جامعة النيلين

الجمعية السودانية لحماية البيئة

التلوث بالزئبق في المناطق السكنية والمزارع في ولاية نهر النيل

إعداد باحثين من :

- جامعة النيلين
- المجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية
- الجمعية السودانية لحماية البيئة

يناير ٢٠٢٢

فريق الدراسة :

١-	د. صالح علي صالح	-	جامعة النيلين
٢-	د. عبد القادر الفاضل عبد القادر	-	جامعة النيلين
٣-	د. عمر عبدالله أحمد حمدي	-	جامعة النيلين
٤-	أ. علي محمد علي	-	الجمعية السودانية لحماية البيئة
٥-	أ.د أزهري عمر عبد الباقي	-	الجمعية السودانية لحماية البيئة– جامعة الخرطوم
٦-	أ. نمارق يس احمد	-	المجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية
٧-	د. نهلة عبد الله حسن الشيخ	-	جامعة نيالا

شكر وتقدير

الشكر أجزله من فريق العمل المكون من باحثين في جامعة النيلين، الجمعية السودانية لحماية البيئة والمجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية، إلى السيد/ أسامة الماحي مدير الشركة السودانية للموارد المعدنية ومساعده السيد/ أحمد الجابر. والسيد/ د. سامي الصفي أمين المجلس الأعلى للبيئة بولاية نهر النيل والشكر يتواصل للسيد/ د. أحمد حمد مدير المعمل المركزي بجامعة الخرطوم لتحليل العينات والسيد/ د. بشير أحمد العبيد في تقنيات الاستشعار عن بعد وعمل الخرائط والسيد/ د. هجو علي هجو إستشاري المياه من جامعة النيلين هذا العمل ما كان له أن يكلل بالنجاح لولا الرعاية والمتابعة والتسهيلات الكبيرة التي بذلوها، كذلك نشيد باستجابة مواطني المنطقة بتوفير البيانات المساعدة لإنجاز هذه الدراسة كما يترحم فريق الدراسة على روح الدكتور/ صلاح إبراهيم عبد الرحمن عميد كلية الصيدلة – الجامعة الوطنية الذي ساهم بمجهود مقدر في هذا العمل.

قائمة المحتويات:

البيان	رقم الصفحة
فريق الدراسة	.i
شكر وتقدير	.ii
قائمة المحتويات	.iii
قائمة الجداول	.iv
قائمة الأشكال	.iv
تمهيد	.v
ملخص الدراسة	.vi
Executive Summary	.vii
الفصل الأول - المقدمة	1
١- ١ الموقع والنشاط الإجتماعي - الاقتصادي	1
١- ٢ مشكلة إستخلاص الذهب بالمواد الكيميائية في المنطقة	5
١- ٣ مخاطر إستعمال الزئبق في التعدين	5
١- ٤ أهداف الدراسة	6
١- ٥ مبررات الدراسة	6
الفصل الثاني - منهجية العمل	7
الفصل الثالث - النتائج	8
٣- ١ التوزيع الجغرافي وإنتشار أكوام الكرتة في ولاية نهر النيل	8
٣- ٢ تركيز عنصر الزئبق في مخلفات التعدين (الكرتة والتربة)	15
٣- ٣ تركيز الزئبق في المياه	16
٣- ٤ نتائج تحليل الزئبق في النباتات والثمار	17
٣- ٥ نتائج تحليل الزئبق في الانسان والبهائم	17
الفصل الرابع – الخلاصة والتوصيات	18
٤- ١ الخلاصة	19
٤- ٢ التوصيات	19
المراجع	20
الملاحق	21
ملحق رقم ١ – التحليل الكيميائي للعينات	21
ملحق رقم ٢ – الاستبيانات	26
ملحق رقم ٣ – إحداثيات مواقع مخلفات التعدين في ولاية نهر النيل	31

قائمة الجداول:

الرقم	البيان	رقم الصفحة
.١	أنواع وأعداد العينات التى تم أخذها وتحليلها	٧
.٢	عدد أكوام الكرتة في مناطق الدراسة وكمياتها	١١
.٣	تركيز عنصر الزئبق في العينات المأخوذة من منطقة الدراسة	١٦
.٤	مستوى تركيز عنصري الرصاص والكادميوم	١٦

قائمة الأشكال:

الرقم	البيان	رقم الصفحة
.١	موقع الدراسة	٢
.٢	صور توضح إنتشار خلاطات معالجة الذهب في المناطق السكنية والمزارع	٣
.٣	خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة الدراسة	٨
.٤	خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة دار مالي وماحولها	٩
.٥	خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة السعدابية- المكايلاب- عنيبس	٩
.٦	خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة كنوروبانت	١٠
.٧	خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة السلمة	١٠
.٨	أعداد أكوام الكرتة في منطقة الدراسة	١٠
.٩	صور الأقمار الصناعية عالية الإيضاحية تظهر أماكن معالجة خام الذهب بالخلاطات في المناطق السكنية والمزارع	١١
.١٠	مصادر الحصول على الكرتة وأماكن وضعها	١٢
.١١	بُعد أكوام الكرتة من المناطق السكنية والفترة الزمنية لوضعها	١٢
.١٢	صفات أصحاب خلاطات معالجة الذهب	١٣
.١٣	مصير الكرتة بعد عملية الإستخلاص من وجهة نظر أصحابها	١٣
.١٤	صفات وآراء المواطنين حول أثر الكرتة في المناطق السكنية	١٤
.١٥	الأثر الصحي على المواطنين في منطقة الدراسة	١٥

تمهيد

نتيجة لانتشار ظاهرة معالجة مخلفات تعدين الذهب بواسطة الخلاطات – وهي ظاهرة حديثة نوعاً ما - في المناطق السكنية والمزارع في ولاية نهر النيل ولخطورة هذا النشاط على صحة الانسان والبيئة قام فريق من الباحثين في جامعة النيلين بالاتصال بالجمعية السودانية لحماية البيئة والمجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية ومن ثم تم تكوين فريق عمل للقيام بالآتي:

- زيارة المواقع ذات الصلة بهذا النشاط في ولاية نهر النيل.
- تنوير الجهات المختصة في الولاية بخطورة هذه الأنشطة ودق ناقوس الخطر على أن يتم اتخاذ التدابير اللازمة حفاظاً على صحة الانسان والحيوان والبيئة.
- إجراء دراسة ميدانية تشمل اخذ عينات من مكونات البيئة وملء استبانات لجمع البيانات من المواطنين وأصحاب خلاطات معالجة مخلفات تعدين الذهب (الكرتة) بالإضافة إلى المسؤولين عن أنشطة التعدين في الولاية.
- إعداد تقرير عن الآثار السالبة على الوضع البيئي وتقديم التوصيات اللازمة.

تم هذا العمل بتمويل ورعاية من جامعة النيلين والجمعية السودانية لحماية البيئة والمجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية في الفترة من يوليو إلى ديسمبر ٢٠٢١م.

ملخص الدراسة

أُجري هذا البحث لدراسة الأثار البيئية والصحية لظاهرة انتشار استخلاص الذهب من مخلفات التعدين الملوثة بالزئبق (الكرتة) بواسطة الأهالي باستعمال مواد كيميائية أهمها مادة الثيوريا في المزارع والمناطق السكنية بولاية نهر النيل بين مدينتي عطبرة وبربر تم عمل مسح ميداني عن طريق إستبانات للمواطنين وأصحاب خلاطات استخلاص الذهب كذلك أُخذت عينات من مكونات البيئة في المنطقة شملت الكرتة والتربة والمياه والنباتات كما أخذت عينات دم وبول وشعر من المواطنين وألبان البهائم. أستخدمت صور الأقمار الصناعية عالية الإيضاحية لتحديد وإحصاء مواقع استخلاص الذهب في منطقة الدراسة. تم التحليل لقياس مستوى الملوثات الكيميائية وأهمها الزئبق بالمعمل المركزي بجامعة الخرطوم كما حللت البيانات إحصائيا باستعمال برنامج SPSS.

أظهرت صور الاستشعار عن بعد وجود أكثر من ٧٠٠ كوم من الكرتة بإجمالي تربة عالية التلوث قدرت ب بحوالي ٤٥٠ ألف طن تحتوي على حوالي 1.91 طن من الزئبق العنصري.

