الاثار البيئية السلبية والمخاطر المحتملة للتعدين غير القانوني في (أوغندا – رواندا – بوروندى)

ريم حسام الدين محمد عبد الله*

reemhosam89@gmail.com

ملخص

يمكن أن تؤثر أنشطة التعدين غير القانوني، بما في ذلك التنقيب والاستكشاف والاستخراج والانتاج والمخلفات المعدنية الناتجة على النظم البيئية والاجتماعية. فكما أن للتعدين مجموعة من الفوائد للمجتمعات فهو ايضاً يتسبب في اضراراً بيئية كبيرة، وكيفية إدارة هذه الآثار البيئية من قبل الحكومات والمجتمعات المحلية والمنظمات الدولية والمحلية يمكن أن يؤدي إلى تفاقم أو الحد من هذه الأثار. يركز البحث على الآثار البيئية للتعدين غير القانوني في (اوغندا ورواندا وبوروندى) ويعرض الأسباب وعواقب التعدين غير القانوني على المسطحات المائية، وتدهور الأراضي والتربة، وتدمير موائل الحياة البرية، وتهديد حياه السكان.

كلمات مفتاحية: التعدين غير القانوني، التأثيرات البيئية، مخاطر طبيعية، المراقبة البيئية، الوعي البيئي

***هذا البحث فصل من الدراسة المقدمة من الطالبة / ريم حسام الدين محمد عبد الله للحصول على درجة الدكتوراه في الآداب من قسم الجغرافيا، بعنوان (تقييم الآثار البيئية للتعدين غير القانوني في بعض دول جنوب حوض النيل) تحت إشراف:**

الأستاذ الدكتور/ محمد عبد الرحمن الشرنوبي (أستاذ جغرافية السكان بجامعة الفيوم) والأستاذة الدكتورة/ هناء نظير على (أستاذ التغيرات البيئية ورئيس قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية بجامعة الفيوم).

المقدمة:

تقييم التأثيرات السلبية للعمليات التعدينية داخل دول منطقة الدراسة، والعمل على الحد من هذه الاثار يعد مساهمة إيجابية في الحفاظ على البيئة المحلية والاقليمية، وهذه المساهمة مكملة للدراسات البيئية في هذا الشأن.

ولتقييم اثار التعدين غير القانونية على البيئة، كان لابد من تناول ثلاث مكونات رئيسية وهي (المسطحات المائية – المناظر الطبيعية – الغطاء النباتي والغابي)، وقد اظهر البحث عدداً كبيراً من الاثار البيئية السلبية لعمليات التعدين والتي تظهر في صورة تدهور الارض والتلوث بما في ذلك تلوث الماء والتربة.

جدول (١) التأثير المتفاوت للتعدين على البيئة

تأثير التعدين / على	مدى التأثير على البيئة/%
تدهور الارض	٣٠
تلوث المياه	٢٥
تلوث التربة	٢٥
تلوث الهواء	٥
التلوث السمعى	٥
تأثيرات اخرى	١٠

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة استناداً الى البيانات الواردة فى مجموعة من التقارير منها National Environment Management Authority (NEMA),2019,. 332pp. & The World Bank (INTERNATIONAL DEVELOPMENT ASSOCIATION), 2019

يؤثر التعدين على البيئة في جوانب مختلفة منها التأثير السلبي لاستخدامه مواد كيميائية سامة، والاستخدام المكثف للمياه التي يعاد تصريفها بكل ما تحتويه من ملوثات الى مصادر المياه الاساسية، بالإضافة الى عمليات ازالة الغابات والتدهور البيئي الذي يؤثر سلبا على التنوع البيولوجي والمجتمعات المحلية القريبة من تلك المناجم.

لقد أصبح تقييم الاثر البيئي جزء لا يتجزأ من عمليات التعدين حيث تتيح بيانات الاستشعار عن بعد تحديد ورصد مصادر التلوث والتغيرات في استخدام

الارض والمسطحات المائية، لذلك يحاول هذا البحث تقييم مدى تأثير عمليات التعدين على البيئة في شتى مراحل العمليات التعدينية.

مشكلة الدراسة وأهدافها:

تعد عمليات التعدين غير القانوني مشكلة واسعة الانتشار توجد في جميع أنحاء دول الدراسة. ترجع هذه المشكلة في الغالب إلى الحاجة إلى الدخل والغذاء وظروف المعيشة اللائقة، لذلك أصبح التهديد الذي تمثله هذه الانشطة على البيئة مصدر قلق رئيسي ومبرراً لاختيار موضوع البحث، بهدف توفير معلومات أساسية من أجل الحد من آثار التعدين غير القانوني والكوارث الطبيعية المصاحبة له. لذلك هدفت الدراسة إلى:

١- توفير معلومات أساسية حول الكوارث والمخاطر التي تتعرض لها البيئة الطبيعية بسبب التعدين غير القانونى .

٢- توثيق الضرر البيئي والتأثيرات المرتبطة به .

٣- تقييم الأثر البيئي لكوارث التعدين غير القانونى على حياة السكان في المنطقة المتضررة وحولها.

٤- إعداد تقييم للتدهور البيئي للمشاركة في إدارة البيئة بشكل مستدام .

مصادر الدراسة:

اعتمد البحث على التقارير و التقييمات حول دراسات الأثر البيئي المتعلق بالتعدين غير القانونى وعدد كبير من الابحاث و النشرات الإحصائية الصادرة عن منظمات رسمية دولية تعمل فى (اوغندا و رواندا و بوروندى) ، كالبنك الدولي و منظمة الامم المتحدة المعنية بالبيئة والتعدين وتقارير واحصائيات عدد من قواعد البيانات، بالإضافة الى جمع المعلومات من مصادر إضافية كالتقييمات والورقات

البحثية السريعة و التقارير الإعلامية والبيانات العامة من قبل المسؤولين الحكوميين التي اجريت ، واستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد في تقييم الاثار البيئية للتعدين غير القانوني داخل دول الدراسة .

محتويات الدراسة:

اولاً: الاثار البيئية السلبية المحتملة لدورة التعدين والانتاج المعدني
١-الاثار البيئية السلبية المحتملة لأنشطة الاستكشاف
أ-تطهير الارض
ب-بناء الطرق وتطوير البنى التحتية
ج-الضوضاء والاهتزاز
٢- الاثار البيئية السلبية المحتملة لتشغيل المنجم و استخراج الخام
٣- الاثار البيئية السلبية المحتملة لدورة انتاج المعادن
أ-التلوث الكيميائي
ب-استهلاك الموارد المائية المحلية والطاقة
ج-تلوث الهواء
٤- الاثار البيئية السلبية المحتملة لمخلفات المناجم
٥- الاثار البيئية السلبية المحتملة لتصريف الصخور الحمضية
أ-حموضة التربة والمياه PH
٦- الاثار البيئية السلبية للتعدين غير القانوني على التنوع البيولوجي
ثانياً : المخاطر الطبيعية للتعدين
١- المخاطر الزلزالية
٢- مخاطر الفيضان و مشاكل جودة المياه

اولاً: الاثار البيئية السلبية المحتملة لدورة التعدين والانتاج المعدني

قبل البد بتقييم الاثار السلبية للتعدين على البيئة من الضروري تعريف دورتي عملية التعدين وما تتضمنه كل منهما، **الدورة الاولى** تسمى بدورة المنجم وتشمل عمليات الاستكشاف والبناء والتشغيل واستخراج الخام وفى النهاية الاغلاق وعملية

الاصلاح، ونظرا لان الاستكشاف والاستخراج يحتاجان الى عمليات موسعة لتطهير الارض وتمهيد الطرق وتطوير للبنى التحتية، فأن التأثيرات المحتملة خلال المرحلتين سوف تكون متشابهة بما فى ذلك التأكل والترسبات والاثار غير المباشرة لزيادة وتحسين الوصول الى منطقة التعدين. ولكن هناك اختلاف شديد بين المرحلتين خاصة فى عمليات التعدين غير القانونى حيث ان الاستكشاف هو نشاط منخفض التأثير نسبيا ويحدث فى مساحة كبيرة من الارض، اما الاستخراج فهو نشاط أكبر تأثيرا فى مساحة ارض أصغر بكثير.

اما **الدورة الثانية** فتسمى دورة انتاج المعادن فبمجرد تحديد موقع الخام المستهدف وازالته من الارض تتم معالجته لاستخراجه وفصله من المواد المحيطة به اما بطرق بدائية (تعدين غير قانونى) او طرق تكنولوجية (تعدين قانونى)، وإذا لم تنفذ هذه العملية بشكل صحيح فيمكن ان تشكل مخاطر كبيرة على البيئة المحيطة.

١ – الاثار البيئية السلبية المحتملة لأنشطة الاستكشاف

يمكن ان تشمل اثار مباشرة كالتأكل والترسب وفقدان الموائل الطبيعية للحيوانات البرية، واثار غير مباشرة التي نتجت عن اثار اقامة العاملين بالتعدين بجوار المناجم وتنقلاتهم وما الى ذلك من ازالة الغطاء النباتي والغابي نتيجة تطهير الارض على نطاق واسع والحفر للوصول الخام المستهدف.

أ– تطهير الارض

يعد التأكل والترسيب من اهم التهديدات البيئية لهذه المرحلة التى تنتج عن تطهير الارض لمنطقة العمل والتى تشتمل على الحفر الصغيرة او الخنادق لتقييم

وجود خام المعدن، وتشمل عمليات ازالة الغطاء النباتي او الغابي التى تؤدى بدورها الى تأكل التربة.

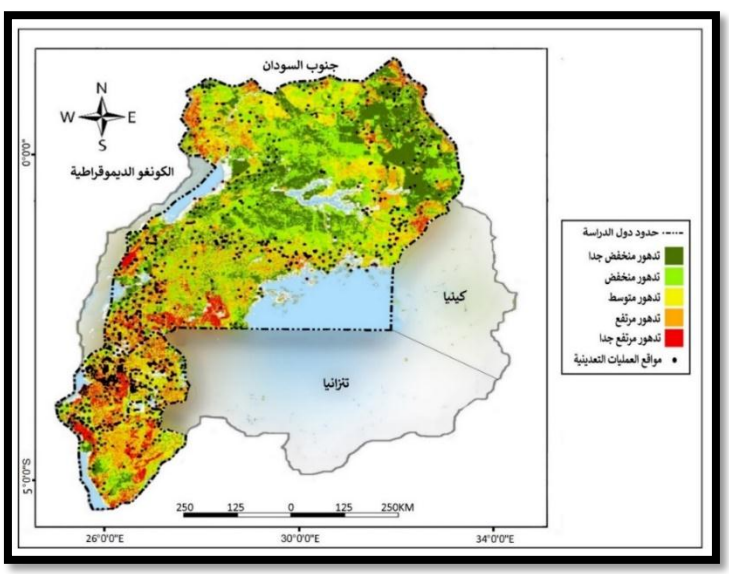
عادة ما تكون الاماكن الجبلية شديدة الانحدار فى دول الدراسة هي الاكثر عرضة للتأكل حيث يتم غسل التربة فى الانهار والبحيرات ومستجمعات المياه مما يؤدى الى زيادة نسبة الترسيب فى هذه المسطحات *(غازي عطية زراك. (٢٠١٤). صفحة ٢٢)* وعند حدوث هذا الترسيب يحدث تغير فى نمط تدفق المياه وتقل قدرة الممر المائي على تحمل جريان مياه الامطار مما يؤدى الى حدوث فيضان، ويؤدى الترسب ايضا الى انسداد خياشيم الاسماك والقضاء على مناطق التكاثر والتفريخ والتأثير على موطن الكائنات المائية فى القيعان السفلى، وايضا يمنع التعكر الزائد فى المياه انتقال الضوء وتقليل معدل التمثيل الضوئي وبالتالي تقليل معدل الاكسجين فى الماء. وفى النهاية تدهور النظام البيئي بشكل كامل.

ولرسم خريطة للتدهور تم الاعتماد على عدد من المرئيات الفضائية لدول الدراسة Landsat 7 ETM+ لعامى ٢٠١٠ و ٢٠١٨م باستخدام مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) ، ثم عمل مطابقة بين المرئيتين لتوضيح التغير، ومن ثم تصنيف هذا التدهور الى ٥ فئات اعتماداً على قيم المؤشر (تدهور منخفض جدا فيه قيمة المؤشر تساوى ١.٠ – تدهور منخفض ٠.٨ : ٠.٩ – تدهور متوسط ٠.٦ : ٠.٧ – تدهور مرتفع ٠.٤ : ٠.٥ – تدهور مرتفع جدا ٠.٢ : ٠.٣).

وكما توضح الخريطة رقم (١) نجد ان منطقة الدراسة تعانى من تدهور كبير فى الارض نتيجة لعدد كبير من الانشطة البشرية و منها التعدين غير القانونى،

حيث بلغ معدل التدهور حوالى ٦٩% من إجمالي منطقة الدراسة، مما أكد على ان تأثير الانشطة التعدينية لم يعد مشكوكاً فيه و نجد ان الارض قد تدهورت فى الجزء الشمالي من اوغندا بصورة كبيرة و قد بلغت ازالة الغابات و الغطاء النباتي فى اقصى الجنوب اقصى معدلاتها، اما في الغرب من رواندا وبوروندى فلا تتمتع المنطقة التي أزيلت منها الغابات بأي حماية للأراضي، وقد أدى الاختفاء التام للأراضي الرطبة والزراعية و تغير نمط استخدام الارض إلى تدهور الأراضي بشكل واضح.

