



المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل The Scientific Journal of King Faisal University

العلوم الأساسية والتطبيقية
Basic and Applied Sciences



Deforestation Trends Analysis and Simulation of Future Deforestation Using GEOMOD Modeling: Jarash and Ajloun Governorates, Jordan

Tha'r Mutlaq Mohammed Ayasrah

Statistics Department, Technical and Vocational Training Corporation, Riyadh, Saudi Arabia

تحليل اتجاهات مساحة الغابات ومحاكاة السيناريو المستقبلي لإزالتها بتطبيق نمذجة جيومود: محافظتي جرش وعجلون في الأردن

ثائر مطلق محمد عياصره

إدارة الإحصاء، مديرية التخطيط والميزانية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الرياض، السعودية

KEYWORDS الكلمات المفتاحية

Deforestation, environmental sustainable, gis, idrisi silva program, land change modeler
إزالة الغابات، الاستدامة البيئية، برنامج الإدرسي سيلفا، نظم المعلومات الجغرافية، نمذجة تغير الأرض

ACCEPTED القبول

09/07/2020

PUBLISHED النشر

01/12/2020



<https://doi.org/10.33757/sj.ges.1871>

ABSTRACT

Forests are of great importance from an environmental perspective. As well as being centres for biodiversity, they affect the climate positively and contain plant germplasm. Furthermore, forests absorb large quantities of gases and air pollutants, and they play a major role in carbon offsets. Thus, the lack of planning in forest exploitation and its destructive consequences are major factors in environmental deterioration. This article aims mainly to analyse forest area trends from 1987–2016, as well as using IDRISI Selva program® models, namely GEOMOD Modeling, to simulate future scenarios of change until the year 2045. The work was conducted using data for the Jerash and Ajloun governorates in Jordan. The results derived from change analysis show that there was an alarming rise in the rate of deforestation during the period spanning 1987–2016. This is a cause for concern as a total of 3.7 km² of forest area has been removed within a mere 29 years, with the annual rate of destruction being 0.127 km². This was a result of both fire and excessive cutting of trees for trade (timber cutting). Furthermore, GEOMOD Modeling results show that the area of forest in 2045 is expected to decrease to 98.85 km², compared to an area of 102.55 km² in 2016, if the current cutting pace remains constant.

المخلص

تعتبر الغابات ذات أهمية كبيرة من الناحية البيئية، وتمثل أهميتها في تأثيرها الإيجابي على المناخ، كذلك تحتوي على معظم الأصول الوراثية للنباتات، وتعد مركزاً مهماً للتنوع الحيوي، كما تعمل على امتصاص كميات كبيرة من الغازات والملوثات الهوائية المختلفة الضارة، بالإضافة إلى دورها في موازنة الكربون، ولهذا فإن عدم التخطيط في استغلال الغابات وما ينتج عنه من تدمير يعد عاملاً مهماً في تدهور البيئة. هدف هذا البحث بشكل رئيسي إلى تحليل اتجاهات مساحة الغابات في الفترة 1987-2016م، ومحاكاة السيناريو المستقبلي للتغير في مساحتها حتى عام 2045م عن طريق تطبيق إحدى نماذج المحاكاة البيئية المتاحة في برنامج الإدرسي سيلفا®، وهي: نمذجة جيومود. وقد جرى تطبيق البحث على محافظتي جرش وعجلون بالأردن. وأظهرت النتائج المستقاة من تحليل التغير أن هناك ارتفاعاً في معدل إزالة الغابات خلال الفترة 1987-2016 بشكل يندرج بالخطر ويدعو إلى القلق، فقد تم إزالة ما مقداره (3.7) كلم² من الأشجار الحرجية في غضون (29) عامًا فقط، وبمعدل (0.127) كلم² سنوياً نتيجة الحرائق والإفراط في قطع الأشجار الحرجية للتجارة (الاحتطاب). كما أظهرت نتائج نمذجة جيومود أن مساحة الغابات في عام 2045م ستتناقص لتصل إلى (98.85) كلم²، مقارنة بمساحتها في عام 2016، حيث تبلغ (102.55) كلم² وذلك في حال استمر الوضع على حاله.

(التجدد الطبيعي) لا يحدث تغير في المساحة الحرجية (FAO, 2010).

1. المقدمة

وضمن هذا السياق، بلغت مساحة الأراضي المسجلة في حراج الأردن بحسب أرقام وزارة الزراعة لعام 2014م (مليون و270) ألف دونم، منها (490) ألف دونم تحريج اصطناعي؛ أي ما نسبته (1%) من مساحة الأردن الإجمالية البالغة (89.287) كلم² (وزارة الزراعة، 2014). وتعد محافظتي جرش وعجلون شمال الأردن من أكثر المناطق شهرة بالغابات، وأكثرها تعرضاً للإزالة، حيث شهدت الأشجار الحرجية فيها تغيرات كبيرة خلال الفترة الممتدة بين عام 1987 وعام 2016، فقد شهدت تناقصاً تدريجياً في مساحتها جراء الاعتداءات المتكررة التي تتعرض لها بسبب الحرائق والتقطيع الجائر لغايات التجارة أو لاستخدامات التدفئة في فصل الشتاء.

تعد المساحة الحرجية المؤشر الأول للإدارة الحرجية المستدامة في بلد أو إقليم ما، والهدف من رصد مساحة الموارد الحرجية وخصائصها هو فهم ظاهرة إزالة الغابات غير المخطط لها والحد منها، واستعادة أراضي الغابات، بالإضافة إلى إعادة تأهيل الغابات المتدهورة، وتقييم وظيفة امتصاص الكربون المهمة لها (FAO, 2010). ومن السهل نسبياً قياس المساحة الحرجية، حيث لا تزال أكثر الإحصاءات نقلاً عن التقييمات العالمية للموارد الحرجية هي المعدل العالمي لإزالة الغابات، وصافي الخسارة في المساحة الحرجية (United Nations, 2008).

وعليه، فإن الهدف الرئيسي من هذا البحث يتمثل في دراسة اتجاهات التغير في المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون بتطبيق نمذجة تغير الأراضي خلال الفترة (1987-2016)، ومحاكاة التغير في مساحة الغابات حتى عام 2045م في حال استمر الوضع على ما هو عليه من إزالة الغابات عن طريق تطبيق نمذجة الجيومود، وذلك باستعمال برنامج الإدرسي IDRISI Selva 17، وبالنسبة للأسئلة المطروحة في البحث، فيمكن تلخيصها بما يلي، أولاً: ما التغيرات التي طرأت على المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون بين عامي 1987 و2016؟ وثانياً: ما مقدار التغير في المساحة الحرجية المتوقع حتى عام 2045م في حال استمر الوضع على ما هو عليه من إزالة الغابات؟

يمكن أن تقلص المساحة الحرجية من خلال إحدى العمليتين التاليتين: إزالة الغابات والكوارث الطبيعية، حيث تتضمن إزالة الغابات - وهي العامل الأهم بدرجة كبيرة - أن يقوم الناس بإزالة الغابات وتحويل الأراضي إلى استخدامات أخرى، مثل: الزراعة أو إنشاء البنية التحتية (FAO, 2010). وقد تؤدي الكوارث الطبيعية - ولا سيما الناجمة عن تغير المناخ- أيضاً إلى تدمير الغابات، مثل: الحرائق، والجفاف، والأعاصير والعواصف الثلجية، والانهبارات الأرضية، وانتشار الأنواع الغازية، وتفشي الحشرات والأمراض، حيث سيكون لها حتماً آثار واسعة النطاق على تكوين وتركيب الغابات ووظائفها (Dale et al., 2001).