أظهرت النتائج الكيميائية تركيز عالي من الزئبق في الكرتة والتربة المحيطة بأحواض الخلاطات حيث بلغت ppb ٤٢١٠ في المتوسط بينما وصل أعلى تركيز إلى 47440 ppb كذلك دلت التحاليل على وجود مستويات عالية من الزئبق في مياه الشرب خاصة في بعض القرى التي تكدست فيها اكوام الكرتة حيث بلغت 0.64 ppb في المتوسط بينما وصل اعلي تركيز للزئبق في مياه الشرب إلى 6.4 ppb في قرية بانت ، وقد وصل تركيز الزئبق في مياه خلاطات معالجة الذهب في الأحواض الي 48 ppb في المتوسط و 654 ppb كحد أعلى مما يشكل خطراً مباشراً على صحة الأطفال و الطيور و الحيوانات الاليفة و البرية الأخرى علماً بأن هذه الاحواض مكشوفة الجوانب و تنتشر وسط المنازل و المزارع وأن هذه المستويات تفوق كثيراً حدود التحمل المسموح بها من منظمة الصحة العالمية. أظهرت النتائج احتواء ٢٨% من عينات البول و 7% من عينات الدم على نسب عالية من الزئبق وقد لوحظ أن معظم العينات الإيجابية كانت في شريحة الأطفال حيث وصلت الى 2ppb في قرى الكتيراب و بانت بينما وصل التركيز في الدم الى 92.4 ppb في قرية بانت هذا وقد خلت عينات شعر الانسان و البان البهائم وعينات النباتات وثمار المحاصيل من الزئبق ويعزى ذلك لقصر فترة وضع الكرتة في المنطقة وقد أظهرت المقابلات مع المواطنين وجود حالات تسمم و حساسية وسط النساء و الأطفال.

أوضح التحليل الاحصائي للاستبانات ان معظم مخلفات التعدين تأتي من وادي العشار في ولاية البحر الأحمر وأن أكثر من ٦٠% منها يوضع في مزارع الخضروات والنخيل وحوالي ٣٧% في المنازل المأهولة وغير المأهولة، وقد أتضح أن أكثر من ٧٥% من أكوام الكرتة تقع على بعد ٥٠ متر من المنازل المأهولة. وقد تبين أن معظم العاملين في هذا النشاط لا يستعملون أيا من أدوات ومعايير السلامة في عملية الاستخلاص ويدعون أنهم لا يعانون من أمراض بسبب عملية الاستخلاص بالرغم من ادراكهم خطورة هذا النشاط يحفزهم في ذلك العائد المادي الكبير والسريع، علماً أن معظم المواطنين غير العاملين في هذا المجال يرفضون وجود الكرتة في المزارع والمناطق السكنية ويرون أنها السبب الأساسي في ظهور الحساسيات وأمراض الجهاز التنفسي وحالات الإجهاض.

و أوضحت المقابلات وسط أصحاب الخلاطات أنّ معظمهم يترك المخلفات في المزارع والأماكن السكنية دون أدنى إهتمام بإزالتها عقب استخلاص الذهب منها مما يشكل تحدياً كبيرا وخطراً داهماً يهدد الوضع البيئي في الولاية

حيث أنها تمثل المصدر الرئيسي للتلوث بالزئبق. الجدير بالذكر أن الإجراءات التي اتبعتها السلطات في تقييد ومنع هذا النشاط في المنطقة قد أدى الي تحوله إلى القرى المحاذية لنهر عطبرة مما يساعد على انتشار التلوث في تلك المناطق خاصة أنها مناطق انتاج زراعي وحيواني.

أوصت الدراسة على الآتي:

- **العمل الفوري لإزالة وترحيل الكرتة إلى أماكن معزولة وتحت رعاية واشراف جهات مؤهلة لإزالة تلوث** الزئبق منها.
- **قيام حملات توعوية للمعدنين والمواطنين لمنع انتقال هذا النشاط في المناطق والولايات الأخرى.**
- **تقوية التشريعات وتفعيل الدور الرقابي والتنفيذي لتعدين واستخلاص الذهب.**
- **أجراء مسح لتقييم الوضع الصحي بالمنطقة وإصدار قوانين تشجع التوسع في استعمال التقانات الصديقة** للبيئة.

الفصل الأول

المقدمة

١- ١ الموقع والنشاط الاجتماعي - الاقتصادي:

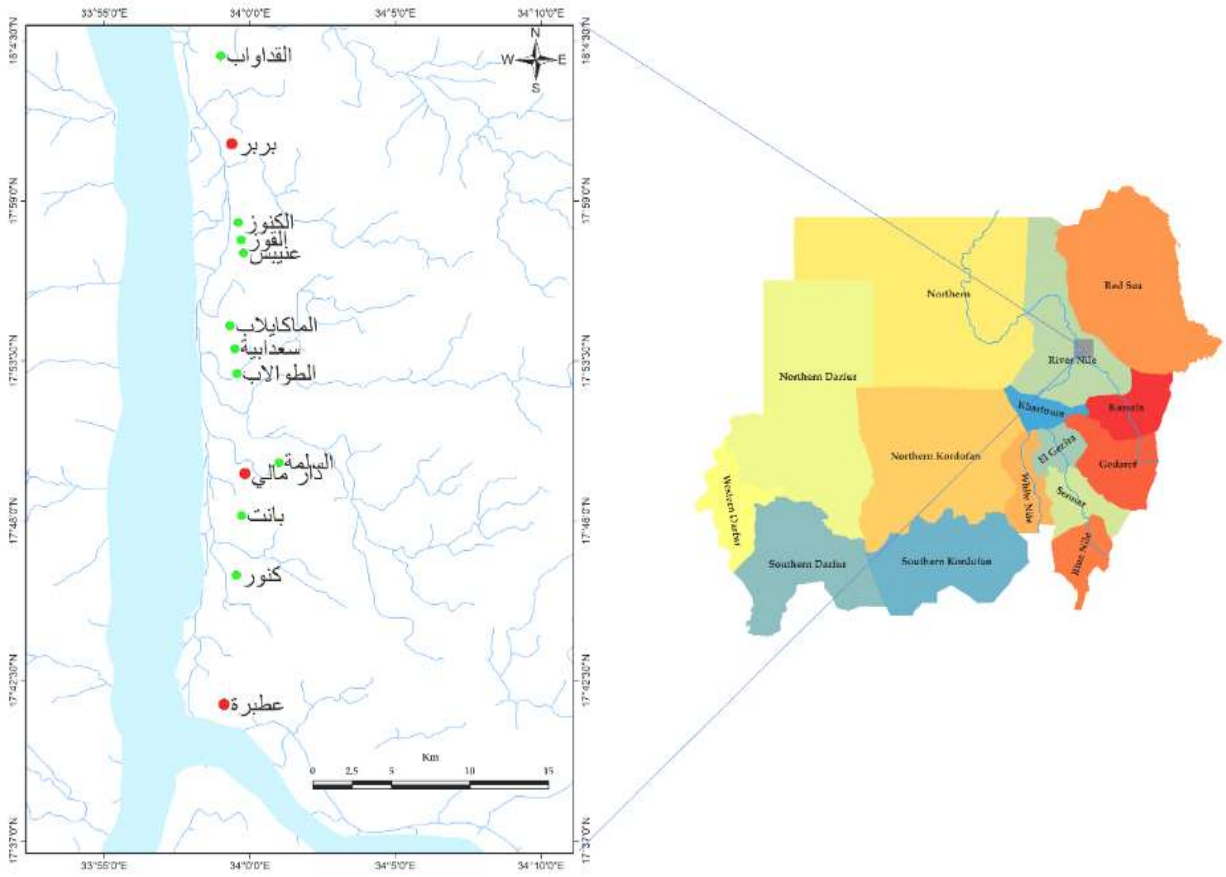
تقع ولاية نهر النيل شمال ولاية الخرطوم بين خطي عرض ′16°22 شمالا وخطي طول ′32°30 شرقا وتبلغ مساحتها حوالي ١٢٤ ألف كيلومتر مربع (شكل رقم ١) ويبلغ عدد سكانها حوالي ١,٢١٢,٠٠٠ نسمة وتعتمد في اقتصادها على الزراعة التقليدية والحديثة ويوجد بها أكثر من ٣٠ مشروع زراعي منها؛ مشاريع الأمن الغذائي (عطبرة، الدامر، بربر) مشروع الزيداب الزراعي، ومشاريع كلي، الكتياب، العالياب، قندتو وحوض ود حامد وغيرها. توجد بالولاية أهم المناطق السياحية والاثرية في مواقع البجراوية والنقعة والمصورات، الولاية غنية بالثروات المعدنية أهمها الذهب والرخام والمايكا وتزدهر فيها صناعة الاسمنت، تعتبر ولاية نهر النيل من أكثر الولايات التي يتم فيها تعدين الذهب من قبل الأهالي وكذلك شركات الامتياز وشركات معالجة مخلفات التعدين، يتم استخلاص الذهب بثلاثة طرق في السودان:

- التعدين الأهلي أو التقليدي الذي يتم فيه استخلاص الذهب بالملغمة مع الزئبق وينتشر بين صغار المعدنين. يمثل التعدين الأهلي للذهب أهم مصدر لإطلاقات الزئبق في البيئة حيث تبلغ الكمية المستخدمة حوالي ٣٢١ طن زئبق في العام وتشكل نسبة ٩٩.٧% من جملة الزئبق المستخدم في قطاع التعدين.