خريطة رقم (١) تدهور الارض فى دول منطقة الدراسة



المصدر : عمل الطالبة بالاعتماد على عدد من المرئيات الفضائية لدول الدراسة Landsat 7 ETM+ للعامى ٢٠١٠ و ٢٠١٨م باستخدام مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتى(NDVI)

و نجد فى اوغندا ان الأراضي التى تعانى من التدهور قدرت بحوالي ٤٦ ٪، ما يقارب ١٠ ٪ منها يعد متدهور جدا، و تعد الأشكال الرئيسية لتدهور الارض فى اوغندا هي تآكل التربة، وحرق الغابات، والرعي الجائر، والتعدين،

والانهيارات الأرضية، وإزالة الغابات، وتشمل المناطق الأكثر تضرراً مناطق المرتفعات في الجنوب الغربي وبعض مناطق الأراضي الجافة، و تصف تقارير حالة البيئة فى اوغندا.

اما فى رواندا فقد بلغ معدل تأكل الارض بها حوالى ٥٦٪ من مساحة الارض ، فنجد تدهور الأراضي في المرتفعات الغربية للكونغو و الأراضي المنخفضة الغربية لبحيرة كيفو و الأراضي في المناطق الوسطى والجنوبية لرواندا و المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية لمناطق شرق السافانا الشرقية والهضبة الشرقية و الوسطى ، و يعد تدهور الأراضي أشد في الجنوب الغربي من البلاد ، خاصة المناطق العليا و سفوح التلال شديدة الانحدار ، ايضا يعاني الشمال الغربي من البلاد من تدهور الأراضي و شرق البلاد و لكنه لا يزال خصباً نسبيًا مقارنةً بالغرب .

جدول (٢) النسب التقريبية لتصنيف حالة تدهور الارض فى دول منطقة الدراسة

حالة التدهور	النسبة الاجمالية من اجمالى مساحة دول منطقة الدراسة/%
تدهور منخفض جدا	١٥
تدهور منخفض	١٢
تدهور متوسط	٤٢
تدهور مرتفع	١٣
تدهور مرتفع جدا	١٨

المصدر: عمل الطالبة

تظهر بيانات الجدول السابق رقم (٢) والخريطة رقم (١) ان الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وبخاصة الأراضي الزراعية حول المناطق التعدينية لمسافة تمتد بين ١٠٠ الى ٢٠٠كم تعاني من التدهور وسجلت معدلات تتجاوز

٧٠% من الارض واصبحت الارض منخفضة الخصوبة وغير صالحة للكثير من الاستخدامات في مساحة تقدر بحوالي ٣١% من إجمالي منطقة الدراسة.

ب –بناء الطرق وتطوير البنى التحتية

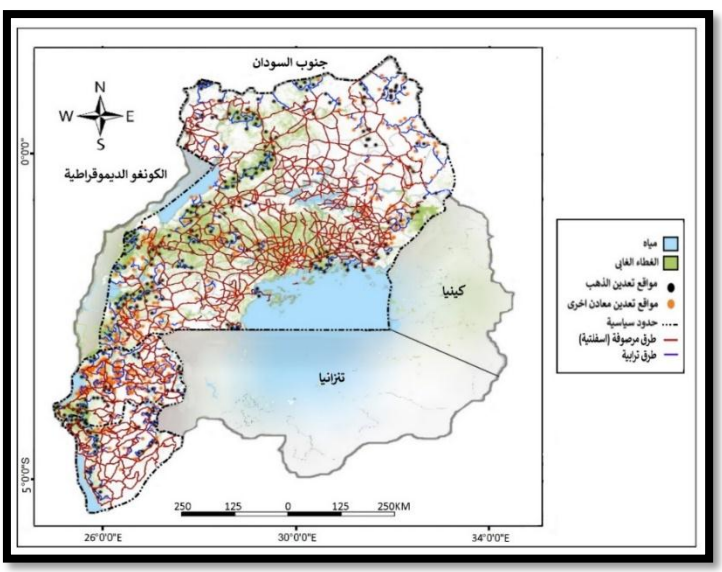
تتضمن العديد من مشاريع الاستكشاف و البحث عن معادن انشاء و تمهيد طرق لوصول المركبات و المعادن حتى لو كانت بصورة بدائية ، و كذلك انشاء مرافق او خيام سكنية للعاملين ، و هذا كله يتطلب ازالة مساحات اضافية من الاغطية الغابية و النباتية مما يزيد خطر التعرية و التأكل و الترسيب و فقدان الموطن الطبيعي للحيوانات ، و يمكن للنفايات التى تنتجها مساكن و خيام العمال ان تلويث المجارى المائية المحلية خاصة اذا كانت موجودة فى مناطق الصرف الطبيعي، و قد يؤدى على المدى الطويل الى الاضرار بالنظم الايكولوجية و تدمير الموائل الطبيعية.

وكما توضح الخريطة رقم (٢) ان جميع دول منطقة الدراسة تتمتع بشبكة كبيرة من الطرق المرصوفة (الاسفلتية)، وبما ان العمليات التعدينية تحتاج الى طرق لنقل المعدات ونقل العمال بالعربات خاصة المناجم التى تتواجد فى الغابات والمناطق النائية التى لا تربطها طرق لتسهيل التنقل، فيتم ربط موقع المنجم بالطرق الاسفلتية عن طريق طرق ترابية ممهدة وهذه الطرق غالبا تستهلك مساحات كبيرة من الغطاءات الارضية، وتمتد هذه الطرق لمسافات كبيرة قد تصل فى بعض الاحيان الى عدة كيلومترات.

ج-الضوضاء والاهتزاز

يتضمن التلوث الضوضائي المرتبط بالتعدين ضوضاء محركات المركبات وتحميل وتفريغ الصخور والخامات وتوليد الطاقة والتفجير، ويمكن أن تؤدى التأثيرات التراكمية للحفر، والتفجير، والنقل، والسحق، والطحن الى تأثيرات سلبية كبيرة على الحياة البرية والسكان المحليين.

خريطة رقم (٢) شبكة الطرق فى دول منطقة الدراسة



المصدر: الخريطة مجمعة من عمل الطالبة بالاستعانة بخرائط الطرق الرسمية الصادرة عن ،٢٠١٩ Uganda National Roads Authority و Institut Géographique National2018 و Rwanda Transport Development Agency (RTDA),2018

وقد تؤثر الاهتزازات الى عدم استقرار البنى التحتية والمباني ومنازل السكان الذين يعيشون بالقرب من عمليات التعدين المفتوحة، ووفقًا لدراسة أجراها الاتحاد الأوروبي بالنسبة لدول الدراسة فإن القطاعات التي لديها أعلى نسبة من الضوضاء و الاهتزازات طوال الوقت هي تقريبًا الزراعة (٤٠٪) والتعدين (٣٤٪) و تتعرض نسبة عالية من العمال أيضًا إلى الضوضاء في التصنيع (١٩٪) (*Brun,*

E., Schneider, E., & Pascal, P. (2005),p 26. . مما يؤدي إلى اضرار بشرية واضرار على الحياة البرية في المناطق المحيطة بها.

٢ – الاثار البيئية السلبية المحتملة لتشغيل المنجم و استخراج الخام

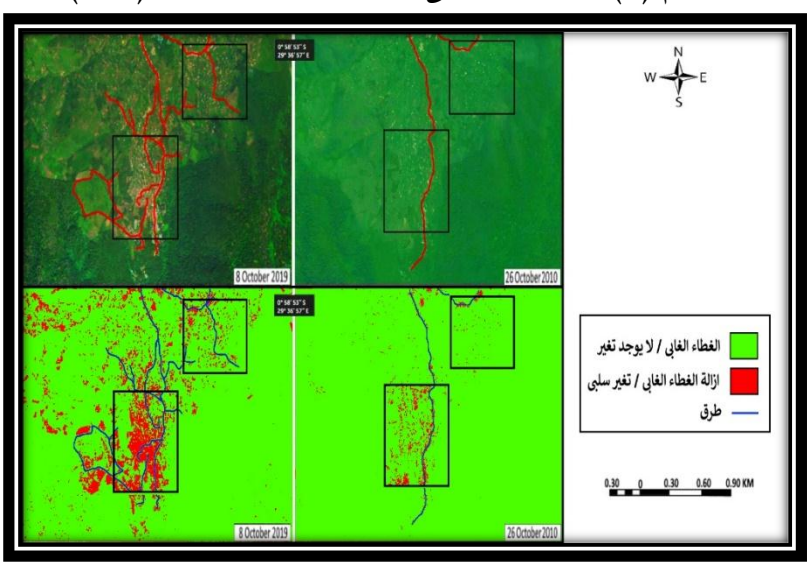
يمكن ان يكون لتشغيل المنجم واستخراج المعدن أيا كان منجما قانونيا او غير قانونى اثار سلبية لتواجد الحفر المفتوحة ومقالب واكوام النفايات التى تزيد من هذه الاثار المحتملة، ففي حال المنجم السطحي فأن الحفر المفتوحة لها تأثير سلبي كبير على البيئة السطحية، ومع ذلك فان كلا النوعين ينتجان كميات كبيرة من النفايات التعدينية.

من خلال تحليل الصور الفضائية لعدد من المناجم فى دول منطقة الدراسة بالاستعانة ببرنامج Google earth pro و برنامج ArcGIS لنخرج بالمساحات التقديرية لتراجع الغطاء النباتى فى عدد من تلك المناطق ، حيث توضح الخريطة رقم (٣) الأجزاء التى تم تطهيرها من حديقة Bwindi Impenetrable National Park فى اقصى الجنوب الغربى لدولة اوغندا التى تبلغ مساحتها حوالى ٣٢ الف هكتار او ما يعادل ٣٢١كم٢ ، و تغطى الغابات ما يقارب ٧٠% منها عام ٢٠١٠ لتتقلص مساحة الغابات فيها حتى وصلت الى ما يقارب ٤٧% عام ٢٠١٩ ، و توضح المناطق المحددة عينة من المناطق التى تم تطهيرها من الغطاءات الارضية الطبيعية (غابات و نباتات) لغرض اقامة المناجم الغير قانونية و المرافق التابعة لها (طرق ترابية و مساكن للعاملين و غيرها) .

وبلغت المساحة الموجودة على الصورة حوالي ٧كم٢ ونجدها عام ٢٠١٠ مغطاة تماما بالأشجار بنسبة حوالي ٩٤% منها ومن ثم تقلصت مساحتها الى حوالى ٣٩% تقريبا.

وفى النهاية نجد ان الاثار البيئية لمرحلتي الاستكشاف والاستخراج تتشابه الى حد كبير ولكن فى مرحلة الاستخراج تعد هذه الاثار أكبر وأكثر تأثيراً.

شكل رقم (٣) تدهور الارض فى احدى دول منطقة الدراسة (اوغندا)



عدد من المناجم داخل حديقة Bwindi Impenetrable National Park فى مقاطعة Kanungu ، اقصى الجنوب الغربى ،اوغندا، Google earth pro

٣ – الاثار البيئية السلبية المحتملة لدورة انتاج المعادن

أ –التلوث الكيميائي

تستخدم عدة انواع من المواد الكيميائي فى معالجة المعادن كالزئبق. فبمجرد انبعاث الزئبق يمكن أن ينتقل لمسافات طويلة عبر الغلاف الجوي، مما يسبب تلوثًا للنظم الإيكولوجية والأسماك والطيور والثدييات وسلسلة الغذاء البشري

في جميع أنحاء العالم، ولكن التأثير المحلي في مجتمعات التعدين التي تستخدم الزئبق يكون أكثر حدة *(Keating, M. H. (1997), p 2)* .

وتعد عمليات التعدين و خاصة تعدين الذهب و الفضة الغير قانونى هى أكثر الانشطة استخداماً للزئبق في العالم (*AMAP/UN Environment, (2019),p10)*، ويأتي في المرتبة الثانية بعد احتراق الفحم بنسبة تقدر بحوالي ١٧% من إجمالي الانبعاثات ، و ان كان محتوى الزئبق في خام الذهب هو حوالى ١٠ مغ / كجم وتم معالجة مليون طن من الخام في منجم معين فمن المحتمل أن يتم إطلاق ١٠ أطنان من الزئبق في البيئة *(غازي عطية زراك،٢٠١٤،صفحة ٥٢٣)* .

اما عن اسباب استخدامه فى العمليات التعدينية بكثرة فهذا نتيجة الى:

- سرعة وسهولة استخدامه وصعوبة الحصول على بدائل مع رخص ثمنه.
- يمكن استخدامه من قبل شخص واحد بشكل مستقل لاستخراج الذهب.
- عمال المناجم غير مدركين لمخاطر استخدامه *(برنامج الامم المتحدة للبيئة. (٢٠١٨). صفحة ٥).*

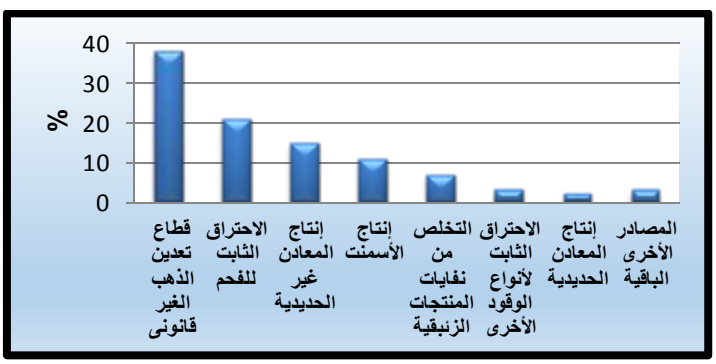
ويمكن أن تكون أبخرة الزئبق في الهواء حول مواقع التعدين عالية بشكل مثير للقلق وتتجاوز دائمًا حد منظمة الصحة العالمية للتعرض العام لـ ١٠٠٠ نانوجرام / متر مكعب. مما يهدد صحة العمال والمجتمعات المحيطة بمناطق المعالجة، وعلى حسب تقديرات منظمة الصحة العالمية فان التعرض لمستويات أبخرة الزئبق التي تزيد عن ١٢٠٠٠٠٠ نانوجرام / متر مكعب يكون قاتلاً بالفعل *(United Nations Environment Programmer,2012, p7:13).*

في عام ٢٠١٥ قدرت الزيادة فى انبعاثات الزئبق العالمية من المصادر البشرية في الغلاف الجوي بحوالي ٢٠% تقريبا ارتفاعاً مما كانت عليه فى تقديرات

عام ٢٠١٠ و ٢٠١١، و قد جاء من افريقيا حوالى ١٦% من إجمالي هذه الانبعاثات، و تمثل الانبعاثات المرتبطة بالأنشطة التعدينية و خاصة غير القانونية حوالى ٣٨% من الإجمالي العالمي *(UN Environment, 2017.p9)* .