يمكن زيادة المساحة الحرجية بطريقتين: إما عن طريق التحريج (أي غرس أو بذر الأشجار على الأراضي التي لم تكن غابات في السابق)، أو من خلال التوسع الطبيعي للغابات (على سبيل المثال على الأراضي الزراعية المهجورة، وهي عملية شائعة جداً في بعض البلدان الأوروبية). وعندما يتم قطع جزء من أشجار الغابة تتم إعادة زراعتها (وهو ما يعرف بإعادة التحريج) أو عندما ينمو هذا الجزء من تلقاء نفسه مرة أخرى في غضون فترة قصيرة نسبياً

2. منطقة الدراسة

تقع محافظتي جرش (E 20.16' 35°، N 36.84' 32°) وعجلون (E 8' 35°، N 13' 32°) ضمن مناطق طبيعية في الشمال الغربي للأردن، الشكل رقم (1). وتتميز بالطبيعة الجبلية المتباينة الارتفاع ومخزونها

فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام نموذج جيومود للتنبؤ بالمناطق التي من المرجح أن تتغير من غابات (طبقة 1) وتتحول إلى أراضي أخرى غير الغابات (طبقة 2) وذلك خلال فترة زمنية معينة، ويمكن تطبيق المحاكاة زمنياً إما إلى الأمام أو الوراء.

وتستند المحاكاة على تحديد زمن البداية وزمن النهاية وزمن المحاكاة، حيث يقوم النموذج بحساب كمية التغير الحاصلة بين الطبقتين على شكل عُنصورات (أصغر نقطة للصورة) Quantities of Pixels في وقت النهاية.

ويستخدم النموذج عادة في تحليل فعالية مشاريع الحماية Conservation Projects (Pontius et al., 2009) فقد طُبّق كثيرًا لتحليل السيناريوهات الأساسية لإزالة الغابات من أجل مشاريع موازنة الكربون، وتتفق النسخة المستخدمة في برنامج الإدرسي سيلفا مع إصدارات النموذج التي نشرت تحت مسميات Geomod1 و Geomod2 لعام 1994.

وتتمثل مخرجات نموذج جيومود GEOMOD الأساسية بصورة ثنائية تظهر محاكاة طبقات استخدام الأراضي 1 و 2 في وقت البداية ووقت النهاية الذي جرى تحديده.

ويمكن أيضاً إنشاء صور استعمالات الأرض لفترات مرحلية. وفي حال تم تحديد خيار الأثر البيئي، فإن صور إضافية يمكن أن تتولد لإظهار التأثير في كل مرحلة زمنية والأثر التراكمي كنتيجة لصورة استخدام الأراضي التي تم محاكاتها.

ويمكن لنموذج جيومود إنشاء خريطة ملائمة بناء على معايير فرعية بحيث تشير القيم المرتفعة نسبياً للمواقع إلى درجة ملائمة عالية وبالعكس تشير القيم المنخفضة نسبياً إلى درجة ملائمة متدنية.

طُبِّقت نمذجة الجيومود GEOMOD على نحو واسع في عدد من الدراسات، ومراجعات سابقة شاملة تمثل هذه النمذجة يمكن أن توجد في دراسات: (Pontius and Malanson, 2005)؛ (Echeverria et al., 2008)؛ (Regmi et al., 2014)، ودراسة (Sloan and Pelletier, 2012).

4. منهجية البحث

4.1. أساليب التحليل:

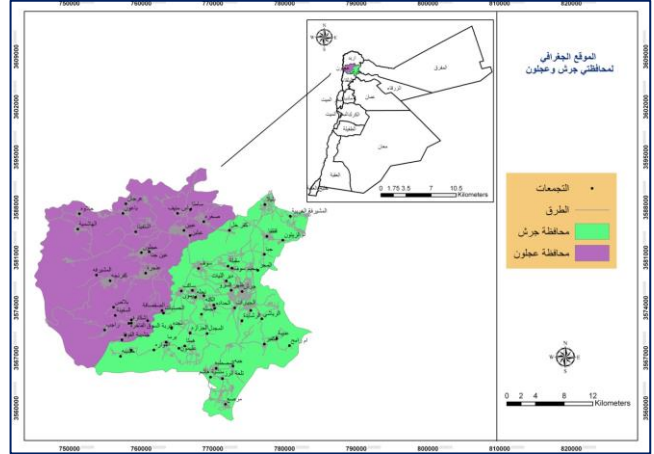
يتكامل هذا البحث مع برنامج الإدرسي وتقنية نظم المعلومات الجغرافية، حيث يتيح برنامج الإدرسي إمكانية تطبيق نمذجة تغير الأرض للاستدامة البيئية Land Change Modeler (LCM) for Ecological Sustainability وذلك لقياس التغير الحاصل في مساحة الغابات في محافظتي جرش وعجلون خلال الفترة (1987-2016)، ومحاكاة التغير في مساحتها حتى عام 2045م في حال استمر الوضع على ما هو عليه من إزالة للغابات وذلك عن طريق تطبيق نمذجة الجيومود GEOMOD. وللتثبت من صحة خريطة المحاكاة، طُبِّق البحث أداة التحقق validate المتاحة ضمن أدوات تحليل نظم المعلومات الجغرافية الإحصائية في برنامج الإدرسي، وذلك بالاعتماد على مؤشر كوهين كبا Cohen's Kappa.

4.2. الافتراضات أو المسلمات البحثية (Assumptions):

- إن إزالة الغابات في المستقبل يفترض أن يكون أولاً في الموقع المكاني (= "بكسل" أو "خلية الشبكة pixel or grid cell) الذي يوجد فيه أعلى قيمة لمخاطر إزالة الغابات.
- إن إزالة الغابات لا يتم بصورة عشوائية بل ظاهرة تحدث في المواقع التي لديها مزيج من السمات الاقتصادية والجيوفيزيائية الجاذبة بشكل بارز لقطاعي الأشجار الحرجية. فعلى سبيل المثال، الغابات التي تقع على التربة الخصبة والأراضي المسطحة ذات الميل المنخفض، والقريبة من الطرق والأسواق من المرجح أن تكون أكثر عرضة لخطر الإزالة من الغابات التي تقع على تربة فقيرة، أو منحدر حاد، أو بعيدة عن الطرق والأسواق. فهي تعتبر بمثابة المتغيرات المكانيّة المرشحة في حدوث ظاهرة إزالة الغابات Spatial Predisposing (SDV) أو العوامل المهينة Predisposing Factors.