- التعدين بواسطة الشركات الكبرى والتي تستخدم السيانيد في استخلاص الذهب من مخلفات التعدين الأهلي (الكرتة) والتي تحتوي على نسبة عالية من الزئبق.

- الاستخلاص بواسطة مادة الثيوريا والمواد الكيميائية المشابهة لها والتي يتم فيها استخلاص الذهب من مخلفات التعدين الأهلي (الكرتة)، انتشرت هذه الطريقة منذ العام ٢٠١٩م بين صغار المعدنين في المناطق السكنية والزراعية في ولاية نهر النيل خاصة قرب المنازل والمرافق العامة والمزارع والمساجد والمدارس ورياض الأطفال. تتمثل خطورة هذه الطريقة في استخدام كميات كبيرة من الكرتة والتي تحتوي على نسبة عالية من الزئبق مما يشكل خطراً على صحة الأنسان والبيئة و المنتجات الزراعية والحيوانية. (شكل رقم ٢).

- اهتمت هذه الدراسة بالمناطق التي تأثرت بشكل كبير بعمليات استخلاص الذهب في القرى الممتدة بين عطبرة وبربر مثل دار مالي, المكايلاب , القوز , السلمة وعنيبس.



شكل رقم (١): موقع الدراسة

شكل رقم (٢) : صور انتشار خلاطات معالجة الذهب في المناطق السكنية و المزارع في ولاية نهر النيل

شكل رقم (٢) "يتبع" : صور انتشار خلاطات معالجة الذهب في المناطق السكنية و المزارع في ولاية نهر النيل

١- ٢ مشكلة استخلاص الذهب بالمواد الكيميائية في المنطقة:

يتم معالجة خامات الذهب المستخرج بواسطة التعدين الأهلي في أسواق التعدين في الولاية والتي يبلغ عددها ٤ أسواق أشهرها سوق العبيدية وسوق أبو حمد يستخلص الذهب بعد عمليات التكسير والطحن بواسطة الطواحين الجافة والمائية والتي يصل عددها إلى أكثر من ٣٠٠٠ طاحونة بعد إضافة مادة الزئبق حيث تتم عملية الملغمة ثم الجرولة في أحواض الاستخلاص لتتم بعدها عملية الحرق واستخلاص الذهب، هذه العملية تستخلص حوالي ٣٠% الى ٤٠% من كمية الذهب في الخام والباقي ويسمى محلياً بالكرتة التي تباع لشركات المعالجة حيث تتم عملية الاستخلاص باستعمال تقنيات ومواد كيميائية أكثر كفاءة أهمها مادة السيانيد.

نظراً لاحتواء هذه المخلفات على كميات كبيرة من الذهب فقد حفز الأهالي مؤخراً لاستخلاص الذهب من الكرتة باستعمال مادة الثيوريا وهي مادة عضوية شبيهة بالسيانيد أكثر كفاءة في عملية الاستخلاص حيث يتم وضع الكرتة في خلاطات بسيطة تعمل بالكهرباء مع كمية من الماء والفحم المنشط وبعض المواد الكيمائية الأخرى. تستمر عملية الخلط لحوالي ١٠-١٥ ساعة يتم بعدها استخراج الفحم المحتوي على حبيبات الذهب ومن ثم يتم استخلاص الذهب من الفحم بالحرق. انتشر هذا النشاط بكثافة في القرى شمال عطبرة وحتى العبيدية في منتصف العام ٢٠١٩م وحتى الأن حيث قام الأهالي بترحيل الكرتة إلى تلك القرى والمزارع المجاورة نظراً لوفرة المياه والكهرباء مما أدى لانتشار واسع النطاق لأكوام الكرتة المحتوية على كميات كبيرة من الزئبق وسط المناطق السكنية المأهولة بالسكان والأراضي المزروعة وقرب مصادر مياه الشرب للانسان والحيوان. يقدر عدد الخلاطات بأكثر من ٧ ألف خلاطة تستخلص الذهب من أكثر من ٧٠٠ كوم من مخلفات التعدين و يشكل وجود هذه الاكوام وأحواض الغسيل خطراً كبيراً على صحة الانسان والحيوان والبيئة.

١- ٣ مخاطر استعمال الزئبق في التعدين:

يعتبر الزئبق العنصري ومشتقاته العضوية مثل ميثيل وأثيل الزئبق من الملوثات ذات السمية العالية والتي تسبب أضرار جسيمة للانسان والحيوان والبيئة، ويمكن تلخيص هذه الآثار في الآتي:

- يؤثر ميثيل الزئبق على الأنزيمات حيث يتحد مع الهيموغلوبين في خلايا الدم الحمراء ويتراكم في الجهاز العصبي المركزي ويسبب اضطرابات في الخلايا العصبية، تقوم الكائنات الحية الدقيقة في الاوساط المائية بتحويل الزئبق العنصري إلى ميثيل الزئبق وبالتالي يدخل في السلسة الغذائية للأسماك، يؤدي تناول الأمهات الحوامل للأسماك الملوثة بالزئبق إلى ظهور أعراض تسمم على الأجنة وحديثي الولادة.
- يؤدي التعرض المفاجئ لتركيز عالي من بخار الزئبق المعدني لفترة من الوقت إلى الموت بسبب فشل عملية التنفس والتبادل الغازي كما يؤدي استنشاق بخار الزئبق إلى الفشل الكلوي وتليف أنسجة الرئة كما تتأثر الكبد والجهاز التناسلي، يؤدي التعرض لأبخرة الزئبق لفترة وجيزة بتركيز بسيط إلى حدوث التهابات في الفم واللثة وفقدان الأسنان وحالات قلق وإجهاد كما يؤدي بالإنسان الى حالة مزاجية سيئة وفقدان ثقة بالنفس والصداع والاكتئاب، أما التعرض لفترات طويلة فإنه يؤدي إلى حدوث اضطرابات عقلية تشبه أعراض ارتجاج المخ كما تتأثر بشكل كبير مراكز النظر والسمع والإحساس والحركة وحفظ التوازن.
- تتسبب الملامسة المباشرة للزئبق السائل لجسم الانسان التهاب الأنسجة والحساسية وذلك لسهولة إمتصاصه بواسطة الجلد.

١- ٤ أهداف الدراسة:

- قياس مستويات التلوث بالزئبق في الانسان والحيوان ومكونات البيئة في منطقة الدراسة.
- دراسة الأثر البيئي لمخلفات التعدين على صحة الانسان والحيوان.
- تنوير متخذي القرار بخطورة معالجة مخلفات التعدين في المناطق السكنية والزراعية توطئة لإصدار قرارات بمنعها وتقوية التشريعات واللوائح المنظمة لهذا النشاط.
- لفت نظر الولايات الأخرى بخطورة هذه الأنشطة.
- رفع الوعي البيئي للمواطنين من خلال وسائل الإعلام والوسائط المختلفة.

١- ٥ مبررات الدراسة:

- خطورة التلوث بالزئبق للإنسان والحيوان.
- وجود كميات كبيرة من مخلفات التعدين الملوثة بالزئبق وانتشارها في المناطق السكنية والزراعية مما يزيد من معدّل تعرض الانسان والحيوان والبيئة لها.
- انتقال التربة الملوثة بواسطة العوامل الطبيعية المختلفة مثل السيول والفيضانات والرياح مما يساعد على انتشار التلوث في نطاق واسع.
- العائد الاقتصادي السريع لهذا النشاط قد يؤدي لانتشاره إلى مناطق أخرى و إلى هجر الأنشطة الاقتصادية الصديقة للبيئة مثل الزراعة وتربية الحيوان.
- إنخراط أعداد كبيرة من صغار السن والشباب في هذا النشاط لمردوده السريع مما يشكل خطورة على صحتهم.
- التأثير السالب على جودة وسلامة المنتجات الزراعية والحيوانية والأغذية مما يشكل خسائر اقتصادية فادحة.
- الامتثال لمتطلبات إتفاقية ميناماتا.