وحسب تقييمات الزئبق العالمية الخاصة بدول الدراسة، فنجد ان انبعاثات الزئبق بفعل البشر لعام ٢٠١٥ حسب القطاعات التعدينية المختلفة يشبه إلى حد كبير مثيله في عام ٢٠١٠، وتم التأكد على ان المصدر الرئيسي هو قطاع تعدين الذهب الغير قانونى الضيق النطاق (حوالي ٣٨ ٪) يليه الاحتراق الثابت للفحم (حوالي ٢١ ٪).

شكل رقم (٤) نسبة قطاعات التعدين من انبعاثات الزئبق



المصدر: الشكل من إعداد الطالبة استناداً على بيانات ((AMAP/UN Environment,2019,p30:33

ويتبع ذلك انبعاثات من إنتاج المعادن غير الحديدية (حوالي ١٥ ٪) وإنتاج الأسمنت (حوالي ١١ ٪). وتشكل الانبعاثات المرتبطة بالتخلص من نفايات المنتجات الزئبقية (٧٪) والاحتراق الثابت لأنواع الوقود الأخرى بما في ذلك الكتلة الحيوية (٣٪) وإنتاج المعادن الحديدية (٢٪) والمصادر الأخرى الباقية (٣٪).

جدول (٣) انبعاثات الزئبق السنوية لقطاعات التعدين فى دول منطقة الدراسة

الدولة	المتوسط السنوي للانبعاثات / كجم	الحد الادنى للانبعاثات السنوية	الحد الاقصى للانبعاثات السنوية
اوغندا	٣٠٠٠.٠٠٠	٧٥٠.٠٠٠	٥٢٥٠.٠٠٠
رواندا	٢٢٥.٠٠٠	٥٦.٢٥٠	٣٩٣.٧٥٠
بوروندى	٢٢٥.٠٠٠	٥٦.٢٥٠	٣٩٣.٧٥٠

المصدر : الجدول مجمع من إعداد و تحليل الطالبة اعتماداً على بيانات

UNEP, Global mercury assessment, 2019

AMAP/UN Environment, Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018, 2019

كما يوضح الجدول رقم (٣) ارتفاع كمية الانبعاثات الضارة للزئبق فى دول منطقة الدراسة حيث بلغت فى دولة اوغندا حوالي ١١٤٠٠٠٠ كجم/سنة نتيجة للزيادة والانتشار الكبير لمناجم الذهب غير القانونية والتى تستخدم الزئبق فى معالجة واستخلاص الخام، تليها دولتي رواندا وبوروندى واللتان تعدان متقاربتان فى كمية الانبعاثات الناتجة عن استخدام عنصر الزئبق حيث بلغت الكمية المنبعثة سنويا حوالي ٢٢٥٠٠٠ كجم سنويا مما يلحق الضرر بالبيئة المحلية والاقليمية وحتى العالمية.

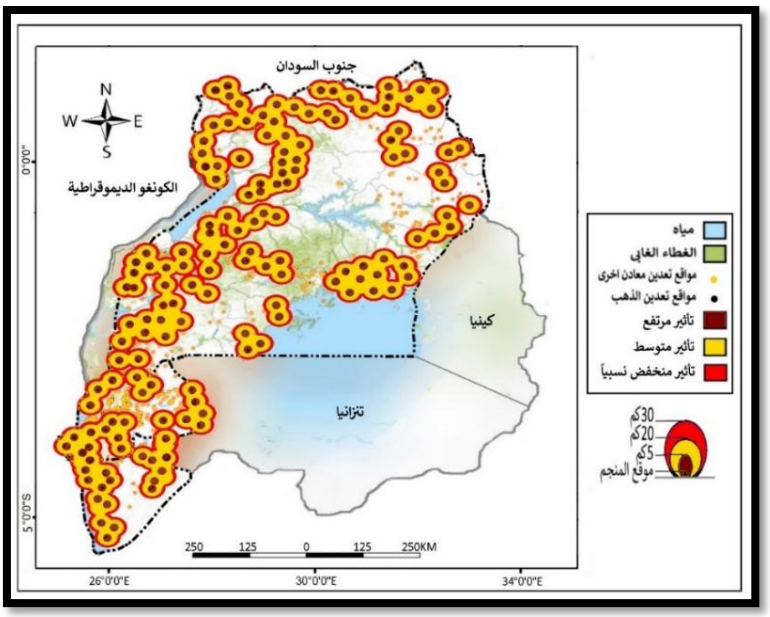
وبالاعتماد على تقييم منظمة United Nations Environment Programmer لعام ٢٠١٨ global mercury (assessment) الذى اثبت بالفعل ارتفاع معدلات استخدام الزئبق فى مواقع تعدين الذهب فى دول منطقة الدراسة نتيجة للأسباب السابقة و عدم وجود رقابة على استخدام مثل هذه المواد السامة و عدم القدرة في التحكم في مستخدميها و لا الكميات المستخدمة منها، و بالفعل تم التيقن من وجود علاقة طردية بين معدلات التلوث بالزئبق و مدى القرب من مواقع التعدين خاصة تعدين الذهب الغير قانونى، وبالتالي فإن تأثيره السلبى

يكون اكثر خطورة على العاملين فى المناجم و سكان المجتمعات المحلية المحيطة والتربة و المسطحات المائية ايضاً .

قامت الطالبة بالاستعانة بنتائج العينات المجمعة من اوغندا والتى تم تحليلها فى المعامل الخاصة بالبنك الدولي *(WORLD BANK. (2017), p53: 60.)* لقياس نسبة الزئبق فى التربة على ابعاد مختلفة من موقع المنجم، وبالتالي تقييم مدى تأثير وجود الزئبق على البيئة، ثم عممت هذه النتائج على باقي المواقع التعدينية التي تم رصدها فى دول منطقة الدراسة وتقسيم النتائج الصادرة عن العينات التى اجراها البنك الدولي الى ٣ فئات (تأثير مرتفع اعلى من ٣٠ مجرام/كجم – تأثير متوسط من ١٠: ٣٠ مجرام/كجم – تأثير منخفض نسبياً من ٠.١: ٩ مجرام/كجم).

وضحت الخريطة رقم (٥) ان المناطق التى تمتد على مسافة ٣٠ كم و اكثر من موقع المنجم تتعرض لتأثير منخفض نسبياً للزئبق و تتراجع تركيزات الزئبق كلما ابتعدنا عن موقع التعدين وبالتالي ينخفض تأثيره السلبى على البيئة، اما المناطق التى تقل عن ٥ كم من موقع المنجم فقد تم العثور على تركيزات للزئبق تتعدى الحد القانوني المسموح فى اتفاقية مينا ماتا بكثير (٠.٢مجرام/كجم) *(Bell, L. (2016). p44.)*حيث تعدت ٣٠مجرام /كجم وزن جاف فى الموقع فأكثر.

خريطة رقم (٥) مدى تأثير استخدام الزئبق على البيئة فى دول منطقة الدراسة



المصدر : الخريطة من إعداد الطالبة اعتماداً على مدى الضرر الذى حددته الدراسة Bell, L. (2016).p44

اما عن السيانيد فإن اكثر من مليون طن منه يستخدم سنويا فى عدد من المجالات من ضمنها معالجة المعادن ولكنه ليس بالكم الذى يستخدم من الزئبق ويستخدم فى شكل محلول سيانيد الصوديوم المخفف للغاية لحل وفصل الذهب عن المواد المحيطة به ويعد غسل السيانيد بديلًا أكثر أمانًا للاستخراج عن الزئبق، وعلى الرغم من ذلك فنجد ان احد مركبات السيانيد شديدة السمية على العديد من الكائنات المائية التى تعيش فى المياه العذبة و يستمر هذا التلوث لفترات طويلة من الزمن حيث يقتل السيانيد الكائنات الحية عن طريق منع نقل الاكسجين فى الخلايا*(Hidayati, N., Juhaeti, T., & Syarif, F. (2009),p89)* ، ويعتمد معدل انهيار السيانيد فى البيئة جزئيا على كمية ضوء الشمس المتاح و ان الغطاء السحابى والغابى فى غابات منطقة الدراسة يمكن ان يسمح لمركبات السيانيد بان

تستمر لفترات اطول من السنة، ولا توجد بيانات فعليه لحجم استخدام السيانيد او مدى الضرر الناتج عنه.

ويستخدم ايضا محلول حمض الكبريتيك لمعالجة المعادن وهو ايضاً يؤثر سلبا على البيئة المحيطة حيث يعمل على اذابة مكونات الصخور بسهولة وفيما بعد يؤدى الغسل فى الموقع الى تلوث المياه الجوفية و قد يكون من الصعب رصد هذا التلوث وقد يتسبب فى اضرر طويلة الامد لمصادر المياه وغيرها *(Ledgerwood, J., & van der Westhuyzen, P. (2011),p1:2)* .

ب-استهلاك الموارد المائية المحلية والطاقة

تشمل موارد المياه المحلية المياه الجوفية والسطحية (بحيرات وانهار)، حيث يستهلك التعدين كميات كبيرة من المياه، مما يؤدى الى انخفاض منسوب المياه فى المسطحات المجاورة اضافة الى زيادة تجفيف مياه الابار والينابيع.

تتطلب مرحلة معالجة المعادن حتى ولو كانت بدائية كم كبير من الطاقة، وتعد الطاقة الكهرومائية المصدر الرئيسي للطاقة فى مجال التعدين ومع ذلك فان سد الانهار وانشاء بحيرات صناعية صغيرة يمكن ان يغير النظم الايكولوجية بشكل كبير عن طريق تغيير التيارات والفيضانات وغيرها.

ج-تلوث الهواء

تحدث ظاهرة تلوث الهواء وانخفاض جودته خلال كل مرحلة من مراحل دورة المنجم ودورة انتاج المعدن، ولكنها تكثر أثناء الأنشطة التشغيلية والانتاجية للمنجم وما يرتبط بها من انشطة.

حيث ان عمليات الحفر وتمهيد الطرق ومحطات المعالجة تولد الغبار والجسيمات لا تؤثر فقط على الرؤية والتنفس ولكن ايضاً تعمل على تلويث المياه

المحلية والنباتات، وإذا لم يتم التحكم فى انبعاثات تلك الجسيمات فأنها تهدد صحة البشر، وان كان هذا التلوث مستمرا فقد يؤدى الى تدمير الحيوانات وموت معظمها، حتى الان فان مصادر وخصائص الغبار والانبعاثات وكذلك تأثيراتها يصعب التنبؤ بها، ولكن يجب أخذها في الاعتبار لأنها يمكن أن تكون مصدراً خطيراً لملوثات الهواء.

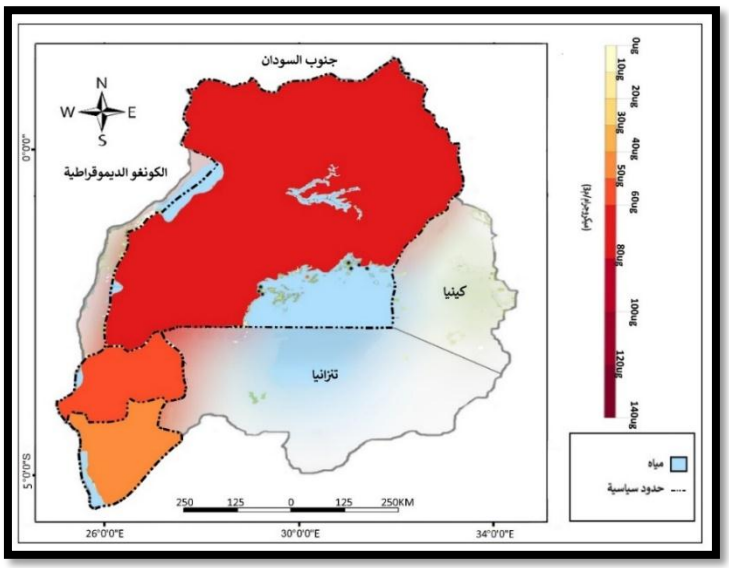
جدول(٤) متوسط تركيزات الجسيمات العالقة التى يقل قطرها عن ٢.٥ميكرون التى عرض السكان لها

الدولة	متوسط تركيزات الجسيمات ٢٠٠٠ (ميكروجرام/م٣)	مدى تركيزات الجسيمات ٢٠١٨ (ميكروجرام/م٣)
اوغندا	٦٠.٣٦	٧٥.٩١
رواندا	٥٣.٧٥	٥٤.٧٩
بوروندى	٤٧.٠٨	٤٨.٣٨

المصدر: الجدول مجمع من إعداد الطالبة استناداً الى بيانات (WHO (2016). Technical Paper #1: Environmental and Occupational Health Hazards Associated with Artisanal and Small-Scale Gold Mining.,P 85:90)وبيانات البنك الدولى 2019 (online)

من الجدول رقم (٤) نجد ان انبعاث الجسيمات التى يقل قطرها عن ٢.٥ ميكرون تكون في المقام الأول عن طريق العمليات التعدينية وما يصاحبها من أنشطة، فضلاً عن دور الرياح فى نقلها من مكان لأخر، كما يوضح مقدار ما يتعرض له السكان فى المتر المكعب داخل دول منطقة الدراسة لتلك الجسيمات، فنجد على سبيل المثال اوغندا تتعرض لأعلى المستويات التى حددتها منظمة الصحة العالمية، وهذا الامر لا يقل خطورة فى كل من رواندا وبروندى على التوالي، وهذا ما توضحه الخريطة رقم (٦).