من الأشجار الحرجية الكثيفة وغابات اللزاب والسنديان (Oaks and Pine Forests)، وهي تتوسط محافظتي العاصمة وإربد، وتبلغ مساحة محافظة جرش (402) كم²، وتشكل الغابات (9.5%) من هذه المساحة، وتتراوح الارتفاعات فيها من (300 إلى 1250 متر فوق مستوى البحر)، ويبلغ معدل الهطول المطري فيها (422) ملم سنوياً. أما محافظة عجلون فتبلغ مساحتها (420) كلم²، وتشكل الغابات (16.2%) من هذه المساحة، ويبلغ معدل الهطول المطري فيها (750) ملم سنوياً. ويسود المحافظتين بشكل عام مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط؛ بارد شتاءً ومعتدل صيفاً. وتشتهر بزراعة الزيتون والتين والعنب وغيرها من الأشجار المثمرة، كما أنها تشتهر بغاباتها الكثيفة الممتدة من ديبين في جرش إلى برقش في عجلون، والتي تغطي جزءاً من مناطقها (وزارة التخطيط، 2015).

الشكل (1) الموقع الجغرافي لمحافظة جرش وعجلون



3. الخلفية النظرية والدراسات السابقة

يمكن من خلال برنامج الإدرسي قياس التغير الحاصل بين طبقتين من خرائط الغطاء الأرضي خلال فترتين من الزمن عن طريق الأداة تحليل التغير Change Analysis ضمن نمذجة تغير الأرض Land Change Modeler (LCM)، حيث تعبر التغيرات خلال الفترتين عن حجم الانتقال الحاصل، ومن المرجح مع وجود العديد من طبقات الغطاء الأرضي أن تكون التحولات كبيرة جداً. وتوفر لوحة تحليل التغير في برنامج الإدرسي ثلاثة رسومات بيانية لإظهار مدى التغير الحاصل في الغطاء الأرضي بين اثنين من خرائط الغطاء المحددة، ويمكن مشاهدة هذه الرسوم البيانية في مجموعة متنوعة من وحدات القياس (خلايا، هكتار، كم مربع، فدان، ميل مربع، % من التغير، % من المساحة). ويلاحظ أن أي تغيير في وحدات القياس سوف ينعكس على الرسم البياني أيضاً، والعكس بالعكس. كما يمكن عن طريق تطبيق خيار الاتجاه المكاني للتغير Spatial Trend of Change تعيين أفضل الاتجاهات السطحية متعددة الحدود الملائمة إلى نمط التغير (Eastman et al., 2005).

وقد طُبِّقت العديد من الدراسات تحليل التغير في الغطاء الحرجي وتعرف أهم أسباب إزالة الغابات، أمثال: دراسة (United Nations, 1996)؛ (Kaimowitz and Angeles, 1998)؛ (Contreras-Hermosilla, 2000)؛ (Armenteras et al., 2003)؛ (Fitzsimmons, 2003)؛ (Millington et al., 2003)؛ (Tchir et al., 2004)؛ (Sakieh and Salmanmahiny, 2016).

يتيح برنامج الإدرسي إمكانية تطبيق نمذجة جيومود GEOMOD Modeling وهي نمذجة تغير استعمالات الأراضي التي تحاكي التخصيص المكاني للتحولات التي تحدث من طبقة استعمالات أراضي إلى طبقة أخرى (Pontius et al., 2001; Pontius and Malanson, 2005)، ويحاكي النموذج بالضبط التغير الحاصل بين طبقتين على شكل صور خلية Raster Images خلال عامين مختلفين مقابل التخصيص المكاني لتغير الأرض (Pontius and Millones, 2011).

4.3. إجراءات إعداد البيانات:

تطلب القيام بإجراء تحليل تغير المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون بين عامي 1987 و2016، ومحاكاة التغير حتى عام 2045: مرئية فضائية Landsat (L4-5 TM) لعام 1987 ومرئية فضائية Landsat (L8 TM) لعام 2016 بنظام إحداثيات WGS 84 / UTM zone 36N، وقد جرى من خلال برنامج ArcMap عمل اقتصاص (Clip) لمنطقة الدراسة، ومن ثم عمل تصنيف غير مراقب لها Unsupervised Classification، وبعد ذلك معالجتها Raster Edit.

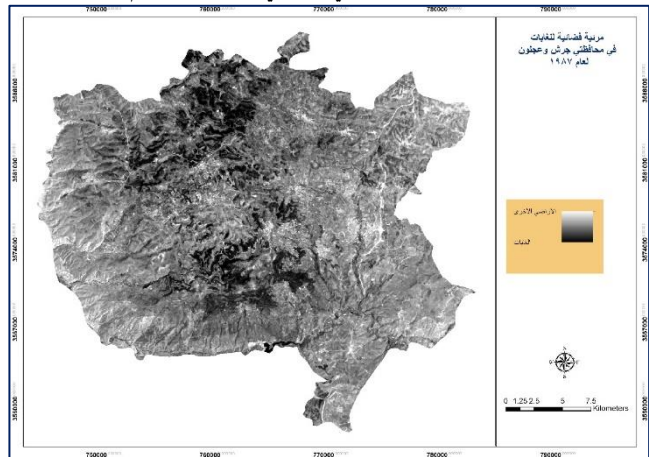
وقد اختبر البحث تقييم دقة خريطة تصنيف الغطاء الأرضي باستخدام برنامج Google Earth كما في دراسة (Tilahun and Teferie, 2015) ودراسة (Jaafari and Nazarisamani, 2013). فقد تم استنباط (85) نقطة عشوائية باستخدام برنامج ArcMap وتحويلها إلى ملف بصيغة kml، ومن ثم جرى التحقق من النقاط العشوائية ومدى مطابقتها على Google Earth لتقييم الدقة، وقد أظهرت النتائج الإحصائية أن الدقة الكلية (accuracy overall) بلغت (88%) في حين بلغت قيمة Kapaa حوالي (83%) وهي مقبولة من حيث درجة الدقة (Tilahun and Teferie, 2015).

تتضمن المرئية الفضائية الطبقات الآتية:

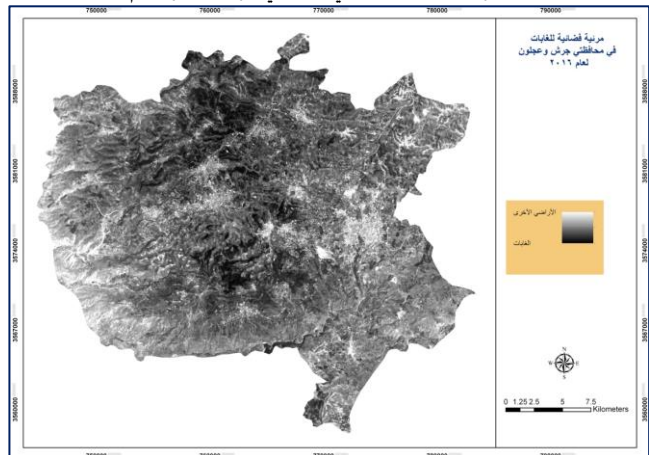
- الغابات، على شكل طبقة مساحية (Polygon).
- الأراضي الأخرى غير الحرجية، على شكل طبقة مساحية.