الفصل الثاني

منهجية العمل

١- مسح ميداني يشمل الزيارة الميدانية وأخذ عينات وإجراء مقابلات و تقصي عن طريق استبيانات، بالأضافة إلى تحديد مواقع الكرتة في الولاية.

٢- زيارة ١٥ موقع تُجرى فيها عمليات استخلاص الذهب في المناطق السكنية والمزارع في كل من قرى دار مالي، السعدابية، السلمة، المكايلاب، القوز، الشقلة، وعنيبس.

٣- أخذ عينات من التربة ومياه الشرب والآبار وكذلك عينات دم وشعر وبول من المواطنين بالإضافة إلى شعر وألبان البهائم وبعض المحاصيل والحشائش (جدول رقم ١ وملحق رقم ١).

جدول رقم (١): أنواع وأعداد العينات التي تم أخذها وتحليلها:

رقم	نوع العينة	عدد العينات
١	التربة	٣٠
٢	المياه	٣٠
٣	البول (إنسان)	٧
٤	الدم (إنسان)	١٤
٥	الشعر(إنسان)	٩
٦	اللبن (أبقار وماعز)	٢٠
٧	المزروعات (ثمار نخيل وليمون)	١٠
٨	حشائش	٥

٤- التحليل الكيميائي للزئبق في جميع العينات المأخوذة في المعمل المركزي بجامعة الخرطوم باستخدام جهاز الامتصاص الطيفي الذري

"Atomic Absorption Spectrophotometer model AA-6800 Equipped with hydride vapor generator model: HVG-100 Shimadzo, Kyoto. Japan".

كذلك تم التحليل الكيميائي وفق الطريقة الموضحة في

Mercury Analysis Manual of Ministry of the Environment, Japan (2004)

كما تم تحليل ١٠ عينات من التربة لعنصري الرصاص Pb والكادميوم Cd.

٥- جمع المعلومات عن طريق مقابلات مع المسؤولين وملء استبانات لأصحاب الخلاطات ومواطني المنطقة بغرض تقييم الوضع البيئي في المنطقة (ملحق رقم ٢)، تم التحليل الإحصائي بواسطة برنامج (SPSS).

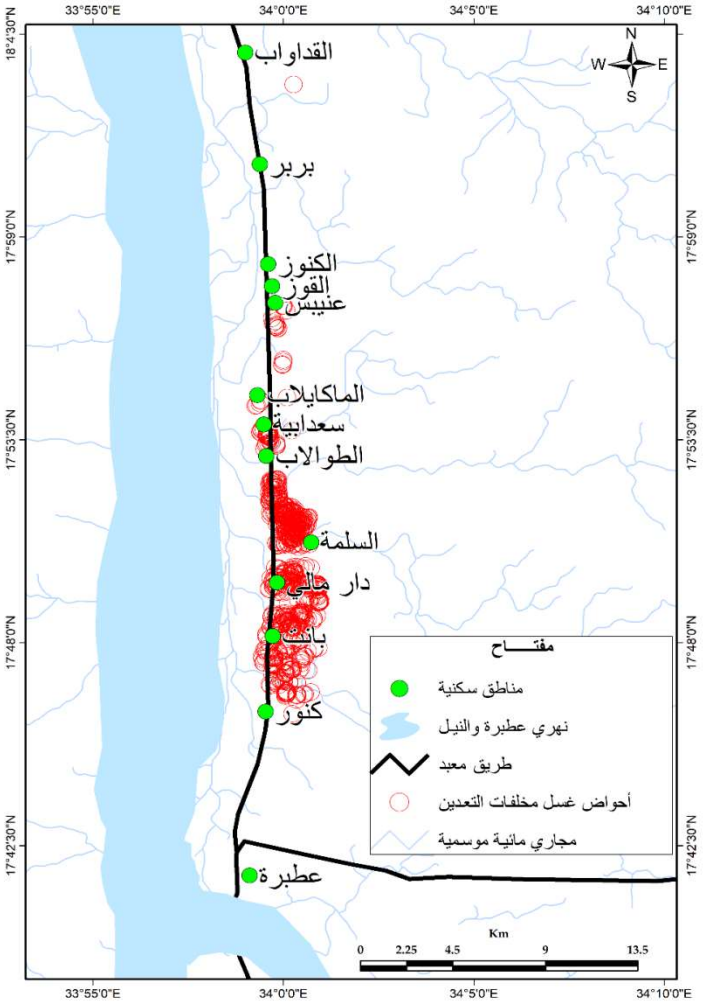
٦- الاستعانة بتقنيات نظم المعلومات والجغرافية وصور الأقمار الصناعية عالية الإيضاحية وتفسيرها لإنتاج الخرائط وتقدير عدد أكوام الكرتة وأحواض الغسيل والخلاطات المنتشرة في المنطقة (ملحق رقم ٣).

الفصل الثالث

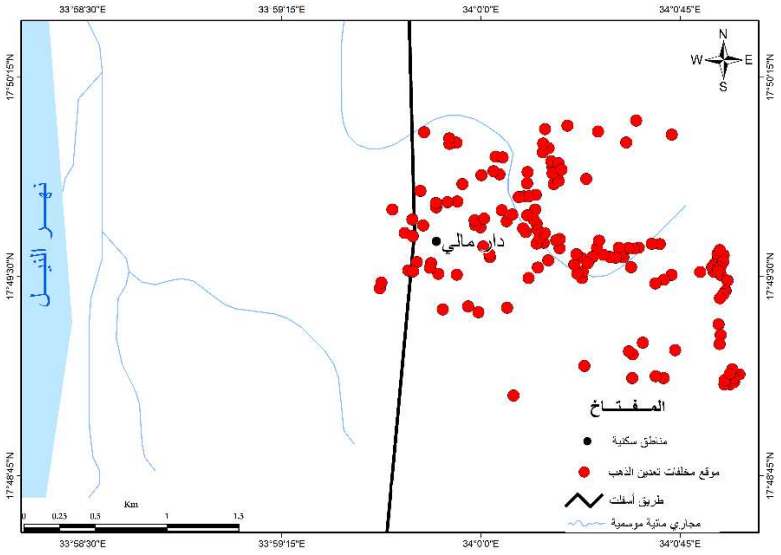
النتائج

٣- ١ التوزيع الجغرافي لأكوام الكرتة وآراء المواطنين حول أثارها البيئية:

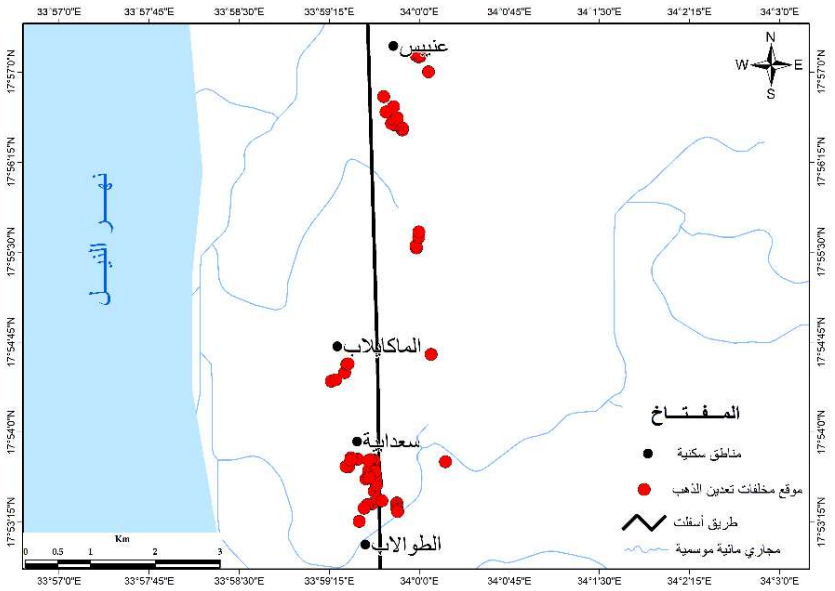
أظهرت صور الأقمار الصناعية عالية الإيضاحية والمسح الميداني انتشار واسع النطاق لأكوام الكرتة في القرى المحاذية لنهر النيل شمال مدينة عطبرة وحتى مدينة العبيدية حيث تركزت بشكل كبير جداً في المناطق السكنية والمزارع حول مدينة دار مالي وبانت وقرى السلمة والسعدابية (شكل رقم ٣-٩)، بلغ مجموع أكوام الكرتة التي تم رصدها حوالي ٧٠٠ كوم وأكثر من ٧ ألف خلاطة معالجة وتقدر الكمية الكلية للكرتة الملوثة في المنطقة بحوالي ٤٥٠ ألف طن وبالتالي يمكن تقدير إجمالي كمية الزئبق في هذه الأكوام بحوالي ١.٩١ طن (جدول رقم ٣) ومن الملاحظ أن هذه الأكوام تقع في مناطق التصريف الطبيعي لمياه الأمطار و التي ينتهي بها المطاف إلى نهر النيل.