خريطة رقم (٦) متوسطات تعرض السكان للجسيمات العالقة التى يقل قطرها عن ٢.٥ ميكرون (ميكروجرام/م٣) فى دول منطقة الدراسة



المصدر: عمل الطالبة

كما ان معالجة المعادن ايضا تولد انبعاثات اكسيد الكربون Co و ثاني اكسيد الكبريت so2 و اكاسيد النيتروز Nox ، وبالنظر الى الكميات الصغيرة من اول اكسيد الكربون يمكن ان تكون مميتة للسكان و خاصة فى الاماكن المغلقة مما يشكل تهديداً كبيراً على العمال ، اما ثاني اكسيد الكبريت و اكاسيد النيتروز فهما غازات منتجة للأمطار الحمضية حيث يعدان من المشاكل البيئية الاكثر تدميراً،

وتعد انبعاثات ثاني اكسيد الكبريت التى لم يتم التحكم فيها بشكل صحيح حتى الان من المشكلات البيئية الاكثر اهمية ، حيث تشير التقديرات الى ان حوالى ١٣% من انتاج ثاني اكسيد الكبريت الذى يولده الانسان فى العالم يأتي من صهر و معالجة المعادن(*Rajaei, E., Hadadi, M., Madadi, M., Aghajani, J., (Ahmad, M. M., Farnia, P., ... & Velayati, A. A. (2018),p38* ، و حتى

المستويات المنخفضة منه يمكن ان تسبب اضراراً صحية خطيرة للإنسان و الحيوان و تهدد النباتات و الحياه البرية ، حيث وجد ان الاشجار المحيطة قد دمرت و اصبحت التربة اكثر حمضية و ماتت الاشجار كنتيجة مباشرة لانبعاثات ثاني اكسيد الكبريت، بالإضافة الى ذلك يتفاعل ثاني اكسيد الكبريت مع الماء فيتكون حمض الكبريتيك الذى يسقط على هيئة امطار حمضية لديها القدرة على اتلاف الغابات و الموائل الاخرى على بعد مئات الاميال عن المناطق التى ينبعث منها *(Pokorná, P., Hovorka, J., & Brejcha, J. (2016, October),p2)* .

توضح الخريطة رقم (٧) قيم مؤشر جودة الهواء فى دول منطقة الدراسة فى العشرين من اكتوبر عام ٢٠١٩م فى الساعة الثانية ظهراً (AQI هو مؤشر لتوضيح جودة الهواء اليومية و يخبرك بمدى نظافة الهواء أو تلويثه)، ومن ثم الآثار الصحية المرتبطة به والتي قد تشكل مصدر قلق، ويركز AQI على الآثار الصحية التي قد تواجه السكان بعد استنشاق الهواء الملوث، وتغطي الخرائط دول منطقة الدراسة بأكملها بحجم خلية ٥ × ٥ أمتار ، وتعتمد على قيم تركيز CO وSO_2 و NOx و NO_2 *(Guttikunda, S. 2010,p3:7)*، وتمثل قيم الخلايا متوسط قيم التركيز لعام ٢٠١٩م و توضح النمط المكاني لتركيز تلوث الهواء على المستوى الوطني فى دول منطقة الدراسة ، حيث يعد مؤشر تلوث الهواء معياراً يمتد من ٠ إلى ٥٠٠ فكلما ارتفعت قيمة المؤشر زاد مستوى تلوث الهواء ، فعلى سبيل المثال تمثل قيمة مؤشر جودة الهواء البالغ ٥٠ درجة جودة هواء جيدة مع إمكانية ضئيلة للتأثير على الصحة العامة ، في حين تمثل قيمة مؤشر جودة الهواء أكثر من ٣٠٠ جودة هواء خطرة ، اما قيمة مؤشر AQI البالغة ١٠٠ فتتوافق مع

المعايير الوطنية لجودة الهواء الخاصة بالملوث ، وهو المستوى الذي حددته وكالة حماية البيئة لحماية الصحة العامة ، و يُعتقد عمومًا أن قيم مؤشر جودة الهواء أقل من ١٠٠ تعد مرضية ، وعندما تكون قيم AQI أعلى من ١٠٠ تعد جودة الهواء غير صحية(Kowalska, M., et al,2009 ,p 18) . وبالتالي فان مؤشر جودة الهواء ينقسم إلى ست فئات كما يوضحها الجدول رقم (٥)

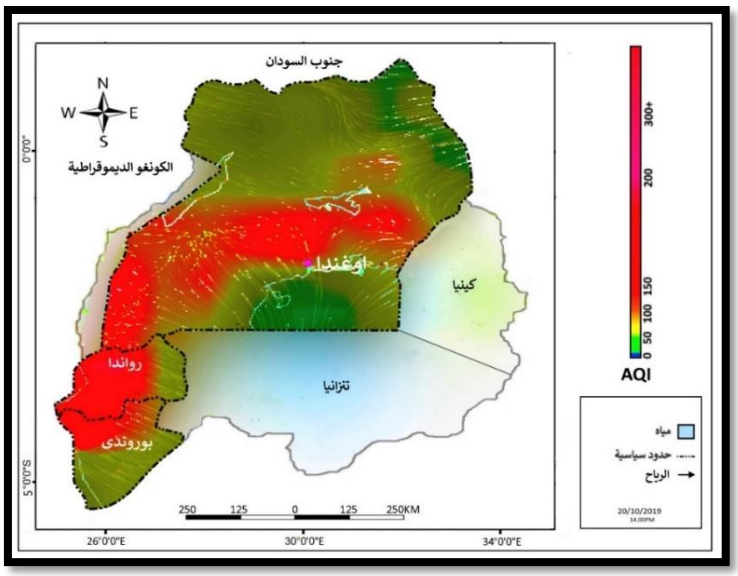
جدول رقم (٥) تصنيف فئات مؤشر جودة الهواء

درجة المؤشر	نوعية الهواء	التأثير الصحى
جيد" من ٠ إلى ٥٠	مرضية	يشكل تلوث الهواء أي مخاطر
معتدل" من +٥٠ إلى ١٠٠	مقبولة	قد يكون هناك قلق صحي معتدل بالنسبة لبعض الملوثات
+١٠٠ إلى ١٥٠	غير صحي للمجموعات الحساسة المصابين بأمراض الجهاز التنفسي، مثل الربو	قد يعاني أعضاء المجموعات الحساسة من آثار صحية ومن غير المحتمل أن يتأثر عامة السكان
+١٥٠ : ٢٠٠	غير صحي	قد يتأثر كل شخص ببعض الآثار الصحية الضارة، وقد يتعرض أعضاء المجموعات الحساسة لآثار أكثر خطورة
+٢٠٠ : ٣٠٠	غير صحي للغاية	هذا من شأنه أن يؤدي إلى تنبيه صحي يشير إلى أن كل شخص قد يعاني من آثار صحية أكثر خطورة
+٣٠٠	خطرة	هذا من شأنه أن يؤدي إلى تحذيرات صحية من حالات الطوارئ، ومن المرجح أن يتأثر به جميع السكان

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة اعتمادا على بيانات Kowalska, M., Ośródka, L., Klejnowski, K., Zejda, J. E., Krajny, E., & Wojtylak, M. (2009). Air quality index and its significance in environmental health risk communication. Archives of Environmental Protection, 35(1), 13-21,

وخصصت وكالة حماية البيئة لونًا محددًا لكل فئة من فئات المؤشر لتسهيل فهم الأشخاص بسرعة ما إذا كان تلوث الهواء يصل إلى مستويات غير صحية في مجتمعاتهم، فيعني اللون البرتقالي أن الظروف "غير صحية بالنسبة للمجموعات الحساسة"، في حين أن اللون الأحمر يعني أن الظروف قد تكون "غير صحية للجميع"، وهكذا (*U.S. Environmental Protection Agency. (2014,p2:10.*

خريطة رقم (٧) مؤشر جودة الهواء فى دول منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات البنك الدولى الخاصة بتركيزات الغازات الملوثة و بأستخدام برنامج GaBi Software النسخة التجريبية المجانية (https://www.iqair.comو تطبيق Air Quality Index, Pollen & Fires – BreezoMeter.

وتوضح الخريطة رقم (٧) ارتفاع متوسط قيم التركيز داخل دول الدراسة و ان معدلها السنوي أعلى من إرشادات منظمة الصحة العالمية بشأن جودة الهواء فالمستويات مرتفعة في جميع المناطق الحضرية والصناعية، لكن التركيزات مرتفعة للغاية في وسط اوغندا و جنوبها الغربي و فى غرب رواندا و الشمال الغربى من بوروندى حيث تعدى مؤشر الجودة +٢٠٠، ويعد تلوث الهواء داخل دول منطقة الدراسة هو نتيجة اخرى لأنشطة التعدين غير القانونى (*Ghose, M. K. (2002). p228*).

حيث ينتج عن عمليات الحفر و الاستكشاف و تمهيد الطرق و انتقال المركبات الكثير من الغبار الى الهواء المحيط ، و ينتج التعدين ايضا نسبة كبيرة

الغازات كأول اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكبريت التى تمنع وصول العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات حيث يمثل هذا النوع من التلوث حوالى ٢٠% ، و نتيجة لعمليات صهر المعادن و ما تنتجه من غازات سامة خطيرة تعمل على انتاج الامطار الحمضية بنسبة تقريبية تبلغ حوالى ٣٠% وهى بدورها تعمل على تدمير النباتات و الغابات على بعد اميال كثيرة (*Mirakovski, D., Hadzi-Nikolova, M., Doneva, N., Despodov, Z., & Mijalkovski, S. (2011),p 65*)

٤ – الاثار البيئية السلبية المحتملة لمخلفات المناجم

يمكن ان تؤدى المخلفات التى تم التخلص منها بطريقة غير صحيحة الى تلوث شديد للأنظمة البيئية المحلية، تتكون من جزيئات مطحونة ناعمة تشمل المخلفات الكيميائية المستخدمة فى فصل المعدن المستهدف و غالبا ما نجد فيها معادن كبريتيد و عناصر معدنية سامة و يتم نقل هذه الجزيئات بسهولة عن طريق الهواء او الماء وبالتالي فهي تشكل تهديدا كبيرا (*Smith, K. S., Wildeman, T. R., Choate, L. M., Diehl, S. F., Fey, D. L., Hageman, P. L., ... & Smith, B. D. (2003),p3*) .

وعلى سبيل المثال فأن منجم Kilembe الغير قانونى الخاص باستخراج النحاس الذي يقع فى مقاطعة Kasese فى غرب اوغندا، خلال عمليات تعدينه و معالجته من ١٩٥٦ إلى ١٩٨٢ خلف أكثر من ١٥ طن مترى (جبلًا) من النفايات المحتوية على البايرايت المكربن والكبريتري الملقى فى الانهار و البحيرات القريبة (نهر Nyamwamba و بحيرة جورج) فى مسافة تصل الى حوالى ١٣٥٠كم٢ على طول النهر، بالإضافة إلى ذلك يتم ضخ مياه المنجم من تحت الأرض إلى

سطح الأرض و السماح له بالتدفق عبر التربة الزراعية المحيطة والكتل المائية. و قد أجري تحليل عينة من كلية العلوم البيولوجية لجامعة نوتنجهام فى المملكة المتحدة و وجدت مستويات عالية من تركيز المعادن وخاصة النحاس والكوبالت والنيكل والزنك والرصاص في التربة الزراعية (أعشاب العلف للماشية) ومصادر المياه المحلية وغبار متراكم على المنازل والرواسب الضارة في الماء (*Mwesigye, A. R., Young, S. D., Bailey, E. H., & Tumwebaze, S. B. (2019,p1:8.)* .

واحتوت الأطعمة والأعلاف المزروعة على تركيزات أعلى بكثير من النحاس والكوبالت والزنك ، التي يتم تناولها في الأطعمة من قبل السكان المحليين ، و أكدت الاختبارات التي أجريت على متطوعي منطقة كيلمبي أن السكان المحليين كانوا أكثر تعرضًا للمعادن خاصة النحاس والكوبالت والنيكل ، و كان الأطفال أكثر عرضة من البالغين ، كما ان المستويات المرتفعة من المعدن وجدت في العلف و بالتالى آثرت على صحة الحيوانات و انعكست أيضًا على انتاج اللبن ولحوم الأبقار المنتجة في منطقة كيليمبي مما يعرض المستهلكين لمستويات مرتفعة من المعادن.