ويظهر من الشكل (2) مرئية فضائية لمناطق الغابات في محافظتي جرش وعجلون لعام 1987 في حين يظهر الشكل (3) مرئية فضائية لمناطق الغابات لعام 2016.

الشكل (2) مرئية فضائية للغابات في محافظتي جرش وعجلون عام 1987



الشكل (3) مرئية فضائية للغابات في محافظتي جرش وعجلون عام 2016



وبغرض إعداد خريطة مخاطر إزالة الغابات لا بدّ من تحديد المتغيرات

المكانية المرجحة في حدوث ظاهرة إزالة الغابات في المنطقة قيد الدراسة Spatial Proxy Driver Variables (SDV) أو العوامل المهيئة Avoided) Predisposing Factors، وتتمثل أهم هذه العوامل بما يلي (Deforestation Partners, 2009):

- **عوامل المشيد الطبيعي Landscape Factors**، على سبيل المثال: نوع الغطاء النباتي، خصوبة التربة، درجة الانحدار، الارتفاعات، المسافة عن الأنهار والمسطحات المائية الصالحة للملاحة، وكثافة الأشجار الحرجية، وما إلى ذلك (حسب الاقتضاء).
- **البنية التحتية البشرية Human Infrastructure**، على سبيل المثال: المسافة عن الطرق، السكك الحديدية، معامل نشر الأخشاب، والمستوطنات... إلخ (حسب الاقتضاء).
- **حيازة الأراضي الفعلية والإدارة Actual Land Tenure and Management**، على سبيل المثال: الأراضي الخاصة، الأراضي العامة، الأراضي المحمية، والامتياز (الحق الممنوح) لقطع الأشجار ونقلها، وما إلى ذلك (حسب الاقتضاء).

ويتطلب إنتاج خريطة مخاطر إزالة الغابات الحصول على البيانات المكانية لكل متغير محدّد، وإنشاء الخرائط الرقمية التي تمثّل المعالم المكانية لكل متغير. إن بعض النماذج مثل نموذج الجيومود GEOMOD Model يتطلب إنتاج خرائط المسافة عن المعالم المحددة (على سبيل المثال: المسافة عن الطرق)، أو الخرائط التي تمثّل المتغيرات المستمرة (على سبيل المثال: طبقة الميول)، والمتغيرات الفئوية (على سبيل المثال: طبقات نوعية التربة). وببساطة، يطلق على هذه الخرائط بخرائط العوامل Factor Maps. قد لا تتطلب النماذج الأخرى خرائط العوامل لكل متغير وتحليل جميع المتغيرات وأنماط الإزالة لإنتاج خريطة مخاطر إزالة الغابات.

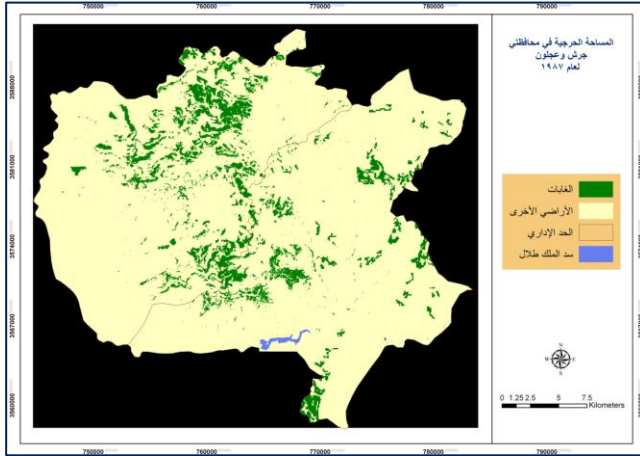
ولإنشاء خرائط العوامل، يستخدم أحد النهجين التاليين (Avoided) (Deforestation Partners, 2009):

- **النهج الإرشادي Heuristic Approach**: يحدّد قيم الدوال Value Functions التي تمثّل احتمال إزالة الغابات بوصفها دالة من المسافة عن المعالم النقطية (مثل: معامل نشر الخشب) أو المعالم الخطية (مثل: الطرق)، أو بوصفها دالة عن المعالم المساحية التي تمثّل طبقات (على سبيل المثال: نوع التربة، والكثافة السكانية) وذلك بناءً على رأي خبير محلي أو مصادر أخرى للمعلومات، ويعدّ أسلوباً مفيداً في تقدير قيم الدوال واستخدام أسلوب الانحدار لتحديد احتمال إزالة الغابات بوصفها دالة من "المسافات".
- **النهج التجريبي Empirical Approach**: يصنّف كل خريطة مسافة على شكل عدد من الفئات الميوية التي تُحدّد مسبقاً (مثل: الفئة 1 = المسافة تتراوح بين 0 و 50 م؛ الفئة 2 = المسافة تتراوح ما بين 50 و 100 م، وما إلى ذلك). وتقدر احتمالية إزالة الغابات كنسبة مئوية من عُنصورات إزالة الغابات خلال فترة التحليل.

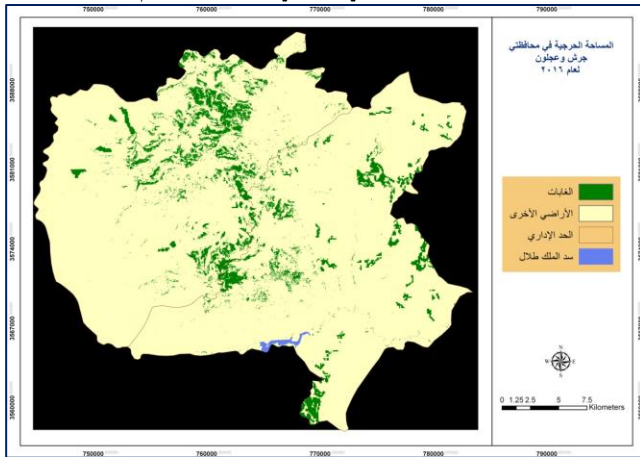
وبغرض استنباط خريطة مخاطر إزالة الغابات في هذا البحث، فقد تمّ الاعتماد على النهج التجريبي، وتحديد عدد من العوامل التي تساهم في ظاهرة إزالة الغابات، وتشمل:

- **القرب من شبكة الطرق**: يسهّل وجود الطرق بالقرب من المناطق الحرجية على قاطعي الأشجار عملية نقلها وتبرير مئات الأطنان من الأشجار المقطوعة. وبالتالي، فإن المناطق الحرجية القريبة من الطرق تكون عرضة أكثر للإزالة مقارنة بالمناطق البعيدة عن شبكة الطرق، وقد جرى تصنيفها طبقاً لمقياس المقارنة المقترح من قبل (Saaty, 1980) في عملية التحليل الهرمي الذي يتكون من تسعة مستويات يتراوح بين (1-9) بحيث تأخذ المناطق الحرجية القريبة من الطرق (9) كونها تمثّل مناطق ذات درجة مخاطر عالية للإزالة، وتندرج القيم كلما ابتعدت المسافة عن الطرق إلى (1) لتمثّل مناطق الحرجية ذات درجة مخاطر متدنية للإزالة.
- **المناطق الحرجية ذات الميل المنخفض**: تسهّل أراضي الغابات المنبسطة ذات الميل المنخفض على قاطعي الأشجار سرعة قطع الأشجار وعملية نقلها. وبالتالي، فإن المناطق الحرجية ذات الميل المنخفض تكون عرضة أكثر للإزالة مقارنة بالمناطق شديدة الانحدار، وقد جرى تصنيفها على مقياس يتراوح بين (1-9) بحيث تأخذ المناطق الحرجية ذات الميل المنخفض (9) كونها تمثّل مناطق ذات درجة مخاطر عالية للإزالة، وتندرج القيم كلما ارتفعت درجة الميل إلى (1) لتمثّل مناطق الحرجية ذات درجة مخاطر متدنية للإزالة.
- **كثافة الأشجار الحرجية**: تكون المناطق الحرجية ذات الكثافة العالية عرضة أكثر للإزالة وذلك لتأثيرها أكثر بالعواصف الثلجية والجرائق، وبالتالي، فإن المناطق الحرجية الكثيفة أكثر ضرراً من المناطق غير الكثيفة، وقد جرى تصنيفها على مقياس يتراوح بين (1-9) بحيث تأخذ المناطق الحرجية الكثيفة (9) كونها تمثّل مناطق ذات درجة مخاطر عالية للإزالة، وتندرج القيم كلما قلت الكثافة إلى (1) لتمثّل المناطق الحرجية ذات درجة

الشكل (6): المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون لعام 1987



الشكل (7) المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون لعام 2016



وبين الجدول (1) اتجاهات مساحة الغابات في محافظتي جرش وعجلون في الفترة (1987-2016) وإجراء مقارنة إحصائية لإظهار التغيرات الحاصلة بينهما.

الجدول (1) اتجاهات مساحة الغابات الطبيعية في الفترة 1987-2016

الغطاء الأرضي	عام 1987 (2 كم ²)	% من (عام 1987)	عام 2016 (2 كم ²)	% من (عام 2016)	الفرق	معدل التغير
الغابات	106.25	%12.9	102.55	%12.5	-3.7	%3.5-
محافظه جرش	38.2	%36	35.94	%35	-2.26	%5.9-
محافظه عجلون	68.05	%64	66.61	%65	-1.44	%2.1-
الاراضي الخري (غير الغابات)	715.75	%87.1	719.45	%87.5	3.7	%0.52
محافظه جرش	363.80	%50.8	366.06	%50.9	2.26	%0.62
محافظه عجلون	351.95	%49.2	353.39	%49.1	1.44	%0.41
المجموع	822	%100.0	822	%100.0		

يظهر من الجدول (1) أن إجمالي مساحة محافظتي جرش وعجلون (822) كلم² أو ما يعادل (82200) هكتار، تغطي الغابات الطبيعية ما مساحته (106.25) كلم²؛ أي نحو (12.9%) من إجمالي المساحة لعام 1987 بضمنها (38.2) كلم² في محافظة جرش و(68.05) كلم² في محافظة عجلون، في حين تغطي الغابات ما مساحته (102.55) كلم²؛ أي نحو (12.5%) من إجمالي المساحة لعام 2016 بضمنها (35.94) كلم² في محافظة جرش و(66.61) كلم² في محافظة عجلون.

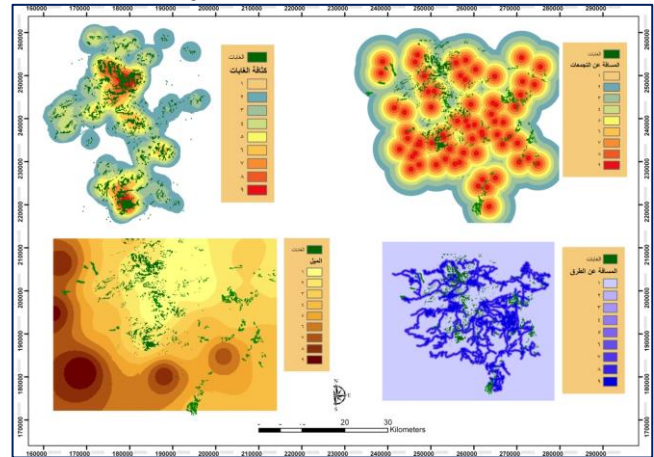
كما يتضح من الجدول ارتفاع معدل إزالة الغابات الطبيعية بشكل يندرج بالخطر، فقد تم تحويل (3.7) كلم² من الغابات الطبيعية إلى استخدامات أخرى في غضون (29) عامًا فقط؛ وبمعدل (0.127) كلم² سنويًا أو ما يعادل (12.7) هكتار، منها (2.26) كلم² في محافظة جرش و(1.44) كلم² في محافظة عجلون وبدل هذا على أن هناك استنزافًا كبيرًا نتيجة قطع الأشجار والحرائق ترتب عليه تدهور وضع الغابات واختلال التنوع البيولوجي فيها.

المخاطر المتدنية للإزالة.

القرب من التجمعات السكانية: الغابات القريبة من التجمعات السكانية ذات الكثافة العالية تكون عرضة للإزالة أكثر من الغابات البعيدة عن التجمعات السكانية، وقد جرى تصنيفها على مقياس يتراوح بين (1-9) بحيث تأخذ المناطق الحرجية القريبة من التجمعات (9) كونها تمثل مناطق ذات درجة مخاطر عالية للإزالة، وتدرج القيم كلما ابتعدت المسافة عن التجمعات إلى (1) لتمثل مناطق الحرجية ذات درجة مخاطر متدنية للإزالة.

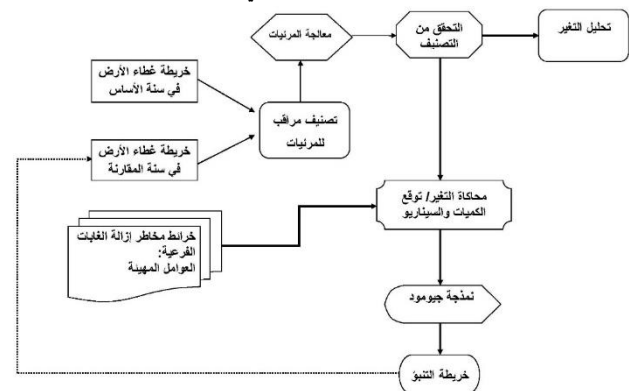
وبين الشكل (4) نتائج تصنيف العوامل المهيمنة: المسافة عن الطرق، المسافة عن التجمعات السكانية، درجة الميول، وكثافة الأشجار الحرجية.

الشكل (4) العوامل المهيمنة مصنفة على مقياس يتراوح بين (1-9)



ويخلص الشكل (5) المنهجية العامة المعتمدة في البحث.