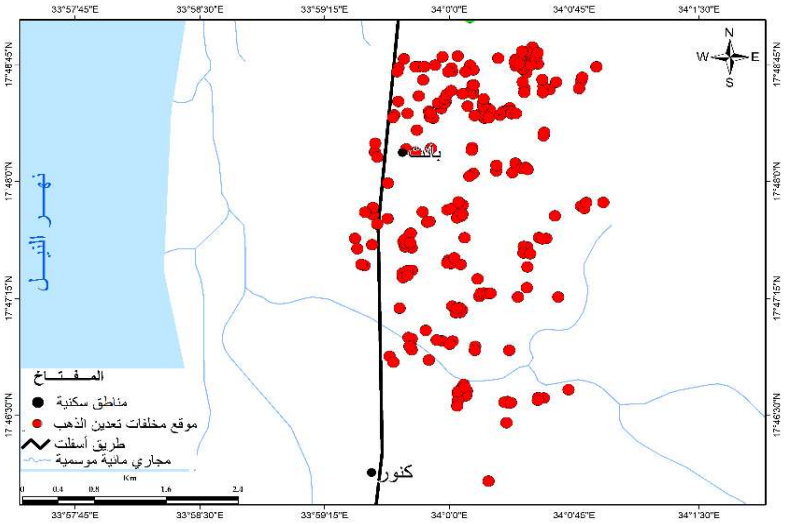
شكل رقم (٣): خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة الدراسة – ولاية نهر النيل



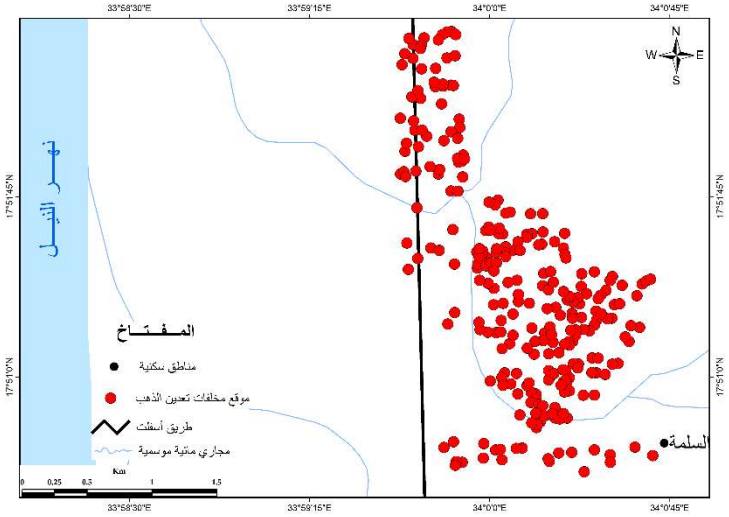
شكل رقم (٤): خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة دار مالي وما حولها في ولاية نهر النيل



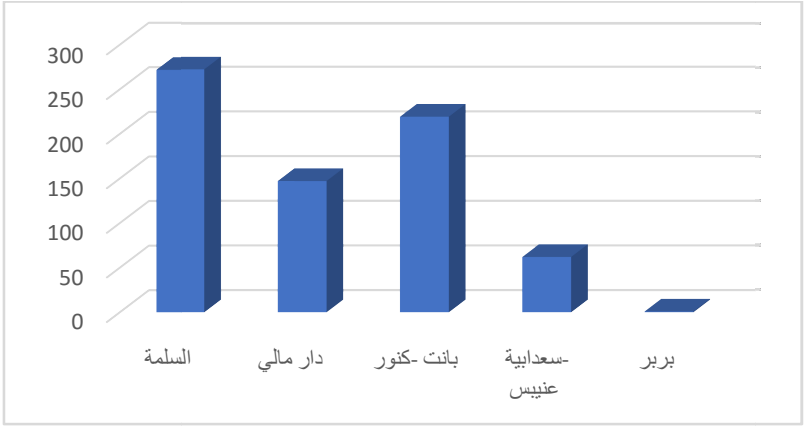
شكل رقم (٥): خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة السعدابية – المكايلاب و عنيبس– ولاية نهر النيل



شكل رقم (٦) : خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة كنور وبانت في ولاية نهر النيل



شكل رقم (٧) : خريطة توضح مواقع أكوام الكرتة في منطقة السلمة في ولاية نهر النيل



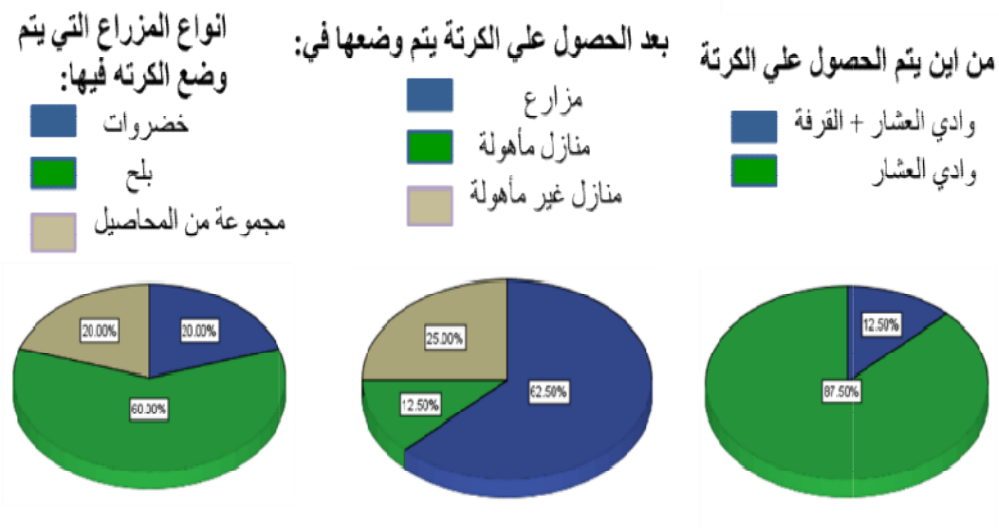
شكل رقم (٨) : أعداد أكوام الكرتة في مناطق الدراسة

جدول رقم (٢) : أعداد وكميات أكوام الكرتة في مناطق الدراسة وكمياتها .