وبالرغم من مرور حوالي ٣٦ عامًا منذ انتهاء تعدين النحاس في منجم Kilembe ، الا انه حتى الآن لا يزال السكان يعانون من آثار التلوث ، حيث اظهر الباحث Abraham R. Mwesigye أن المستويات العالية من المركزات المعدنية بما في ذلك النحاس والكوبالت والنيكل والزنك والزرنيخ تظل موجودة في التربة الزراعية ومصادر المياه العامة ، وبالتالي تعريض البيئة و السكان للتلوث ، و وجدت المياه غير المعالجة في المسطحات المائية مثل بحيرة جورج ونهر

نياموامبا ، وهما مصدر المياه الرئيسي في كاسيسي والمناطق المحيطة بمبوندووى(ALFRED OCHWO.(2020).p6.) .

٥ – الاثار البيئية السلبية المحتملة لتصريف الصخر الحمضي

يعد تصريف الاحماض الصخرية أحد اهم التهديدات المرتبطة بعمليات التعدين غير القانونى بسبب سميته واستمرار تأثيره لسنوات وعقود عديدة بعد توقف عمليات التعدين، ويمكن ان يحدث تصريف الاحماض فى اى من الفئات الاساسية الثلاثة للمواد الناتجة فى عمليات التعدين (خام – النفايات الصخرية – المعادن).

ومن المؤشرات القوية على تصريف الصخر الحمضي انتشار المياه ذات اللون البرتقالي فى البحيرات و الجداول القريبة من مواقع المناجم، و تأتى هذه المياه نتيجة ذوبان المعادن بسهولة و سرعة اكبر بالمياه، اما الوحل البرتقالي والاحمر و البنى الذى يغطى قاع المجارى المائية فهو نتيجة لترسب المعادن المذابة كالاكسيدات والهيدروكسيدات و هذا بدوره يعمل على تفاقم مشكلة سمية المعادن و تركزها بالمياه المحيطة للمناجم (Johnson, D. B., & Hallberg, K. B. ((2005). p14. .

ونتيجة للظروف المناخية التى تتمتع بها دول منطقة الدراسة (اقليم المناخ المدارى المطير) يمكن ان تكون احتمالية تلوث المياه و التربة الناتجة عن تصريف الاحماض الصخرية اكبر منها فى المناطق المعتدلة لان متوسط درجة الحرارة للمناطق المدارية اعلى من المناطق المعتدلة، وبالتالي فان درجات الحرارة المرتفعة والامطار الغزيرة تشجع على النمو السريع للنباتات الضارة و الميكروبات على معادن محددة مثل البايرايت وكبريتيدات الحديد الاخرى لزيادة معدلات التفاعل الكيميائي لتلك للمعادن (Dold, B. (2017). p132.) .

كما ان هذه العوامل تساعد على التجوية السريعة للصخور و المعادن و بالتالي تساعد على تحلل البايرايت والمعادن الاخرى المشابهة للكبريتيد، مما يؤدى الى التصريف الصخري الحمضي وتركيزات اعلى من المعادن وغيرها من المكونات الكيميائية فى التربة والمياه، كما تؤدى مستويات هطول الامطار المرتفع فى دول منطقة الدراسة الى رشح المعادن القابلة للذوبان كالكربونات مما يترك التربة و المياه فى درجة الحموضة المنخفضة بشكل طبيعي (*Sweeting, A. R., & Clark, A. P. (2000),p20:38*).

أ-حموضة التربة والمياه PH

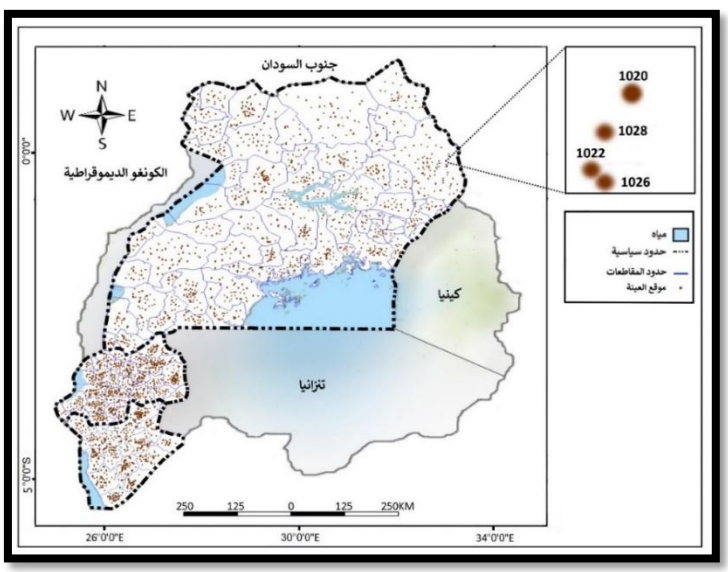
بالاعتماد على نتائج البيانات المقدمة من على Vital Signs (تقوم Vital Signs بجمع ودمج البيانات المتعلقة بالزراعة والنظم البيئية ورفاهية الإنسان عبر العديد من الدول الأفريقية) التى تمت عن طريقه جمع عينات من التربة من النقاط المنتشرة في جميع أنحاء دول منطقة الدراسة التي تعمل فيها لإنشاء خرائط لمحتوى مغذيات التربة عبر القارة ، و بعد تحليلها في مختبر المركز العالمي للزراعة الحراجية في نيروبي و فى المركز الدولي لمراجع المعلومات والتربة (ISRIC)، مع عينات من التربة من مبادرات أخرى مثل AfSIS و EthioSIS و OneAcre Fund للحصول على بيانات عن خصائص التربة بما في ذلك حجم الجسيمات ، ودرجة الحموضة ، فضلاً عن استخدام البيانات الجغرافية حول التغيرات المشتركة المعروفة لمغذيات التربة مثل الغطاء الأرضي ، والتساقط ، والصخور ، والغطاء النباتي للتنبؤ بحموضة التربة و عدم صلاحيتها .

جدول (٦) عدد العينات التى تم جمعها بواسطة Vital Signs

الدولة	عدد العينات التى تم تحليلها	عدد العينات المجمعة
اوغندا	1059	1149
رواندا	1068	1423
بوروندى	١٠٩٤	١٢١٠
المجموع	٣٢٢١	٣٧٨٢

المصدر : الجدول استناداً الى بيانات Natural Resources Conservation Service (USDA) و Vital Signs Atlases

خريطة رقم (٨) موقع عينات حموضة التربة

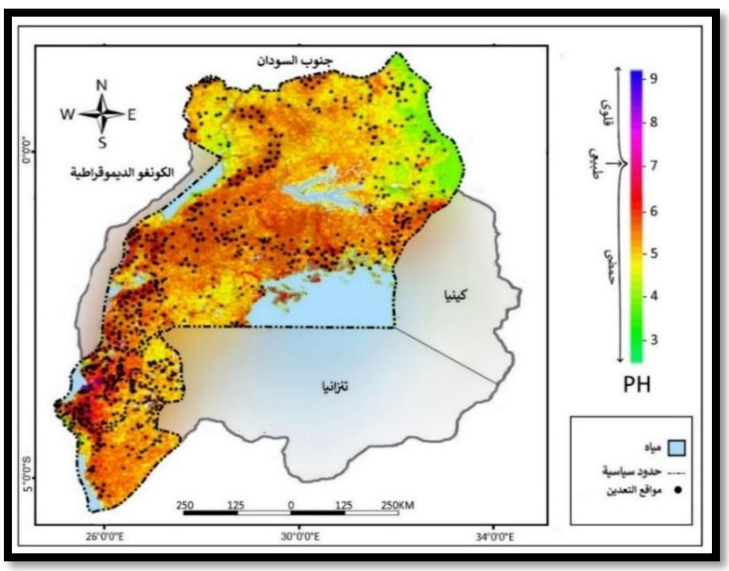


المصدر: الخريطة من إعداد الطالبة استناداً الى بيانات Natural Resources Conservation Service (USDA) و Vital Signs Atlases

توضح الخريطة رقم (٩) نسبة حموضة التربة السطحية على عمق من ٠ الى ٥ سم فى دول منطقة الدراسة ، حيث يتبين منها ارتفاع معدلات الحموضة المتأثرة بعدد من العوامل احد اهمها تصريف الاحماض الصخرية الناتجة عن العمليات التعدينية خاصة فى الطبقات السطحية من التربة(*Frink, C. R., & Voigt, G. K. (1977).p 371*) ، و توضح ايضاً ان قيم الرقم الهيدروجيني فى غالبية منطقة الدراسة أقل من ٧ (فإن التربة تكون حمضية) وهي تعد من النسب المرتفعة

و التى تجعل من الصعب استغلال التربة فى الزراعة الا بعد تحسينها ، و نجد ان حوالى ٤٠% من تربة دولة بوروندى تعانى من ارتفاع معدلات الحموضة ، اما فى دولة رواندا فتشير التقديرات إلى أن التربة الحمضية تمثل حوالى ثلثي التربة في رواندا حيث تراوحت ما بين ٧ الى ٥ .

خريطة رقم (٩) حموضة التربة اقل من ٥سم عمقاً الناتجة عن التلوث بالحمض الصخري



المصدر: الخريطة مجمعة استناداً الى بيانات Natural Resources Conservation Service (USDA) و Vital Signs Atlases

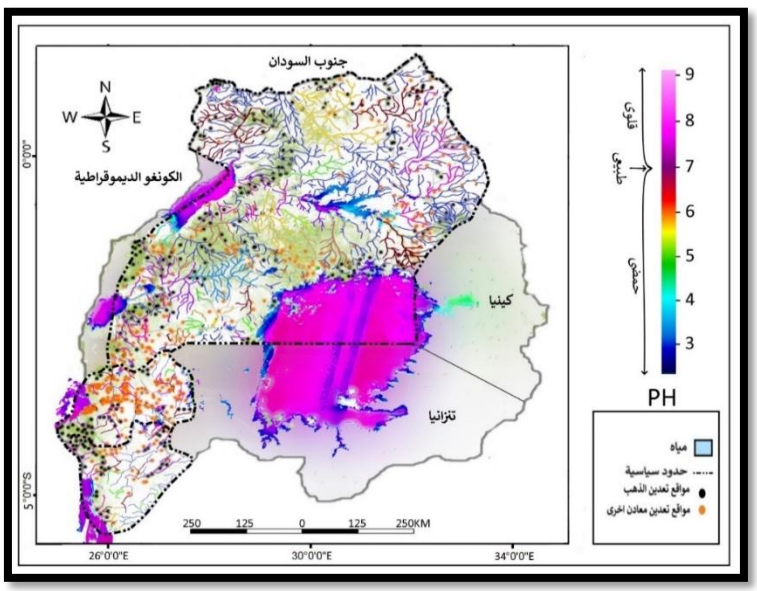
ونجد فى اوغندا ارتفاع مستويات الحموضة خاصة فى الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والتي تجاوزت ٣ درجة اضافة الى بعض المناطق فى بوشني وكيروهورا وليانتوند ومبارارا وروكونجيري وكانونجو ونتونغامو وكيسورو وكابالي وإيسينجيرو وراكاي ومقاطعة روكونجيري، ومن المؤكد ان ظروف حموضة التربة تزداد سوء يوميا بعد يوم.

اما عن حموضة المياه و تلوثها فى دول الدراسة فقد ازدادت منذ ظهور و انتشار عمليات التعدين غير القانونى(*Besser, J. M., Finger, S. E., & Church, S. E. (2007),p 98*) ، و قد اشارت البيانات المستقاه من الابحاث والتقارير الى ان مثل هذه المصادر المائية اصبح من الصعب الاعتماد عليها للطبخ و الشرب دون دخولها فى مراحل تنقية و معالجة ، و يظهر ذلك بصورة واضحة فى تغير لون المياه بشكل ملحوظ و تغير مذاقها و رائحتها و اصبحت موحلة ، و من هنا يعد تصريف المناجم الحمضية أحد أخطر تهديدات التعدين غير القانونى لموارد المياه.

لقد قام كلً من global commission on pollution health and development و Global Alliance on Health and Pollution اضافة الى برنامج International Initiative on Water Quality التابع الى UNESCO Water Quality و مركز حقوق البيئة (CER) بجمع عدد كبير من العينات التى استعانت الطالبة بنتائجها (قياسات جودة المياه المعتمدة على الأقمار الصناعية و تقارير تتضمن مقاييس إحصائية على مدى فترة زمنية مدتها عام واحد لأي محطة رصد افتراضية لأي موقع في جميع أنحاء العالم) لتقييم مستوى حموضة المياه الناتج عن عدد من الاسباب من اهمها تصريف الحمض الصخري الناتج من العمليات التعدينية ، حيث تقدم البوابة الالكترونية لليونسكو لجودة المياه IHP IIWQ معلومات فعالة و موثوقة عن جودة المياه في جميع أنحاء العالم لأنظمة المياه العذبة والبحيرات والأنهار ، باستخدام قياسات من أجهزة استشعار و مراقبة الأرض (satellite-based earth observation (EO)

(sensors، و توضح الخريطة رقم (١٠) ارتباط مستويات تعرض المياه للحموضة مع كثافة العمليات التعدينية و غيرها من الاسباب المرتبطة بالتأثيرات السمية الحادة أو المزمنة مما يمثل أكبر خطر على المنظومة البيئية .

خريطة رقم (١٠) قيم حموضة المياه PH الناتجة عن التلوث بالحمض الصخرى فى دول منطقة الدراسة



المصدر : الخريطة استناداً الى بيانات The UNESCO-IHP IIWQ World Water Quality Portal و global commission on pollution health and development و Global Alliance on Health and Pollution

واستندت الخريطة الى نتائج مجموعات العينات التي جمعتها منظمة اليونيسكو خلال الفترة من ٢٠١٥ إلى ٢٠١٨، وتمت مقارنة مخاطر السمية المرتبطة بنطاقات تركيزات المعادن بمعايير الجودة المائية (*Charles E. Stephen, Donald I. Mount, David J. Hansen, John R. Gentile, Gary A. Chapman, and William A. Brungs.(2010).* التى اقرتها وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA لحماية الكائنات الحية المائية الحساسة، واوضحت غالبية نتائج العينات

ارتفاع درجات الحموضة بالمصادر المائية فى دول منطقة الدراسة (درجة الحموضة <٧).