الشكل (5) المنهجية المتبناة في البحث



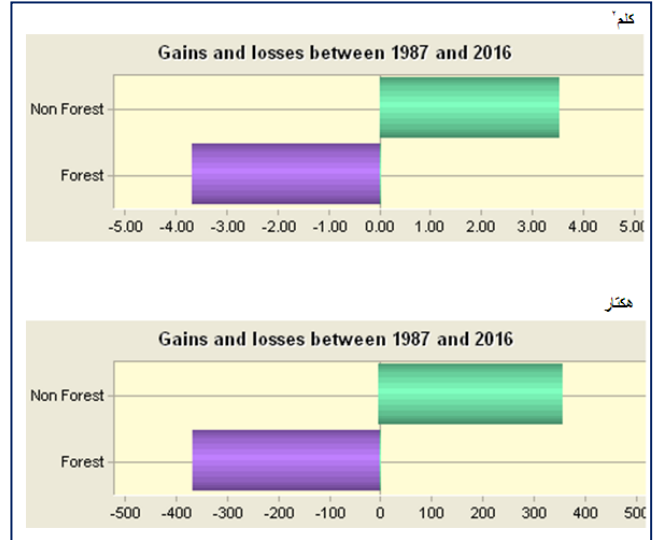
5. النتائج والمناقشة

5.1. تحليل اتجاهات مساحة الغابات في الفترة 2016-1987:

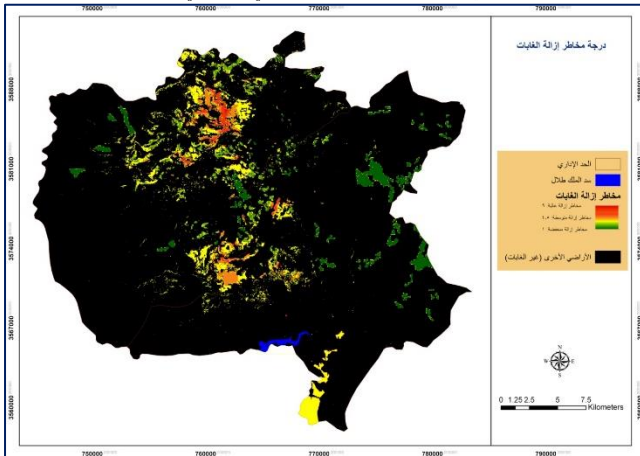
طبق البحث نموذج تغير الأرض لتحليل التغيرات الحاصلة في مساحة الغابات الطبيعية خلال الفترة الممتدة بين عامي 1987 و2016، ويلاحظ من الشكل (6) المساحة الحرجية في محافظتي جرش وعجلون لعام 1987 في حين يظهر الشكل (7) المساحة الحرجية لعام 2016.

ويتيح برنامج الإدرسي عرض التغير الحاصل من طبقة الغابات إلى طبقة الأراضي الأخرى على شكل رسم بياني وبمقاييس متعددة، كما هو مبين في الشكل (8).

الشكل (8): التناقص في طبقة الغابات الطبيعية خلال الفترة 1987-2016.



الشكل (9) خريطة درجة مخاطر إزالة الغابات في محافظتي جرش وعجلون

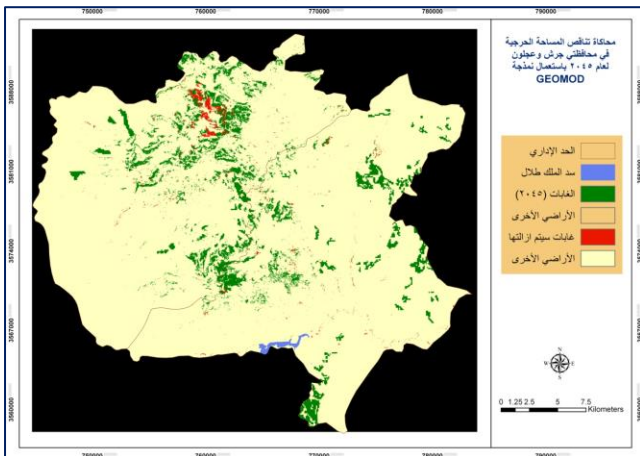


يظهر من الشكل (9) المناطق الحرجية الأكثر عرضة للإزالة والتي جرى تحديدها بالاعتماد على أربعة عوامل، وهي: (القرب من الطرق، القرب من التجمعات السكانية، درجة الميل، وكثافة الإحراج)، وتتراوح القيم بين (1-0) بحيث تكون الغابات أقل عرضة للإزالة كلما اقتربت القيم من (1.0) للدلالة على درجة مخاطر إزالة منخفضة، وبالعكس يزداد معدل إزالة الغابات كلما اقتربت القيم من (9) للدلالة على درجة مخاطر إزالة مرتفعة.

5.3. محاكاة تغير مساحة الغابات حتى عام 2045م:

يمكن تكوين صورة طويلة المدى عن اتجاهات التغير في مساحة الغابات في محافظتي جرش وعجلون، فقد أظهرت نتائج توقع السيناريو المستقبلي للتغير حتى عام 2045م باستعمال نمذجة GEOMOD كما في الشكل (10) مقدار التناقص في مساحة الغابات وذلك على ضوء التغير الحاصل خلال الفترة 1987-2016، وقد جرى توقع السيناريو المستقبلي للتغير في مساحة الغابات للفترة 2016-2045، حيث تبلغ (29) عامًا؛ وهي نفسها المدة الزمنية الممتدة خلال الفترة 1987-2016، وقد أظهرت نتائج نمذجة جيومود أن مساحة الغابات في محافظتي جرش وعجلون ستبلغ عام 2045 حوالي (98.85) كلم²، وذلك في حال استمرار معدل إزالة الغابات بنفس الوتيرة.

الشكل (10) نتائج محاكاة التغير في مساحة الغابات حتى عام 2045م باستعمال نمذجة (GEOMOD)



5.4. التثبت من صحة النموذج المطبق في المحاكاة:

يتمثل الهدف الرئيس للتثبت من صحة النموذج في معرفة ما إذا كانت

ويظهر من الشكل (8) أن هناك تغيرات وتحولات كبيرة تدعو إلى القلق في مساحة الغابات الطبيعية في الفترة 1987 - 2016، حيث انخفضت المساحة الحرجية بمقدار (3.7) كلم²، أو ما يعادل (370) هكتار.

وهناك خمسة أسباب جديرة بالملاحظة من أسباب الأضرار التي لحقت بالغابات في الأردن عامة وفي محافظة جرش وعجلون خاصة، وهي:-

- (1) حرائق الغابات الخطيرة.
- الاحتطاب.
- الاعتداءات على الأراضي الحرجية سواء بإقامة المساكن أو فتح الطرق أو الحراثة والزراعة بالأشجار المثمرة أو إقامة المحاجر والكسارات. فعلى سبيل المثال، يبين الجدول (2) القضايا الحرجية المسجلة لعام 2015 في الأردن وفي محافظتي جرش وعجلون (وزارة الزراعة، 2015). وغالبًا ما يرتبط السبب الأول والثاني بتجارة الحطب، حيث يعتمد أغلب الناس الذين يقطنون المناطق المرتفعة في محافظتي جرش وعجلون على الحطب كوقود للتدفئة في فصل الشتاء نظرًا لرخص أسعارها مقارنة بأسعار المحروقات عمومًا.
- قلة عدد أبراج ومحطات المراقبة وانخفاض عدد العاملين في حماية الغابات (طواف أو موظفي الحراج) وتدني أجورهم قد ساهم في زيادة نشاط العاملين في مجال الاحتطاب وافتعالهم للحرائق، واستغلالهم أيام العطل الرسمية وخلال أيام البرد والشتاء في قطع الغابات بلا هوادة وتهريب مئات الأطنان من الأشجار المقطوعة.
- عدم وجود طرق تصل إلى جميع أنحاء الغابات، فمعظم حرائق الغابات مفتعلة، والذين يشعلون الحرائق يعرفون ذلك جيدًا لذلك فهم يقومون بإشعال الحرائق وسط الغابة حتى لا تتمكن سيارات الإطفاء والحراج من الدخول وإخماد هذه الحرائق (وزارة الزراعة، 2009).