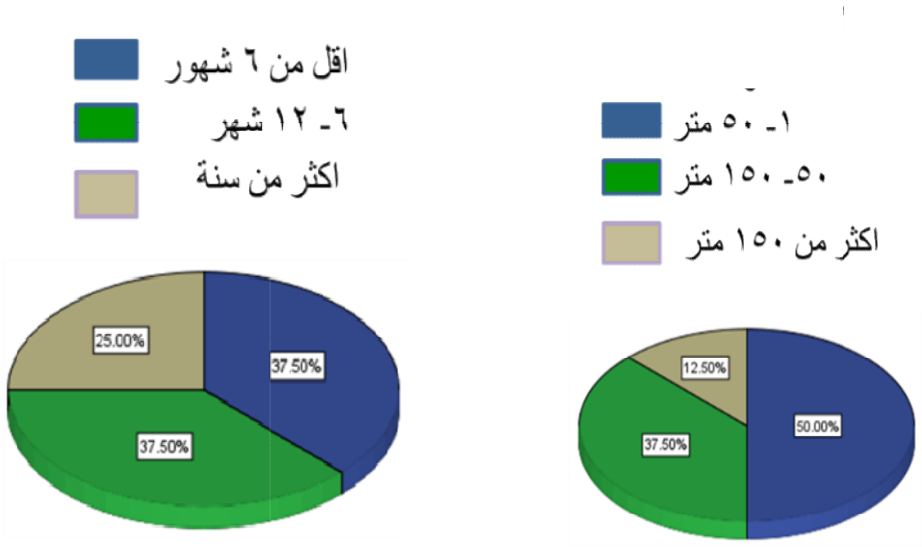
المنطقة	بربر	سعدابية - عنيبس	كنور- بانت	دار مالي	السلمة	المجموع
عدد أكوام الكرتة	١	٦٢	٢١٩	١٤٧	٢٧٢	٧٠١
الكميات (بالطن)	٦٤٨	٤٠,١٧٦	١٤١,٩١٢	٩٥,٢٥٦	١٧٦,٢٥٦	٤٥٤,٢٤٨

شكل رقم (٩) : صور الأقمار الصناعية عالية الإيضاحية تظهر أماكن معالجة خام الذهب بالخلاطات في المناطق السكنية والمزارع

الجدير بالذكر أن معظم مخلفات التعدين تأتي من وادي العشار في ولاية البحر الأحمر و أن أكثر من ٦٠% منها يوضع في مزارع الخضروات والنخيل وحوالي ٣٧% في المنازل المأهولة وغير المأهولة. وقد أتضح أن أكثر من ٧٥% من أكوام الكرتة تقع على بعد أقل من ٥٠ متر من المنازل المأهولة (شكل رقم ١٠ -١١).

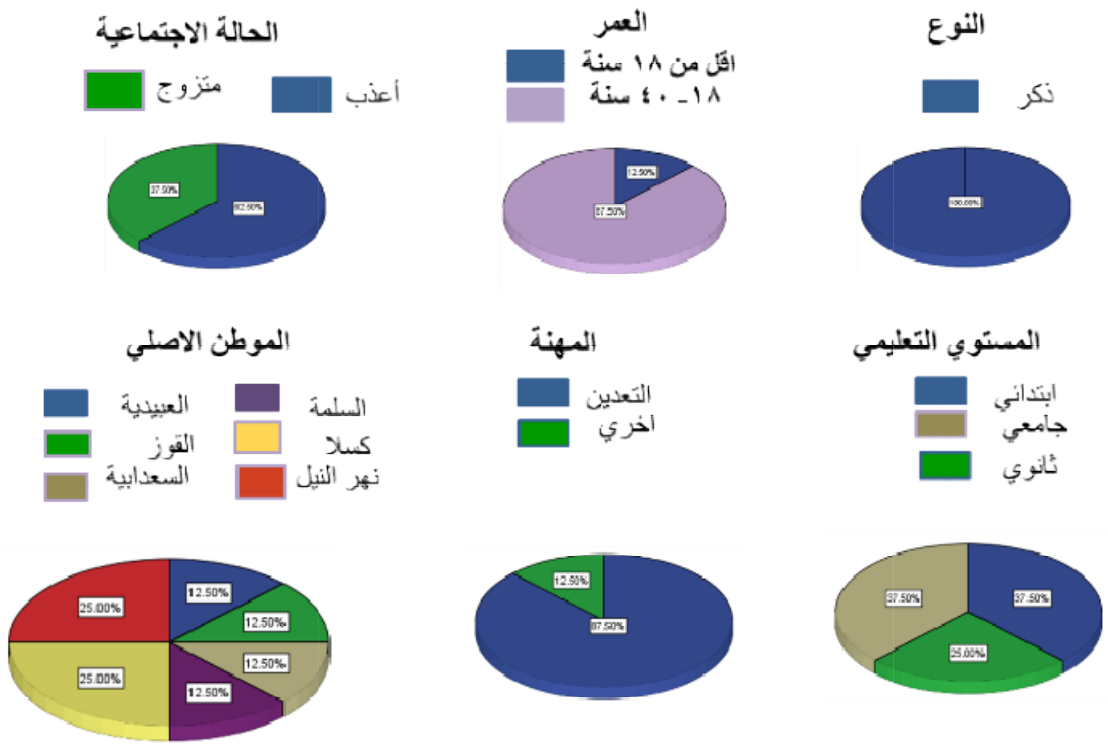


شكل رقم (١٠): مصادر الحصول على الكرتة وأماكن وضعها



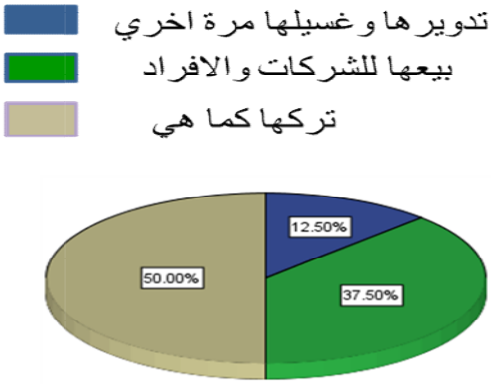
شكل رقم (١١): بعد أكوام الكرتة من المناطق السكنية والفترة الزمنية لوضعها

أوضح التحليل الإحصائي للبيانات أن معظم أصحاب الخلاطات من فئة الشباب (١٨ – ٤٠ سنة) ويقيمون في نفس الولاية وبالرغم من أن معظمهم تلقوا تعليماً جيدا ومدركون لمخاطر تلوث الزئبق الا أنهم لا يستعملون أياً من أدوات ومعايير السلامة في عملية الاستخلاص ويدعون أنهم لا يعانون من أمراض بسبب عملية الاستخلاص، ويذكر هنا أن العائد المادي الكبير لاستخلاص الذهب هو الذي يدفعهم لممارسة هذا النشاط (شكل رقم ١٢).



شكل رقم (١٢): معلومات أساسية عن أصحاب خلاطات معالجة الذهب

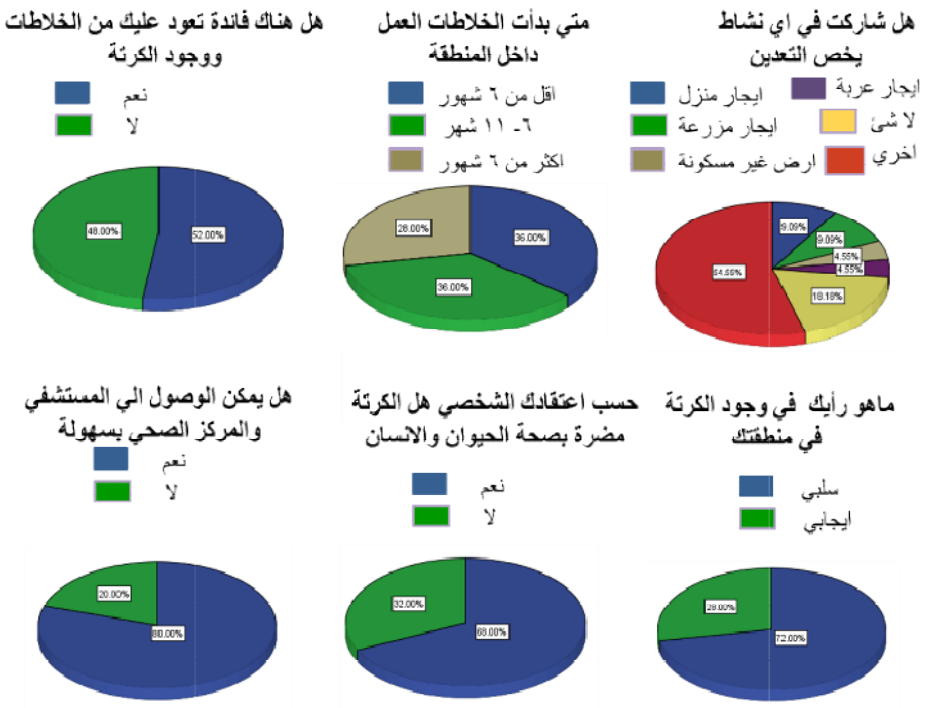
من أكبر التحديات التي تواجه الوضع البيئي في المنطقة هو ترك مخلفات التعدين في المناطق السكنية و المزارع بعد استخلاص الذهب منها، حيث أنها تمثل مصدراً خطيراً لتلوث الزئبق خصوصاً أن أصحاب الخلاطات لا يبالون بتركها كما هي وأن ٥٠٪ منهم ليس لهم نية في إزالتها (شكل رقم ١٣).