وتوضح الخريطة رقم (١٠) رموز اللون الخاصة بفئات المخاطر المختلفة، حسب ترتيب الخطر المتزايد: الأزرق (لا يُتوقع حدوث سمية أي ان تركيز المعدن أقل من الحد الأدنى للسمية)، الاصفر (يتجاوز معيار جودة المياه المزمن)، الاحمر (يتجاوز معيار جودة المياه الحاد)، البنفسجي (يتجاوز معيار جودة المياه الحاد المزمن).

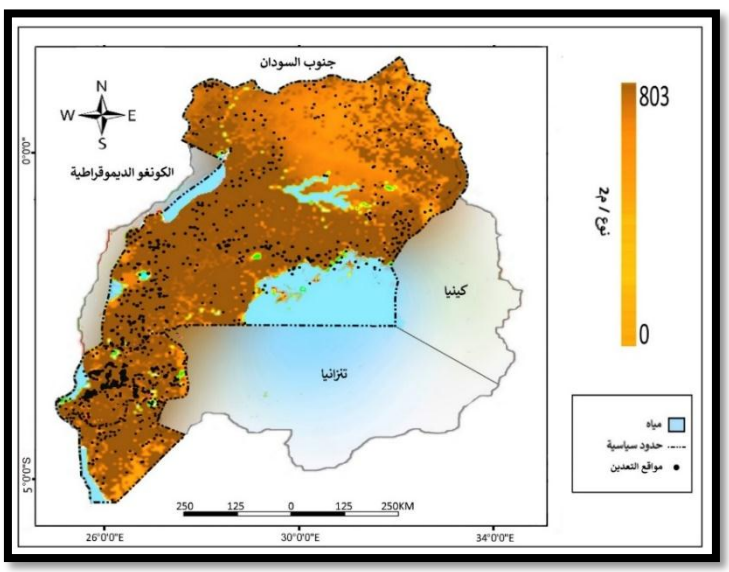
وتطبيقا لبيانات The Pilot Analysis of Global Ecosystems (*CARMEN REVENGAJAKE BRUNNERNORBERT HENNINGERKEN KASSEMRICHARD PAYNE.(2000)*) داخل مناطق التعدين غير القانونى فى دول منطقة الدراسة ، و وفقا لهذا التحليل اتضح وجود حوالى ٢٢% منها داخل احواض الانهار او بالقرب منها ، و حوالى ٩% من هذه المناجم الموجودة داخل الاحواض او بالقرب منها تستخدم بالفعل الرواسب فى الانهار و البحيرات للبحث عن المعادن ، فهذه المسطحات المائية ذات المطالب التنافسية على المياه بين دول الحوض قد يكون التعدين غير متوافق مع الاستخدامات الاخرى للمياه ، اضافة الى ذلك فى حال عدم تطبيق الضوابط الصارمة لجودة المياه فان المياه المعادة الى احواض الانهار و البحيرات من عمليات التعدين لا تكون مناسبة للاستهلاك و لا لتواجد الحياة المائية بها.

٦ – الاثار البيئية السلبية للتعدين على التنوع البيولوجي

تنتشر فى دول منطقة الدراسة اعداداً كبيرة من الثروة البيولوجية نتيجة لتوافر الموائل والظروف الطبيعية، كما توضح الخريطة رقم (١١) ان جميع دول

منطقة الدراسة تحتوي على انواع ليست قليلة من الفصائل النباتية والحيوانية تصل الى اكثر من ٨٠٠ نوع خاصة فى الاجزاء الجنوبية و الغربية من اوغندا و الاجزاء الشمالية و الغربية من بوروندى و تنتشر على مساحات واسعة من رواندا، وان عمليات التعدين غير القانونى تقام غالبيتها فى المناطق الغنية بالتنوع البيولوجي مما يؤثر سلباً عليها.

خريطة رقم (١١) اعداد الانواع البيولوجية فى دول منطقة الدراسة/م٢



المصدر: الخريطة اعتمادا على بيانات من IUCN و Convention on Migratory Species

يلخص الجدول رقم (٧) المراحل الرئيسية لعملية استخراج المعادن، بما في ذلك الأنشطة الرئيسية وتأثيراتها السلبية المحتملة على البيئة وبالتالي مستويات التنوع البيولوجي.

جدول (٧) التأثيرات المحتملة لمراحل التعدين غير القانوني على التنوع البيولوجي

المرحلة	الأنشطة	التأثير المحتمل للتنوع البيولوجي
الاستكشاف	الحفر وتمهيد الطرق الترابية	فقدان الموائل -اضطراب الحياة البرية -زيادة الطلب على الموارد المائية المحلية -فقدان الأنواع بسبب زيادة عمليات الصيد
إعداد الموقع / استخراج المعادن	بناء المناجم ومخيمات الاقامة (إزالة الغطاء النباتي، تجريد التربة، إلخ) - إنشاء أكوام النفايات الناتجة عن الحفر	فقدان الموائل -التلوث الكيميائي للمياه السطحية والجوفية -انخفاض عدد الأنواع -تأثيرات السمية على الكائنات الحية -زيادة التآكل والطمي -زيادة الاستيطان السكاني وفقدان الأنواع المرتبطة بالمواقع
المعالجة	عمليات المعالجة البدائية باستخدام الزئبق والرصاص وغيرها من مواد سامة	تصريف المواد الكيميائية الضارة المستخدمة والاضرار بالحياة البرية

المصدر : الجدول من إعداد الطالبة

وفى نهاية عمليات التعدين غير القانونى تترك اثار سلبية كبيرة تؤثر على الكائنات الحية فى مساحات واسعة و اقاليم متباينة لعقود ، وفى بعض الحالات يؤدى التعدين الى القضاء على النظم الإيكولوجية بأكملها بشكل دائم ، حيث يمكن ملاحظة خسارة التنوع البيولوجي في مناطق واسعة من دول الدراسة ، و تم تحديد أكبر انحصار للتنوع البيولوجى فى منطقة صدع البرتين على طول بحيرة كيفو في رواندا وبحيرة إدوارد في جنوب غرب أوغندا ، و ايضا فقدت مساحات كبيرة على طول بحيرة فيكتوريا في أوغندا بسبب انتشار عمليات التعدين الغرينى غير القانونى.

وعلى نطاق اوسع قد يؤثر التعدين غير القانونى على التنوع البيولوجى عن طريق تغيير تركيبة الانواع و بنيتها ، فمن خلال الخريطة رقم (١١) ، تبين ان اكثر من ٥٥% من المناجم النشطة العشوائية و مواقع الاستكشاف تتداخل مع او تقع داخل دائرة نصف قطرها ١٠كم من المناطق الغنية بالتنوع البيولوجى و حوالى ١٠% منهم داخل المستجمعات المائية و المناطق المحيطة التى تعدها المنظمات الدولية مناطق ذات قيمة بيئية عالية (Hot Spots) ، و تشير نتائج

الخرائط ان التداخل بينهما يمثل تحدياً كبيراً من الصعب السيطرة عليه خاصة فى المناطق التى يصعب الوصول اليها ، او تلك التى تفتقر الى حدود واضحة المعالم خاصة للمحميات و عدم تعريف المتنزهات الطبيعية و حدود الغابات ، مما يخلق فرصاً كبيرة لصراعات استخدام الارض و تدهور التنوع البيولوجى بها .

وكما ذكرت الدراسة الاثار البيئية للتعدين غير القانونى فى دول الدراسة، سعت ايضا فى الجدول رقم (٨) الى تقدير انشطة التعدين غير القانونى التى تسببت بالفعل فى تلوث البيئة داخل دول الدراسة.

جدول (٨) اسباب التأثيرات البيئية للتعدين فى دول منطقة الدراسة

اسباب التأثيرات البيئية للتعدين على البيئة	النسبة المئوية
اكوام النفايات	٤٠
استخدام المواد الكيميائية السامة	١٠
ازالة الغطاء النباتي والغابي	٢٠
عدم اعادة ردم حفر المناجم بعد الانتهاء	٢٥
استخدام الادوات البدائية والعربات	٥

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة

فمن الجدول رقم (٨) نجد ان هناك عدد من الاسباب المتعلقة بالتعدين غير القانونى التى لها الاثر الاكبر على البيئة داخل دول الدراسة ، حيث تتصدر هذه الاسباب إلقاء اكوام من النفايات التعدينية (الصخور الارضية منعدمة القيمة المادية – مخلفات عمال المناجم المقيمين فى الخيام – الناتج من عمليات المعالجة البدائية التى تجرى على الخام لفصله من الصخر) وقد كشفت الدراسة الاثر السلبى الكبير لهذه المخلفات فى تدهور و تلوث الارض والمياه وما ينتج عنها من تصريف للحمض الصخري بنسبة تقديرية تبلغ حوالى ٤٠%، تليها عدم اعادة او استصلاح مواقع وحفر التعدين بنسبة تقديرية حوالى ٢٥% حيث ان اعادة ملئ

واستصلاح الارض بعد الانتهاء من العمليات التعدينية تجعل الارض مناسبة للاستعمالات الاخرى ، ثم ازالة و تطهير الارض و تمهيد الطرق الترابية لسهولة الوصول الى مواقع التعدين بنسبة ٢٠% والسبب التالى هو استخدام المواد الكيميائية السامة فى عمليات معالجة المعادن و خاصة الذهب كالزئبق و التى يعد من اهم الاسباب التى تؤدى الى تلوث الارض و المياه بنسبة تقديرية حوالى ١٠% ، وفى النهاية تبين ان تأثير استخدام الادوات البدائية و العربات الخاصة بنقل العمال و الخام التى تنشر الغبار و تدمير الارض و تلوث المسطحات المائية تؤثر بنسبة ٥% من بين الاسباب المؤثرة و المشاركة فى التلوث البيئي داخل دول منطقة الدراسة .

ثانياً: المخاطر الطبيعية للتعدين

على الرغم من محدودية وقدم البيانات فيما يتعلق بالمناطق المعرضة للخطر فى دول منطقة الدراسة كالزلازل والمناطق المعرضة للرطوبة المرتفعة التى يمكن استخدامها فى تحديد المناطق التى تشكل تحديات لعمليات التعدين المستدام، إلا أن الدراسة حاولت التوصل الى نتائج جديدة من خلال تحليل المخاطر عن طريق الخرائط وصور الاقمار الصناعية، وتم من خلالها التوصل الى ما يلي:

- ٤٩% من المناجم توجد فى مناطق تتميز بخطر زلزالي مرتفع، وهذا يشكل خطر كبير على المناجم المنتشرة فى دول منطقة الدراسة والعاملين بها.
- ٤٨% من المناجم توجد فى المناطق التى قد تتعرض لمشكلات جودة المياه خاصة انها تقع فى الاقليم (المداري الرطب).

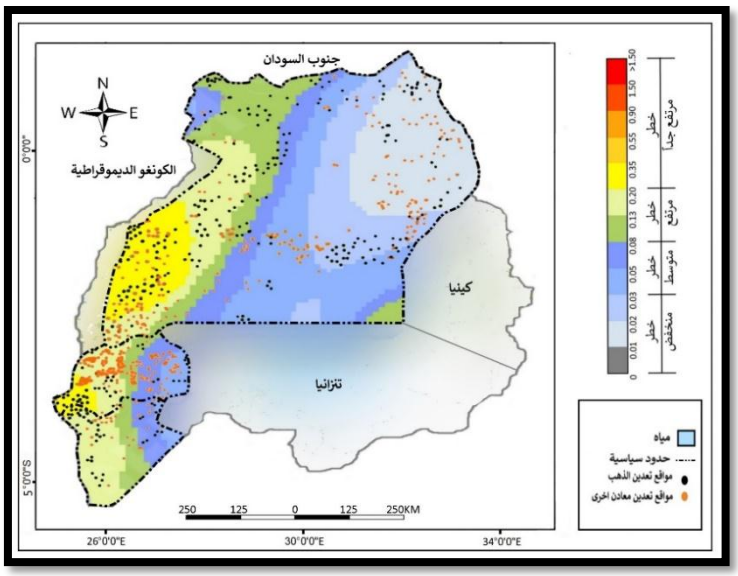
وعلى الرغم من انه قد تم دراسة المخاطر الطبيعية و توثيقها على مستوى العالم ، و انتجت (ICOLD) العديد من النشرات التى تحدد معايير المخاطر لبناء المناجم و التى تشمل المخاطر الطبيعية ، مع ذلك فان الخرائط التالية رقم (١٢) و (١٤) تحلل و تقارن المناطق المعرضة للأخطار الطبيعية بمواقع التعدين على مستوى دول منطقة الدراسة ، و ينقسم هذا التحليل الى قسمين هما الخطر الزلزالي و مخاطر الرطوبة الشديدة ، و قد تم إنشاء الخريطة من خلال تجميع الخرائط و البيانات المحسوبة باستخدام نماذج المخاطر الزلزالية الاحتمالية الوطنية والإقليمية التي طورتها مؤسسات ومشروعات دولية مختلفة.