جدول (2): القضايا الحرجية المقدمة للمحاكم والحكام الإداريين لعام 2015

القضايا الحرجية	جرش	عجلون	الأردن
الاحتطاب	125	184	455
حرائق الغابات	2	2	4
الاعتداءات على الأراضي الحرجية	141	82	385

5.2. خريطة مخاطر إزالة الغابات Deforestation Risk Map:

بغرض استنباط خريطة مخاطر إزالة الغابات تمّ تحديد أربعة عوامل مهيمنة تساهم في ظاهرة إزالة الغابات، وهي: (القرب من الطرق، القرب من التجمعات السكانية، درجة الميل، وكثافة الإحراج)، وقد جرى تصنيفها على مقياس يتراوح بين (1-9) وتشير القيمة (1) إلى مناطق ذات درجة مخاطر متدنية للإزالة وتزداد درجة خطر الإزالة مع ارتفاع القيمة إلى (9).

وبعد استخراج الخرائط الفرعية للعوامل المهيمنة، جرى تكاملها مع بعضها

والمناطق التنموية، عمان، الأردن، 00962770796924،
thaer_ayasreh@yahoo.com

نادر عياصرة، ماجستير تخطيط إقليمي، مساعد مدير وحدة التخطيط وتطوير الأداء المؤسسي، الأعمال الأكثر شهرة: تأليف 4 كتب في مجال التخطيط العمراني، نشر 23 ورقة علمية من ضمنها ورقة تتضمن تطوير مؤشر لقياس التنمية، ومن ضمنها أيضاً دراسة على المستوى العالمي، متخصص في تخطيط المدن، النمذجة المكانية، التنمية، جغرافية العمران، التخطيط الاقتصادي، البيئة.

المراجع

- وزارة التخطيط والتعاون الدولي الأردنية. (2015). *البرامج التنموية للمحافظات 2016-2018*. م. متوفر بموقع: <http://mop.gov.jo/Pages/viewpage.aspx?pageID=253> (تاريخ الاسترجاع: 2016/9/27)
- وزارة الزراعة الأردنية. (2009). تقرير حالة القطاع الزراعي لعام 2009. متوفر بموقع: <http://moa.gov.jo/Portals/0/pdf/%D8%AD%D8%A7%D9%84%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B7%D8%A7%D8%B9%20%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D9%8A%202009.pdf> (تاريخ الاسترجاع: 2016/9/27)
- وزارة الزراعة الأردنية. (2014). *أهم المؤشرات الزراعية لعام 2014*. م. متوفر بموقع: <http://moa.gov.jo/ar-jo/agriinformationar/agrinumber.aspx> (تاريخ الاسترجاع: 2016/9/27)
- وزارة الزراعة الأردنية. (2015). *الكتاب السنوي: قطاع الحراج والمراعي. عمان، الأردن: مديرية المتابعة والتقييم، وزارة الزراعة.*
- Armenteras, D., Gast, F. and Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes. Colombia. *Biological Conservation*. 113(2), 245–56.
- Avoided Deforestation Partners Organisation. (2009). *REDD Methodological Module: Location And Quantification of the Threat of Unplanned Baseline Deforestation, Version 1.0: 1-8*. Available at: http://database.v-c-s.org/sites/vcs.benfredaconsulting.com/files/10_BL-UR_Baseline_rate_unplanned_deforestation.pdf. (Accessed on: 27/8/2016)
- Contreras-Hermosilla, A. (2000). *The Underlying Causes of Forest Decline. CIFOR Occasional Paper No. 30*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). Available at: www.cifor.cgiar.org/publications/ (Accessed on 27/8/2016)
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J. and Wotton, B.M. (2001). Climate change and forest disturbances. *Bioscience*, 51(9), 723–34.
- Eastman, J. R., Luis, S. and Megan, V. F. (2005). 'Transition potential modeling for land-cover change'. In: David, J., Maguire, D.J., Batty, M. and Goodchild, M.F. (eds.) *GIS, Spatial Analysis and Modeling*. Redlands, CA: ESRI Pres. pp. 357–85
- Echeverria, C., Coomes, D. A., Hall, M. and Newton, A.C. (2008). Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modeling*. 212(3–4), 439–49.
- FAO. (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report. FAO Forestry Paper 163*. Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>. (Accessed on: 27/8/2016)
- Fitzsimmons, M. (2003). Effects of deforestation and reforestation on landscape spatial structure in boreal Saskatchewan, Canada. *Forest Ecol Manage*. 174(1-3), 577–92.
- Jaafari, S., and Nazarisamani, A. (2013). Comparison between land use/land cover mapping through landsat and google earth imagery. *American*

المحاكاة تعطي نتيجة غير متوقعة أو لا. ولإجراء ذلك طُبِّقَ البحث أداة Validate المتاحة ضمن أدوات تحليل نظم المعلومات الجغرافية الإحصائية في برنامج الإريسي، حيث تمّت المقارنة بين خريطة المحاكاة (GEOMOD) لعام 2045 (خريطة التوقع) وخريطة الأساس (الخريطة المرجعية) لعام 2016، وقد تمّ التثبت من صحة النموذج باحتساب مؤشر كوهين كبا Cohen's Kappa للتوافق، وتشير إحصائية المؤشر كما في الجدول (3) إلى مدى توافق خريطة المقارنة (خريطة المحاكاة لعام 2045 في هذه الحالة) مع الخريطة المرجعية (خريطة عام 2016). فإذا كان التصنيف مثالي فإن قيمة $Kappa = 1$ ؛ أما إذا كانت نسبة التصحيح المشاهدة أكبر من نسبة التصحيح المتوقعة فإن قيمة $Kappa > 0$ ، وفي حال كانت نسبة التصحيح المشاهدة مساوية لنسبة التصحيح المتوقعة نتيجة المصادفة تكون قيمة $Kappa < 0$.

الجدول (3): إحصائية كوهين كبا للتحقق من صحة بيانات النماذج

مؤشر كبا	نمذجة جيومود
Kstandard	0.95
Kno	0.96
Klocation	0.98
Kquantity	0.98

يظهر من الجدول (3) أن إحصائية كبا العامة لمحاكاة نمذجة جيومود قد بلغت (0.95) وهي تعبر عن توافق عالي، وبالمثل أظهرت إحصائية كبا المعروفة باسم (kappa for no ability) وهي تحسن على الإحصائية العامة توافق عالي (0.96). كما يظهر من الجدول مؤشرات لإحصائية كبا أكثر تفصيلاً لتمييز الدقة الكمية والدقة المكانية، وتدل قيمة إحصائية كبا الكمية والمكانية على توافق عالي للنموذج، فقد بلغت القيمة الإحصائية من (0.98) وهي تدل أيضاً على توافق عالي.