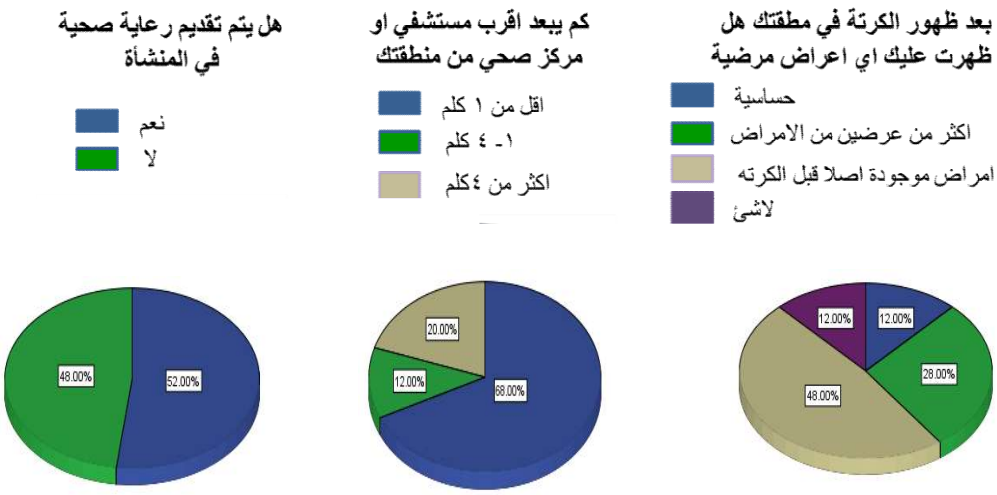
شكل رقم (١٣): مصير الكرتة بعد عملية الاستخلاص من وجهة نظر أصحابها

نتيجة لتوجه السلطات في الولاية بفرض عقوبات على مستخلصي الذهب بهذه الطريقة في المناطق السكنية والمزارع المتآخمة لنهر النيل توقف هذا النشاط لكن هذه القرارات زادت الوضع سوءاً بانتقال هذا النشاط إلى القرى المحاذية لنهر عطبرة مما يوسع نطاق انتشار التلوث في تلك المناطق خاصة و أنها مناطق إنتاج زراعي وحيواني.

أوضح التحليل الإحصائي لإستبيانات المواطنين أن أكثر من ٧٠% من مواطني المنطقة يرفضون وجود الكرتة في المنازل والمزارع ويدركون خطورتها على صحة الانسان والحيوان وأن ٤٠% منهم يربطون وجود الكرتة بظهور أعراض مرضية مثل الحساسية وأمراض الجهاز التنفسي (شكل رقم ١٤ و١٥).



شكل رقم (١٤): أراء المواطنين حول تأثير الكرتة في المناطق السكنية



شكل رقم (١٥): الأثر الصحي على المواطنين في منطقة الدراسة

٣- ٢ تركيز عنصر الزئبق في مخلفات التعدين في الكرتة والتربة المجاورة:

تمثل أكوام مخلفات التعدين المنتشرة في المنطقة المصدر الأساسي للتلوث بالزئبق والذي يمكن أن ينتقل إلى المياه والتربة ومن ثم إلى السلسلة الغذائية للانسان والحيوان.

أوضحت نتائج تحليل العينات التي أُخذت من أكوام مخلفات التعدين (الكرتة) المنتشرة في المناطق السكنية والمزارع وجود تراكيز عالية من عنصر الزئبق لتصل إلى ٤,٢١٠ جزء من البليون في المتوسط وكان أعلى تركيز للزئبق في منطقة السلمة (4.7440 ppb) بينما كان أدنى تركيز في منطقة عنيبس (جدول رقم ٣). نسبة لحداثة هذا النشاط في المنطقة (أقل من عام) فإنه لم يكشف عن تلوث بالزئبق في التربة المحيطة بأكوام الكرتة والشوارع التي تمر بها ناقلات الكرتة ولكن مع مرور الزمن قد ينتشر الزئبق في التربة المحيطة وصولاً للسلسلة الغذائية.

أظهرت التحاليل الكيميائية للكرتة وجود نسب عالية من عنصري الرصاص والكادميوم (جدول رقم ٤) مما يؤكد أن هذين العنصرين يتواجدان بشكل طبيعي في عروق الكوارتز التي تمثل الخام الأولي للذهب، ويعتبر الرصاص والكادميوم من العناصر الثقيلة المسرطنة والضارة بصحة الانسان والحيوان فمن مخاطر الرصاص أنه يسبب التخلف العقلي وفقر الدم والغيبوبة والوفاة أما استنشاق الهواء الملوث بالكادميوم يؤثر على الجهاز التنفسي والكلى.

جدول رقم (٣): تركيز (ppb) عنصر الزئبق في العينات المأخوذة من منطقة الدراسة

Sample Type	Min	Max	Mean
Washing Water	ND	653.9	48.6
Drinking Water	ND	6.4	0.7
Tailings (karta) & Soil	ND	47,440.3	4210.9
Human Urine	ND	11.6	1.9
Sheep/Goats Milk	ND	ND	ND
Human Blood	ND	ND	ND
Human Hair	ND	ND	ND
Plant	ND	ND	ND

جدول رقم (٤): مستوى تركيز (ppb) عنصري الرصاص (Pb) و الكادميوم (Cd) في الكرتة

Element	Min	Max	Mean
Lead (Pb)	19.08	341.34	130.23
Cadmium (Cd)	ND	3.20	0.467

٣- ٣ تركيز الزئبق في المياه:

أظهرت التحاليل الكيميائية لمياه الشرب وجود نسبة عالية من عنصر الزئبق في ٢٠% من العينات بمتوسط تركيز 0.64 ppb و قد وجد أن جميع عينات مياه الشرب الموجبة كانت في منطقة بانت حيث كان أعلي تركيز 6.4 ppb ويعزى ذلك لوجود كميات كبيرة من أكوام الكرتة المتكدسة في مساحة ضيقة و محدودة، تتجاوز هذه النسبة الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية (0.001 ppb) ب ٦٤٠ مرة مما يشكل خطراً كبيراً على الانسان والحيوان في هذه المنطقة.

من جهة أخرى احتوت ٧٠% من عينات مياه الخلاطات على تركيز عالي جداً من الزئبق في المتوسط ليصل إلى 48.64 ppb وبمستوى أعلى يصل إلى 654 ppb. وبما أن هذه الأحواض تجاور مناطق سكنية و زراعية مكشوفة الجوانب وغير معزولة من القاع فقد قد يؤدي ذلك إلى تلوث المياه الجوفية والتربة مما يشكل مصدر خطورة على الحيوانات و الأطفال، وقد رصدت حالات تسمم وسط الأطفال والحيوانات. الجدير بالذكر أن هذه الأحواض عرضة للإنجراف بالسيول والأمطار مما يؤدي إلى مزيد من انتشار تلوث المياه والسلسلة الغذائية خاصة أن الزئبق العنصري قد يتحول في الأوساط المائية بواسطة الكائنات الدقيقة إلى ميثيل الزئبق العالي السمية.

٣- ٤ نتائج تحليل الزئبق في النباتات والثمار:

كشفت نتائج التحليل الكيميائي عن عدم وجود عنصر الزئبق في العينات التي أخذت من أعلاف البرسيم وأبوسبعين و الباذنجان و ثمار الليمون والتمر، ويعزى ذلك إلى حداثة وضع الكرتة نسبياً في المنطقة وهي أقل من سنة في المزارع و المساكن ولكن ترك الكرتة كما هي في المنطقة سوف يؤدي إلى تلوث هذه المحاصيل مع مرور الوقت.

٣- ٥ نتائج تحليل الزئبق في الانسان والبهائم:

أظهرت نتائج تحليل عينات بول ودم وشعر الانسان عن وجود الزئبق في ٢٨% من عينات البول وبمتوسط تركيزppb 2 وقد وجدت العينات الموجبة في بول أطفال بعمر و٤ و١١ سنة من منطقتي الكتيراب وبانت، بينما تم الكشف عن وجود الزئبق في عينة دم واحدة من أصل ١٤ عينة وبتركيزppb 92.43 وأن هذه العينة الموجبة أخذت من مواطن من قرية بانت. يعتبر ظهور حالات موجبة مؤشر لوجود حالات تسمم بالزئبق وسط الأطفال في المنطقتين المذكورتين واللتان تتميزان بوجود كميات كبيرة من أكوام الكرتة.

