					
Class	soil	Total			
Unclassified	0.00	0.00			
Landslide	0.36	7.88			
Rock	0.00	11.31			
Grass	12.32	8.62			
Forest	3.62	35.52			
Water	0.00	24.21			
Soil	83.70	12.47			
Total	100.00	100.00			
Commission Omission					
Class	Commission (Percent)	Omission (Percent)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)	
Landslide	2.68	17.61	4/149	31/176	
Rock	25.70	1.24	55/214	2/161	
Grass	23.31	42.40	38/163	92/217	
Forest	15.48	4.38	104/672	26/594	
Water	0.00	2.14	0/458	10/468	
Soil	2.12	16.30	5/236	45/276	
Prod. Acc. User Acc.					
Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Percent)	Prod. Acc. (Pixels)	User Acc. (Pixels)	
Landslide	82.39	97.32	145/176	145/149	
Rock	98.76	74.30	159/161	159/214	
Grass	57.60	76.69	125/217	125/163	
Forest	95.62	84.52	568/594	568/672	
Water	97.86	100.00	458/468	458/458	
Soil	83.70	97.88	231/276	231/236	

ملحق ٢: دقة التصنيف للمرئية المصنفة عام ٢٠٢٣

Overall Accuracy = (1419/1540) 92.1429%
Kappa Coefficient = 0.9023

Class	Ground Truth (Pixels)				
	Landslide	Soil	Rock	Grass	Forest
Unclassified	0	0	0	0	0
Landslide	134	0	0	1	0
Soil	0	210	0	16	0
Rock	9	0	104	89	0
Grass	0	1	0	161	1
Forest	0	0	0	4	439
Water	0	0	0	0	0
Total	143	211	104	271	440

Class	Ground Truth (Pixels)	
	Water	Total
Unclassified	0	0
Landslide	0	135
Soil	0	226
Rock	0	202
Grass	0	163
Forest	0	443
Water	371	371
Total	371	1540

Class	Ground Truth (Percent)				
	Landslide	Soil	Rock	Grass	Forest
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Landslide	93.71	0.00	0.00	0.37	0.00
Soil	0.00	99.53	0.00	5.90	0.00
Rock	6.29	0.00	100.00	32.84	0.00
Grass	0.00	0.47	0.00	59.41	0.23
Forest	0.00	0.00	0.00	1.48	99.77
Water	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Class	Ground Truth (Percent)	
	Water	Total
Unclassified	0.00	0.00
Landslide	0.00	8.77
Soil	0.00	14.68
Rock	0.00	13.12
Grass	0.00	10.58
Forest	0.00	28.77
Water	100.00	24.09
Total	100.00	100.00

Class	Commission	Omission	Commission	Omission
	(Percent)	(Percent)	(Pixels)	(Pixels)
Landslide	0.74	6.29	1/135	9/143
Soil	7.08	0.47	16/226	1/211
Rock	48.51	0.00	98/202	0/104
Grass	1.23	40.59	2/163	110/271
Forest	0.90	0.23	4/443	1/440
Water	0.00	0.00	0/371	0/371

Class	Prod. Acc.	User Acc.	Prod. Acc.	User Acc.
	(Percent)	(Percent)	(Pixels)	(Pixels)
Landslide	93.71	99.26	134/143	134/135
Soil	99.53	92.92	210/211	210/226
Rock	100.00	51.49	104/104	104/202
Grass	59.41	98.77	161/271	161/163
Forest	99.77	99.10	439/440	439/443
Water	100.00	100.00	371/371	371/371