١ – المخاطر الزلزالية

تشكل الزلازل مصدر قلق رئيسي لسلامة المناجم الغير قانونية و العاملين فيها، و قد قدرت امكانية عدم الاستقرار الجيولوجي باستخدام خرائط الخطر الزلزالي العالمية بالاعتماد على المشروع التجريبي الذى أجرته الامم المتحدة و الذى يسمى البرنامج العالمي لتقييم مخاطر الزلازل فى جميع انحاء العالم The Global Seismic Hazard Assessment Programs (GSHAP) .

حيث توفر الخريطة رقم (١٢) دليل تقريبي للمواقع التى يشكل فيها التعدين غير القانونى خطرا بسبب احتمال حدوث زلزالي قوى، وقد تبين ان مخاطر الزلزال لا تزال مرتفعة فى معظم انحاء دول منطقة الدراسة حيث يقع حوالى٤٨.٧ % من المناجم ومواقع الاستكشاف فى المناطق ذات المخاطر الزلزالية المرتفعة.

خريطة رقم (١٢) التوزيع الجغرافي للخطر الزلزالي داخل دول منطقة الدراسة (M/S2)

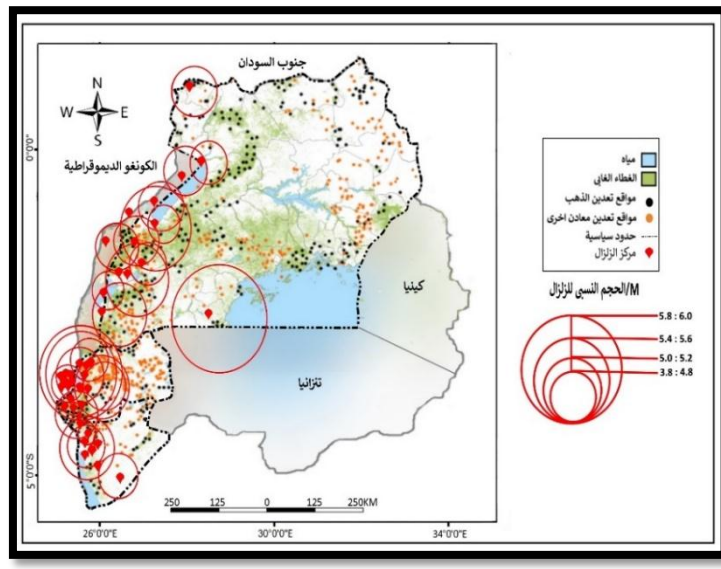


المصدر: الخريطة اعتماداً على The Global Seismic Hazard Assessment Programs (GSHAP)

توضح الخريطة رقم (١٣) مدى تعرض منطقة الدراسة الى الخطر الزلزالي (PGA)، حيث ترتبط الأضرار التي تلحق بالمباني والبنية التحتية بشكل وثيق بالحركة الأرضية ، التي تعد PGA مقياسًا لها وليس حجم الزلزال نفسه ، و يمكن التعبير عن مقياس الشدة و حجم السرعة (التسارع الناتج عن جاذبية الأرض) كنسبة مئوية (M/S2) .

وتوضح الخريطة ان غالبية الاجزاء الغربية من منطقة الدراسة تقع داخل نطاقات الخطر المرتفع فى حين ان هذه المنطقة تحتوى على عدد كبير من المناجم غير القانونية المعرضة لخطر الانهيار و التى بنيت بشكل عشوائي و لم تراعى أي مقاييس او معايير صحيحة و هذا ما يعرض غالبية العاملين فى هذه المناجم الى خطورة شديدة.

شكل رقم (١٣) خريطة نطاقات الزلازل خلال الفترة من (٢٠١٥:٢٠١٨) داخل دول منطقة الدراسة



المصدر: عمل الطالبة اعتمادا على بيانات من earthquaketrack و USGS و USAID و TAIWAN Earthquake Model

جدول (٩) تصنيف نتائج مقياس الشدة وتأثرها على المناجم غير القانونية فى دول منطقة الدراسة

المقياس (M/S2)	مدى الشدة	مقدار الاخطار المتوقعة على المناجم غير القانونية
0 : 0.03	منخفضة	لا تسبب اخطار
0.03 : 0.08	متوسطة	تسبب انهيارات لبعض المناجم البدائية إذا استمر الزلزال لمدة طويلة
0.08 : 0.20	مرتفعة	تسبب انهيارات كبيرة لبعض المناجم البدائية المقامة على اسس ومعايير بناء سليمة
0.20 :١.٥٠<	مرتفعة جدا	تؤدى الى انهيارات ارضية كبيرة وانهيارات كلية للمناجم القريبة من مركز عمق الزلزال

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة استناداً على تصنيف USGS على موقعها الرسمي على شبكة الانترنت

توضح الخريطة السابقة رقم (١٣) مراكز الزلازل التى وقعت بالفعل داخل منطقة الدراسة خلال الاربع سنوات الماضية من ٢٠١٥ الى ٢٠١٨م و توضح الحجم الفعلي للزلازل و المناطق الاكثر تأثراً ، حيث تعرضت دول منطقة الدراسة خلال هذه الفترة الى إجمالي ٤٢ زلزال تراوح حجمه من ٣.٨ الى G٦.٠ و التى

قد تؤدى الى انهيارات كلية للمناجم الموجودة خاصة البدائية (الغير قانونية) ، و نلاحظ ان جميع الزلازل تحدث فى الجزء الغربي من دول منطقة الدراسة و تحتوى هذه المنطقة على ما يقارب من ٤٩% من إجمالي المناجم فى منطقة الدراسة ، و فى الجدول التالي تم الربط بين حجم الزلازل و مدى تأثيره على المناجم الموجودة فى هذه المنطقة حيث ان منطقة الدراسة تتعرض لتهديد الزلازل و التى قد تؤدى الى عدد كبير من الانهيارات التى تؤدى بالتالي الى عدد كبير من الاصابات و الوفيات لعمال المناجم العاملين فى المنطقة .

جدول (١٠) **تصنيف نتائج حجم الزلزال وتأثيره على المناجم الغير قانونية فى دول منطقة الدراسة**

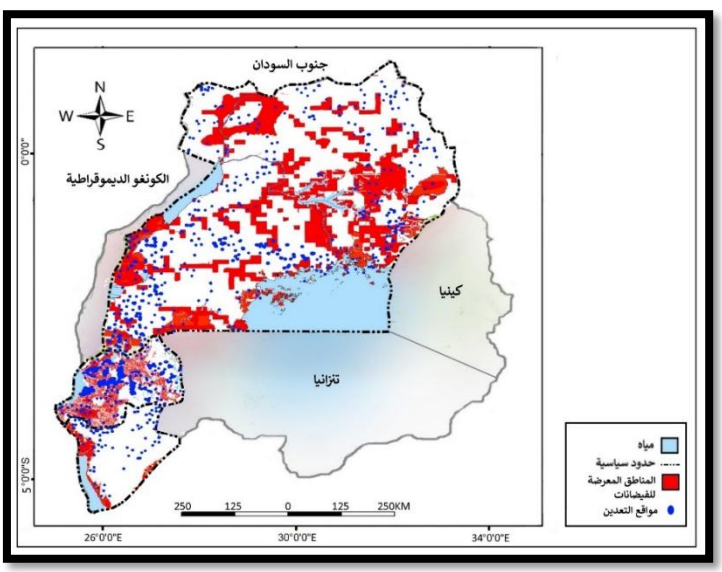
فئات حجم الزلزال (G)	الحجم	مقدار الاخطار المتوقعة على المناجم
<٢.٥ : ٣.٠	صغير جدا	غالبا لا يؤثر ولكن يمكن تسجيله بواسطة جهاز قياس الزلازل
٣.٠:٣.٩	صغير	يسبب انهيارات جزئية فى المناجم البدائية
٤.٠:٤.٩	متوسط	غالبا ما يسبب انهيارات كلية للمناجم البدائية خاصة المناجم التحت ارضية
٥.٠:٥.٩	قوى	يؤدى الى انهيارات جزئية للمناجم الغير قانونية متوسطة النطاق
٦.٠:٦.٩	قوى جدا	يسبب الكثير من الاضرار المدمرة لكل انواع المناجم وغالبا ما يؤدى الى انهيار كلى للمناجم التى تقع فى نطاق الزلزال
٧.٠: ٨<	عظيم	لا تدمر المناجم فقط بل يمكن أن تدمر تماما المجتمعات المحلية القريبة من مركز الزلزال

المصدر : الجدول من إعداد الطالبة إعتماداً على تصنيف USGS (Geologic Hazards Science Center) Michele M. Wood ,2017,UPSeis program (Earthquakes Magnitude Scale and Classes) ,Michigan Technological University, http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/ Houghton, MI, 49931-1295.

٢ – مخاطر الفيضان و مشاكل جودة المياه

احد اسباب التلوث الاكثر شيوعاً فى دول منطقة الدراسة هو عدم السيطرة على النظام الهيدرولوجي خاصة اثناء سقوط الامطار الغزيرة فى المناطق المعرضة للفيضان *(ICOLD, U.,2001,P31)* ، فقد تتفاعل الامطار الغزيرة مع سدود النفايات التعدينية داخل مواقع التعدين غير القانونى مما يؤدى الى تصريف الاحماض و اطلاق المعادن السامة .

خريطة رقم (١٤) المناطق المعرضة للفيضان داخل دول منطقة الدراسة



المصدر : عمل الطالبة اعتمادا على بيانات من United Nations and the European Commission و USGS و USAID و World Meteorological Organization و World Resources Institute و International and national disaster risk reduction (DRR) monitoring organizations

توضح الخريطة رقم (١٤) المناطق المعرضة للفيضانات ، حيث يصنف خطر فيضان النهر على أنه مرتفع وأن منطقة الدراسة معرضة لمخاطر الفيضانات المتكررة استنادًا إلى معلومات الفيضانات النموذجية المتوفرة من عدد كبير من

المنظمات الدولية وبيانات الأقمار الصناعية لناسا ووفقًا للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) ، و التى كشفت عن التوزيع المكاني لقابلية التأثر بالفيضانات ، وأظهرت أن المقاطعة الشرقية فى رواندا ذات حساسية منخفضة للفيضانات و ذلك نتيجة لعجز هطول الأمطار وتأخر هطولها على مدى فترة طويلة من الزمن اما المقاطعات الشمالية والغربية والجنوبية فهي شديدة التأثر بالفيضانات وهى تضم اعداد كبيرة من المناجم المعرضة للخطر ، و المناطق الغربية و اقصى الجنوب الشرقي فى بوروندى هي الاكثر تأثرا بالفيضانات ، اما فى اوغندا فتتعرض اجزاء كبيرة منها الى التأثر بالفيضانات خاصة القطاع الاوسط والشرقي واقصى الشمال الغربي وهى المناطق التى تضم اكبر عدد من المناجم غير القانونية، ويمكن تبرير هذا الوضع بالطبيعة الطبوغرافية التى يهيمن عليها التلال والهضاب التى تتدفق منها مياه الأمطار نحو الوديان التي لا يمكنها امتصاص واستيعاب جميع المياه بسبب زيادة النفايات التعدينية الصلبة التي تسد القنوات وأنظمة تصريف المياه داخل المنطقة ، اضافة الى الخصائص الجيومورفولوجية لدول الدراسة حيث تضم مساحات كبيرة من مستجمعات المياه الرئيسية (نيابارونجو ، موكونجوا ، سيبيا ، أكانيارو ، روسيزي ، غيرها) و دائمًا ما تكون هذه المستجمعات مشبعة في المناطق التي تكون فيها المياه راكدة لفترة طويلة من مواسم الأمطار والتي تؤدي في النهاية إلى حدوث فيضانات شديدة ، فضلاً عن تآكل التربة و النفايات التعدينية الناتجة عن انشطة التعدين غير القانونى الذى يمارس على المنحدرات الشديدة و التى ينتهي المطاف في قنوات المياه ، مما يقلل من قدرة استيعاب ذروة الجريان السطحي و يسرع من احتمالية حدوث الفيضانات .

جدول رقم (١١) تصنيف تأثير الفيضان على المناجم غير القانونية

التأثيرات	مدى الاضرار الناجمة
التأثيرات الأولية	الأضرار المادية والبشرية التي يمكن أن تلحق بالمناجم الغير قانونية والعاملين بها
الآثار الثانوية	إمدادات المياه التى يعتمد عليها عمال المناجم غير القانونية وزيادة انتشار الأمراض، وتدهور إمدادات الغذاء، وتدمير الأشجار المحيطة بالمناجم الغير قانونية التى تعمل على تغطيتها واخفاءها وتدمير الغطاء النباتي، وتعطيل عمليات نقل المعادن والعمال من والى المنجم
التأثيرات الثلاثية والطويلة المدى	اقتصادية حيث يعمل عدد كبير من السكان من منطقة الدراسة بالمناجم غير القانونية، لذلك تؤثر الفيضانات على عدد كبير من الاسر، مما يعيق سبل العيش التى تعتمد عليها هذه الاسر

المصدر: الجدول من إعداد الطالبة

وأخيراً فأننا لا نستطيع أن نغفل دور الأمطار الغزيرة التي تتلقاها تلك المناطق فى حدوث الفيضانات. فضلاً عن تسارع إزالة الغابات الناجم عن الأنشطة التعدينية وغيرها مما ينعكس بتأثرات شديدة الخطورة على دول منطقة الدراسة خاصة رواندا واوغندا ويعرضها لأخطار متتالية من الفيضانات العاتية.