لم يتم الكشف عن عدم وجود الزئبق في عينات شعر في الانسان والبهائم ويعزى ذلك لقصر فترة التعرض للزئبق حيث أن الزئبق يتراكم في الشعر بعد فترة طويلة من التعرض المستمر، كذلك لم يتم الكشف عن وجود الزئبق في عينات اللبن المأخوذة من البهائم عن عدم وجود أي أثر لعنصر الزئبق.

الفصل الرابع

الخلاصة والتوصيات

٤- ١ الخلاصة:

- انتشار ظاهرة معالجة مخلفات تعدين الذهب (الكرتة) في المناطق السكنية والمزارع في ولاية نهر النيل يشكل خطراً يهدد الأمن البيئي في المنطقة.
- الانتشار العشوائي لأكوام الكرتة الملوثة بالزئبق في ولاية نهر النيل (أكثر من ٧٠٠ كوم) والتي يتركز معظمها حول السلمة ودار مالي يصعب من السيطرة على الحد من تلوث البيئة في المنطقة.
- ظهور مستوى عالي من عنصر الزئبق في عينات التربة والكرتة يؤكد مما لا يدع مجالاً للشك أن الكرتة هي المصدر الأساسي لتلوث المنطقة بالزئبق.
- وجود أكوام الكرتة وأحواض الغسيل حول الخلاطات وبصورة مكشوفة يجعل الانسان والحيوان أكثر عرضة للتلوث والتسمم وتزداد هذه الآثار مع مرور الوقت.
- من أكبر التحديات التي تواجه الوضع البيئي في المنطقة هو ترك مخلفات التعدين في المناطق السكنية والمزارع بعد استخلاص الذهب خصوصاً أن أصحابها ليس لهم نية لإزالتها.
- العائد الاقتصادي المجزي من استخلاص الذهب من الكرتة ساهم في توسع هذا النشاط بالمنطقة دون مراعاة للمخاطر الصحية والبيئية.
- تراجع ملحوظ في النشاط الزراعي والحيواني من قبل الأهالي في المنطقة وتفضيلهم إيجار مزارعهم لأصحاب الخلاطات وذلك للمردود المادي السريع وقلة الوعي بالمخاطر المترتبة على هذا الأمر.
- تسبب فرض العقوبات من قبل السلطات الولائية على ممارسي هذا النشاط في القرى المحاذية لنهر النيل إلى انتقاله إلى القرى المنتشرة حول نهر عطبرة مما يوسع من دائرة انتشار التلوث في تلك المناطق خاصة أنها مناطق إنتاج زراعي وحيواني.
- أظهر التحليل الكيميائي لمياه الشرب وجود نسبة عالية من عنصر الزئبق تحديداً في منطقة بانت التي وجد بها كميات كبيرة من أكوام الكرتة وقد تجاوزت هذه النسبة الحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية.
- أثبتت نتائج التحليل المخبري لعينات البول والدم ظهور نسب عالية من الزئبق في الأطفال الذين هم أكثر حساسية للتسمم بالزئبق ويعتبر هذا مؤشر خطير جداً للمجتمعات في المناطق المشابهة.
- معدلات نسب التلوث التي رصدت تعتبر مرتفعة جداً مقارنة بقصر الفترة الزمنية التي وضعت فيها الكرتة.

٤- ٢ التوصيات:

- العمل الفوري على إزالة وترحيل الكرتة إلى أماكن معزولة ومتفق عليها من الجهات ذات الصلة وذلك بترحيلها إلى جهات مؤهلة بغرض استخلاص الزئبق منها.
- قيام حملات توعوية للمعدنين والمواطنين في كل الأجهزة والوسائط الإعلامية لضرورة منع تكرار هذا النشاط في المناطق والولايات الأخرى.
- تقوية التشريعات ذات الصلة وإتخاذ إجراءات فورية لوقف هذا النشاط في المناطق السكنية والزراعية.
- تقوية الجهاز التنفيذي المناط به تطبيق هذه التشريعات وتفعيل الدور الرقابي.
- إجراء دراسات مستفيضة لتقييم الوضع الصحي في المناطق المتأثرة باستخلاص الذهب من الكرتة.
- إصدار تشريعات تشجع الاستثمار و توطين قيام أنشطة تعدين صديقة للبيئة.

Mercury pollution in agriculture and residential areas in River Nile State

A study carried by

Name	Institution
Dr. Salih Ali Salih	Al Neelain University.
Dr. Abdelgadir Alfadl Abdelgadir	Al Neelain University
Prof. Azhary Omar Abdelbagi	University of Khartoum
Mr. Ali Mohamad Ali.	Sudanese Environment Conservation Society.
Dr. Omar Abdalla Ahmed hamdy	Al Neelain University
Ms. Namarig Yassin Ahmed	Higher Council for Environment and Natural Resources
Dr. Nahla Abdalla Hassan	University of Nyala

Executive Summary

This study was conducted to investigate the environmental and health impacts of the phenomenon of the spread of gold extraction from mining residues contaminated with mercury (karta) using chemicals, the most important of which is thiourea in farms and residential areas in the River Nile State between the cities of Atbara and Berber. A field survey of citizens and owners of gold extraction mixers was carried out by means of questionnaires. Samples of the environment components in the region were also taken, including karta, soil, water and plants. Blood, urine and hair samples were also taken from citizens and animals' milk. High resolution satellite images were used to identify and count the gold extraction sites in the study area. Analysis was carried out on the level of chemical pollutants at the central laboratory, University of Khartoum, the most important investigated chemical was mercury, and the data was statistically analyzed using the statistical analysis package SPSS program.

Remote sensing images showed the presence of more than 700 piles of karta, with a total of highly polluted soil estimated to be about 450 thousand tons, containing about 1.91 tons of elemental mercury.

The result of metal analysis showed that a high concentration of mercury in the soil around the mixer basins, reaching 4210 ppb on average, while the highest concentration reached 47,440 ppb. The presence of high levels of mercury in drinking water, especially in some villages where piles of balls were piled high, reaching 0.64 ppb on average, while the highest concentration of mercury were detected in drinking water reached 6.4 ppb in Bant village. The concentration of mercury in the water of gold processing mixers reaching ponds, was estimated to amount to 48 ppb on average and 654 ppb as a maximum, which poses a direct danger to the health of children, birds, pets and other wild animals, noting that these ponds are open sites and spread between homes and farms. Levels of mercury traces found greatly exceed the tolerance limits of the World Health Organization. The results showed that 28% of the human urine samples and 7% of the blood samples contained high levels of mercury. It was noted that most of the positive samples were in the children's segment, where it reached 2ppb from the villages of Al-Kitarib and Bant. Concentration of mercury in blood reached 92.4 ppb in the village of Bant. Samples of human hair, animal milk, plants, and fruits also contained mercury traces, due to placing the karta in the area. Interviews with citizens indicated the presence of cases of poisoning and allergy among women and children.

The statistical analysis of the survey data showed that most of the mining residues come from Wadi Al-Oshar in the Red Sea State, and that more than 60% of it is placed in vegetable and date palm tree farms, and about 37% in inhabited and uninhabited houses. It was found that more than 75% of the piles of the karta are located within 50 meters from inhabited houses.

The large and quick financial returns from these gold extraction activities motivate youngsters to be involved in this business. More alarming, is the fact that most citizens who do not work in this field tend to deny the presence of karta in farms and residential areas and see it as the main reason for the emergence of allergies, respiratory diseases and abortions. On the other hand, interviews of owners of the mixers showed that most of them leave the waste in farms and residential places without the slightest interest in removing the waste after extracting gold from it. This constitutes a great challenge and an imminent threat to the environmental situation in the state, as it represents the main source of mercury pollution. It is worth noting that the procedures followed by the authorities to restrict and prevent this activity in the area have led to its relocation to the villages adjacent to the Atbara River, extending the spread of pollution into those areas, which are agricultural and animal production zones.

The study recommends:-

1- Immediate action to remove and transfer the karta piles to isolated places and under the care and the supervision of qualified bodies to remove mercury pollution from them.
2- Similar investigations and awareness campaigns among miners in other regions and states.
3- Strengthening legislation and activating the supervisory and executive role for gold mining and extraction. The study also recommended a survey to assess the health situation in the region and introduction of policies and laws that encourage the use of environmentally friendly and safe alternative gold extraction methods and technologies.

الجمعية السودانية لحماية البيئة

مركز نادر عوض للبحوث والدراسات البيئية