يستخلص من نتائج هذا البحث تشخيص وضع الغابات في محافظتي جرش وعجلون، حيث يُعنى هذا البحث بدراسة التغير في الغطاء الحرجي في الفترة 1987-2016، وتوقع تناقص مساحة الغابات في حال استمرار الوضع على ما هو عليه حتى عام 2045 عن طريق تطبيق نمذجة GEOMOD وذلك باستعمال برنامج الإريسي IDRSI Selva 17.

وقد أظهرت نتائج تحليل التغير أن هناك ارتفاعاً في معدل إزالة الغابات بشكل يدعو للقلق، حيث تقلصت مساحة الغابات بمقدار (3.7) كلم² في غضون (29) عاماً فقط. وقد يكون معدل التغير في مساحة الغابات الطبيعية على صعيد محافظتي جرش وعجلون أهم نتيجة سعى إليها الباحث إيماناً أن تدرك السلطات الحكومية حالة الموارد الحرجية وحجم إزالة الغابات المستمر في محافظتي جرش وعجلون.

ومن خلال تطبيق نماذج المحاكاة باستخدام نمذجة GEOMOD أمكن التنبؤ بمساحة الغابات حتى عام 2045 في حال استمر الوضع بافتعال الحرائق وقطع الأشجار الحرجية أو التقليل الجائر لها، حيث ستخفص مساحة الغابات من (102.55) كلم² عام 2016 إلى (98.85) كلم² في عام 2045.

وأخيراً، يوصي الباحث بناءً على تحليل ومناقشة النتائج بضرورة المحافظة على الغابات باعتبارها ثروة وطنية، واتخاذ حزمة من الإجراءات التي من شأنها مكافحة قطع الأشجار غير القانوني، وحماية الثروة الحرجية من جميع التعديات. ويوصي الباحث بهدف المساهمة في خفض صافي الخسارة في المساحات الحرجية ببرامج التحريج (أي إنشاء الغابات عن طريق الغرس وأو البذر المتعمد على الأراضي غير المصنفة على أنها غابات، أو من خلال إعادة التحريج عن طريق الغرس والبذر المتعمد على أراض مصنفة على أنها غابات ولا سيما بعد نشوب حريق أو في أعقاب عاصفة ثلجية. وأخيراً يوصي البحث بإجراء المزيد من الدراسات التي تبحث الأسباب الاجتماعية والاقتصادية الكامنة وراء حرائق الغابات في الأردن.

نبذة عن المؤلف

نادر مطلق محمد عياصرة

وحدة التخطيط وتطوير الأداء المؤسسي، المجموعة الأردنية للمناطق الحرة

- United Nations. (1996). *Implementation of Forest-Related Decisions of the United Nations Conference on Environment and Development at the National and International Levels, Including an Examination of Sectoral and Cross-Sectoral Linkages. Programme Element 1.2*. NY, NY: Report of the Secretary General.
- United Nations. (2008). *Official List of MDG Indicators*. NY, NY: United Nations Statistics Division. Available at: <http://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm> (Accessed on: 27/8/2016)
- Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. **13**(6), 763–8.
- Jordanian Ministry of Agriculture. (2009). *Taqir Halat Alqitae Alziraeii Lieam 2009 'Agricultural Sector Status Report 2009'*. Available at: <http://moa.gov.jo/Portals/0/pdf/%D8%AD%D8%A7%D9%84%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B7%D8%A7%D8%B9%20%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D9%8A%202009.pdf> (Accessed on: 27/09/2016)
- Jordanian Ministry of Agriculture. (2014). *Ahumu Almuashirat Alziraeiat Lieam 2014 'The Most Important Agricultural Indicators for the Year 2014'*. Available at: <http://moa.gov.jo/ar-jo/agriinformationar/agrinumber.aspx> (Accessed on: 27/09/2016)
- Jordanian Ministry of Agriculture. (2015). *Alkitab Alsanawiu: Qtae Alhiraj Walmaraei 'Annual Book: Forestry and Rangelands Sector'*. Amman, Jordan: Follow-up and Evaluation Directorate, Agriculture Ministry, pp. 39-46.
- Jordanian Ministry of Planning and International Cooperation. (2015). *Albaramij Altanmawiat Lilmuhafazat 2016-2018 'Governorates Development Programs 2016-2018'*. Available at: <http://mop.gov.jo/Pages/viewpage.aspx?pageID=253> (Accessed on: 27/09/2016)
- Kaimowitz, D. and Angeles, A. (1998). *Economic Models of Tropical Deforestation: A Review*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Millington, A.C., Velez-Liendo, X.M. and Bradley, A.V. (2003). Scale dependence in multitemporal mapping of forest fragmentation in Bolivia: implications for explaining temporal trends in landscape ecology and applications to biodiversity conservation. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. **57**(4), 289–99.
- Pontius Jr, R. G., and Millones, M. (2011). Death to Kappa: Birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *International Journal of Remote Sensing*. **32**(15), 4407–29.
- Pontius Jr., R.G., Joseph, C. and Charles, A.S. (2001). Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: Application and validation for Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **85**(1-3), 191–203.
- Pontius Jr., R.G., Shaily, M., Joseph, D. and Shalini, G. (2009). 'Fundamentals for using geographic information science to measure the effectiveness of land conservation projects'. In: Joshi, P.K., Pani, P. and Mohapatra, S.N. (Eds.) *Geoinformatics for Natural Resource Management*. New York: Nova Science Publishers. pp. 539–57
- Pontius, G. and Malanson, J. (2005). Comparison of the structure and accuracy of two land change models. *International Journal of Geographical Information Science*. **19**(2), 243–65.
- Regmi, R. R., Saha, S. K. and Balla, M. K. (2014). Geospatial analysis of land use land cover change predictive modeling at Phewa Lake watershed of Nepal. *International Journal of Current Engineering and Technology*. **4**(4), 2617–27.
- Saaty, L.T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill International.
- Sakieh, Y. and Salmanmahiny, A. (2016). Performance assessment of geospatial simulation models of land-use change, a landscape metric-based approach. *Environmental Monitoring and Assessment*. **188**(3), 169. DOI:10.1007/s10661-016-5179-5.
- Sloan, S., and Pelletier, J. (2012). How accurately may we project tropical forest-cover change? A validation of a forward-looking baseline for REDD. *Global Environmental Change Part A Human & Policy Dimensions*. **22**(2), 440–53.
- Tchir, T., Johnson, E., and Miyanishi, K. (2004). A model of fragmentation in the Canadian boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*, **34**(11), 2248–62.
- Tilahun, A. and Teferie, B. (2015). Accuracy assessment of land use land cover classification using Google Earth. *American Journal of Environmental Protection*. **4**(4), 193–8.