الاستنتاجات والتوصيات:

أكد البحث على أن تدهور خصائص البيئة الطبيعية يعد واحداً من أخطر التهديدات المحتملة التي تصاحب أنشطة التعدين غير القانوني، وقد يحدث التغيير في أي مرحلة من مراحل دورة التعدين إلا أن احتمالات التغيير المؤقت أو الدائم تبلغ ذروتها خلال الأنشطة الاستكشافية والانتاجية وذلك لما تتطلبه أعمال الاستكشاف من إقامة طرق و ممرات لنقل العمال ، ومخيمات مؤقتة لإيواء العمال، مما يؤدي جميعه إلى حدوث درجات متفاوتة من التدهور ، وفي كثير من الحالات يظل التأثير النهائي على البيئة غير معروف في الوقت الراهن و قد يستغرق اكتشاف الآثار البيئية للتعدين عدة سنوات و ذلك نتيجة لضعف المراقبة عبر مواقع التعدين في كل من دول الدراسة ، في ضوء هذه النتائج أوصت الدراسة بضرورة توفير نهج يساعد في الحد من الأضرار البيئية والكوارث الطبيعية الأخرى ذات الصلة بعمليات التعدين غير القانوني، كما يجب بذل الجهود للحد من جميع عمليات التعدين التي تؤدي إلى كارثة على حياة السكان والبيئة المادية أو النظام

البيئي ، في ضوء هذه النتائج والاستنتاجات البحثية توصي الدراسة من اجل التحكم في الآثار البيئية الضارة لعمليات التعدين غير القانوني أو تخفيفها باتخاذ الإجراءات التالية لتجنب المزيد من الكوارث البيئية و الحد منها :.

١ – إقامة طرق ومرافق في مواقع من شأنها عدم التأثير على البيئة المحيطة، وتخطيط أنشطة الاستكشاف والإنشاء بحيث تحدث اقل ضرراً.

٢ – التخطيط المستدام والابتعاد عن المناطق البيئية الحساسة وإقامة مناطق عازلة.

٣ – العمل على التقليل من مخاطر انهيار أو انزلاق التربة، أو تدفق المخلفات.

٤ – الحفاظ على مستجمعات مياه المسطحات المائية في حالة مقاربة لحالتها قبل بدء أعمال إعداد الموقع.

٥ – التقليل من الانبعاثات الناتجة عن التعدين والتحكم فيها من خلال تطبيق تقنيات تكنولوجية مناسبة.

٦ – الاعتماد على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية كأدوات استكشافية قوية خاصة في المراحل الأولية من التنقيب عن المعادن لتضييق نطاق البحث إلى مناطق ذات إمكانات معدنية مرتفعة.

٧ – وضع أنشطة إغلاق المنجم ومرحلة ما بعد الإغلاق في الاعتبار وإعداد خطة استصلاح قبل البدء في الإنتاج.

٨ – تطبيق برامج الرصد البيئي للتعامل مع الآثار السلبية المحتملة على البيئة.

٩ – معالجة المياه الملوثة والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي.

١٠ – وضع قواعد ولوائح محددة تحكم عمليات التعدين غير القانوني في المنطقة.

١١ – مشاركة جميع المواطنين المعنيين سيعزز فعالية عملية تقييم الأثر البيئي، وبالتالي سوف يضمن استدامة أنشطة التعدين غير القانوني.

١٢ – زيادة الوعي العام من خلال حملات توعية بيئية في مجتمعات التعدين المختلفة كوسيلة لضمان الاستخدام السليم والمستدام للبيئة.

المراجع والمصادر:

المراجع العربية:

١. برنامج الامم المتحدة للبيئة (٢٠١٨). تقييم البيئة العالمي ٢٠١٨ لنتائج الرئيسية، الامم المتحدة للبيئة، نيروبي، كينيا.
٢. غازي عطية زراك (٢٠١٤) جيولوجيا المناجم والاستكشاف المعدني، مطبعة جامعة تكريت، العراق.
٣. مجموعة البنك الدولي (٢٠٠٧) إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بالتعدين، البنك الدولي، الولايات المتحدة الامريكية.

المراجع الاجنبية:

1. Akcil, A., & Koldas, S. (2006). Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies. *Journal of cleaner production*, *14*(12-13), 1139-1145.
2. ALFRED OCHWO.(2020). Water central to Uganda's industrialization journey. The Independent Magazine. March 16, 2020.
3. AMAP/UN Environment, (2019). Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway/UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch, Geneva, Switzerland. viii + 426 pp including E-Annexes.
4. Bansah, K. J., Dumakor-Dupey, N. K., Kansake, B. A., Assan, E., & Bekui, P. (2018). Socioeconomic and environmental assessment of informal artisanal and small-scale mining in Ghana. *Journal of Cleaner Production*, *202*, 465-475.
5. Bansah, K.J., Yalley, A.B., Dumakor-Dupey, N., 2016. The hazardous nature of small-scale underground mining in Ghana. J. Sustain. Min. 15 (1), 8e25. https://doi. org/10.1016/j.jsm.2016.04.004.
6. Bell, L. (2016). Guidance on the Identification, Management and Remediation of Mercury-Contaminated Sites. *IPEN, Ed*.
7. Besser, J. M., Finger, S. E., & Church, S. E. (2007). Impacts of historical mining on aquatic ecosystems: An ecological risk assessment. *integrated investigations of environmental effects of historical mining in the Animas River watershed, San Juan County, Colorado: US Geological Survey Professional Paper*, *1651*, 87-106.

8. Brun, E., Schneider, E., & Pascal, P. (2005). *Noise in figures*. Office for Official Publications of the European Communities.
9. Buss, D., Rutherford, B., Hinton, J., Stewart, J., G., Cote, Lebert, J., Sebina-Zziwa A., Kibombo, R., and Kisekka, F. (2017). Gender and artisanal and small-scale mining in central and east Africa: Barriers and benefits. GrOW Working Paper Series GWP-2017-02; http://grow.research.mcgill.ca/working-papers.
10. CARMEN REVENGAJAKE BRUNNERNORBERT HENNINGERKEN KASSEMRICHARD PAYNE. (2000). PILOT ANALYSIS OF GLOBAL ECOSYSTEMSFreshwaterSystems, World Resources Institute.
11. Charles E. Stephen, Donald I. Mount, David J. Hansen, John R. Gentile, Gary A. Chapman, and William A. Brungs.(2010). Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms.
12. Coderre-Proulx, M., Campbell, B., & Mandé, I. (2016). International migrant workers in the mining sector. *International Labour Office: Geneva, Switzerland*.
13. Dold, B. (2017). Acid rock drainage prediction: A critical review. *Journal of Geochemical Exploration*, *172*, 120-132.
14. European Union. (2010). Forest soil and biodiversity monitoring in the EU. Belgium.
15. Frink, C. R., & Voigt, G. K. (1977). Potential effects of acid precipitation on soils in the humid temperate zone. *Water, Air, and Soil Pollution*, *7*(3), 371-388.
16. Geologic Hazards Science Center. (2011).U.S. Geological Survey. USGS Landslide Hazards Program.
17. Ghose, M. K. (2002). Air Pollution Due to Opencast Coal Mining and the Characteristics of Air-Borne Dust--An Indian Scenario. *International journal of environmental studies*, *59*(2), 211-228.
18. Giardini, D., Basham, P., & Bery, M. (1992). The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP). Terra Nova, 4(6), 623-627.
19. Guttikunda, S. (2010). Role of Meteorology on Urban Air Pollution Dispersion: A 20yr Analysis for Delhi, India. *SIM-air Working Paper Series*, *31*.

20. Hidayati, N., Juhaeti, T., & Syarif, F. (2009). Mercury and cyanide contaminations in gold mine environment and possible solution of cleaning up by using phytoextraction. *Hayati Journal of Biosciences*, *16*(3), 88-94.
21. ICOLD, U. (2001). Tailings dams–risk of dangerous occurrences, lessons learnt from practical experiences (bulletin 121). *Commission Internationale des Grands Barrages, Paris*, *155*.
22. Jeffery, S., Gardi, C., Jones, A., Montanarella, L., Marmo, L., Miko, L., & van der Putten, W. H. (2010). Global soil biodiversity atlas.
23. Johnson, D. B., & Hallberg, K. B. (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the total environment*, *338*(1-2), 3-14.
24. Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. , Zougmoré R., (eds.), 2013, Soil Atlas of Africa. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. pp. 176
25. Kavalov B. (2007). A Brief Overview of Biomass-To-Liquid Fuels. In Conference Proceedings: Proceedings of the 3rd International Congress on Energy Efficiency and Renewable Energy Sources for Southeast Europe, Bioenergy Forum. Sofia (Bulgaria): Via Expo Ltd; 2007. p. 32 34. JRC36933.
26. Keating, M. H. (1997). *Mercury study report to congress* (Vol. 1). Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency.
27. Kowalska, M., Ośródka, L., Klejnowski, K., Zejda, J. E., Krajny, E., & Wojtylak, M. (2009). Air quality index and its significance in environmental health risk communication. *Archives of Environmental Protection*, *35*(1), 13-21.
28. Ledgerwood, J., & van der Westhuyzen, P. (2011). The use of sulphuric acid in the mineral sands industry as a chemical mechanism for iron removal. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. In *6th Southern African Base Metals Conference* (pp. 169-186).

29. Ledgerwood, J., & van der Westhuyzen, P. (2011). The use of sulphuric acid in the mineral sands industry as a chemical mechanism for iron removal. In *6th Southern African base Metals Conference* (pp. p169-185).
30. Michele M. Wood, 2017, UPSeis program (Earthquakes Magnitude Scale and Classes), Michigan Technological University, http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/.
31. Mirakovski, D., Hadzi-Nikolova, M., Doneva, N., Despodov, Z., & Mijalkovski, S. (2011). Air pollutants emission estimation from mining industry in Macedonia.
32. Mwesigye, A. R., Young, S. D., Bailey, E. H., & Tumwebaze, S. B. (2019). Uptake of trace elements by food crops grown within the Kilembe copper mine catchment, Western Uganda. *Journal of Geochemical Exploration*, *207*, 106377.
33. National Environment Management Authority (NEMA), 2019, NATIONAL STATE OF THE ENVIRONMENT REPORT 2018/19.
34. National Environment Management Authority (NEMA), 2020, National State of the Environment Report (NSOER); 2018-2019.
35. National Environment Management Authority, 2018/2019, State of Environment Report for Uganda, NEMA, Kampala. 332pp.
36. Omine, H., Hayashi, T., Yashiro, H., & Fukushima, S. (2008, October). Seismic risk analysis method using both PGA and PGV. In *The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October* (pp. 12-17).
37. Pokorná, P., Hovorka, J., & Brejcha, J. (2016, October). Impact of Mining Activities on the Air Quality in The Village Nearby a Coal Strip Mine. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 44, No. 3, p. 032021). IOP Publishing.
38. PROFESSIONALISATION, A. P. G. O., GARRETT, N., MITCHELL, H., & LINTZER, M. (2010). PROMOTING LEGAL MINERAL TRADE IN AFRICA'S GREAT LAKES REGION.
39. Rajaei, E., Hadadi, M., Madadi, M., Aghajani, J., Ahmad, M. M., Farnia, P., & Velayati, A. A. (2018). Outdoor air pollution affects tuberculosis development based on geographical information system modeling. *Biomedical and Biotechnology Research Journal (BBRJ)*, *2*(1), 39.

40. Revuelta, M. B. (2017). *Mineral resources: from exploration to sustainability assessment*. Springer.
41. Smith, K. S., Wildeman, T. R., Choate, L. M., Diehl, S. F., Fey, D. L., Hageman, P. L., ... & Smith, B. D. (2003). Determining the toxicity potential of mine-waste piles. *US Geological Survey Open-File Report*, 03-210.
42. Sweeting, A. R., & Clark, A. P. (2000). *Lightening the Lode: A guide to responsible large-scale mining*. Conservation International.
43. Sweeting, A. R., & Clark, A. P. (2000). *Lightening the Lode: A guide to responsible large-scale mining*. Conservation International.
44. The World Bank (INTERNATIONAL DEVELOPMENT ASSOCIATION), 2019, Burundi Landscape Restoration and Resilience Project (P160613), Environment and Natural Resources Global Practice Africa Region.
45. *U.S. Environmental Protection Agency*. *2014*. Climate Change Indicators in the United States. The Environmental Protection Agency. Washington, D.C., United States.
46. UN Environment. (2019) Global Mercury Assessment. UN Environment Programmer Chemicals and Health Branch Geneva Switzerland.
47. UN Environment, 2017. Global mercury supply, trade and demand. United Nations Environment Programmer, Chemicals and Health Branch. Geneva, Switzerland.
48. United Nations Environment Programmer. (2012). Reducing Mercury Use in Artisanal and Small-scale Gold Mining. A Practical Guide. Nairobi, Kenya.
49. WHO (2016). Technical Paper #1: Environmental and Occupational Health Hazards Associated with Artisanal and Small-Scale Gold Mining.
50. WORLD BANK. (2017).COUNTRY REPORTS ON MERCURY TRADE AND USE FOR ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING. FINAL REPORT. APPENDIX TO THE REPORT "MERCURY TRADE AND USE FOR ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD MINING IN SUB-SAHARAN AFRICA.
51. Youness, G. Uganda-Sustainable Management of Mineral Resources Project: additional financing.

Abstract

Illegal mining activities including prospecting, exploration, extraction and production, and the resulting mineral tailings can impact on environmental and social systems. Mining has a range of benefits for communities as it also causes significant environmental damage, and how these environmental effects are managed by governments, local communities, and international and local organizations can exacerbate or reduce these effects. The research focuses on the environmental impacts of illegal mining in (Uganda, Rwanda and Burundi) and presents the causes and consequences of illegal mining on water bodies, land and soil degradation, destruction of wildlife habitats, and threat to the population life.