مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية
العدد الثاني – المجلد الثالث
يونيو 2019 م
ISSN: 2522-3356

المجلة العربية للعلوم و نشر الأبحاث
Arab Journal of Sciences & Research Publishing
AJSRP

Investigating Highway-incurred Soil and Plant Lead Contamination in Iran

Mustafa Nur Istanbuly **Bahman Jabarian Amiri** **Amir Hussein Hamidian**

Faculty of Natural Resources|| University of Tehran|| Iran

Abstract: In the framework of the classical environmental impact assessment (EIA) of roads, there is a considerable likelihood that the required attention is not paid to the interactions of environmental impacts. These interactions exist among various factors of the peripheral environment of roads. Applying a multi- factor approach in EIA tasks would provide the practitioners of EIA with a more integrated approach. This approach would help them achieve more reliable findings for decision-making. Accordingly, integrating laboratory findings with computer-based techniques such as geo-statistical analysis would provide the EIA practitioners with the spatial concentration of pollutants. It directs them into more reliable decisions by decreasing the extent of uncertainty in the decision-making process.

In the present study, our findings showed that the lead concentration in the plants had an inverse relationship ($r = -0.524$, $p<0.05$) by moving along the highway from Tehran to Karaj. The lead concentration of soil and that of plants showed an indirect relationship ($r = -0.390$, $p<0.05$) at the same direction of movement. Moreover, on latitudinal transects from the edge toward the peripheral area of the highway, the lead concentration in plants was directly related to the lead concentration in the soil ($r= 0.600$, $p<0.05$). An inverse relationship ($r = -0.400$, $p<0.05$) was also observed between the lead concentration in the soil and the latitudinal distance from the edge of the highway. Overlaying the soil-plant lead concentration map and land use/land cover map indicated that 35.94% of the peripheral environmental settings of the highway is covered by urban areas, which implies a considerable number of inhabitants are exposed to health risks due to transportation in the highway.

Keywords: Environmental impact assessment, Soil, Plant, Pollution, Highways.

التحقيق في تكبيد الطرق السريعة لمحتوى التربة والنباتات من الرصاص في إيران

مصطفى نور استانبولي **بهمن جباريان أميري** **أمير حسين حميديان**

كلية هندسة الموارد الطبيعية || جامعة طهران || إيران

الملخص: في إطار عملية تقييم الأثر البيئي الكلاسيكية للطرق؛ هناك احتمال كبير لعدم منح الاهتمام اللازم للتفاعلات بين الآثار البيئية. هذه التفاعلات توجد بين العوامل المختلفة للبيئة المحيطة بالطرق. إن تطبيق طريقة متعددة العوامل ضمن مراحل تقييم الأثر البيئي سيقوم بتزويد الشاغلين في تقييم الأثر البيئي بطريقة أكثر تكاملاً. هذه الطريقة سوف تساعدهم للوصول إلى نتائج قابلة للاعتماد بشكل أكبر من أجل عملية اتخاذ القرار. بالإضافة إلى أن تكامل النتائج المخبرية مع التقنيات المبنية على أساس الحاسوب، مثل التحاليل الجيولوجية-الإحصائية، سوف يزود الشاغلين في تقييم الأثر البيئي بتراكيز مكانية للملوثات. الذي يقودهم إلى قرارات أكثر اعتمادية بإنقاص مدى عدم الثقة في عملية اتخاذ القرار.

في الدراسة الحالية؛ أظهرت النتائج بأن تركيز الرصاص في النباتات امتلك علاقة عكسية ($P<0.05$،$r= -0.524$) مع الانتقال على طول الطريق من طهران إلى كرج. إن تركيز الرصاص في التربة وذلك في النباتات أظهر علاقة غير مباشرة ($P<0.05$،$r= -0.390$) على نفس الاتجاه في الحركة. بالإضافة، على المحاور العرضية من الحافة باتجاه المناطق المحيطة بالطريق السريع؛ تركيز الرصاص في النباتات ارتبط بشكل مباشر مع تركيز الرصاص في التربة ($P<0.005$،$r= 0.600$). تم مشاهدة وجود رابطة معكوسة أيضاً ($P<0.05$،$r= 0.400$) بين

تركيز الرصاص في التربة وبين المسافة العرضية من حافة الطريق السريع. تطبيق خارطة تركيز الرصاص في التربة-النبات وخارطة استخدام الأرض/غطاء الأرض، أكد بأن 35.94 % من قوام البيئة المحيطة للطريق السريع هي مغطاة بمناطق سكنية، مما يؤكد على وجود رقم موجب للانتباه من المساكن المعرضة لمخاطر صحية نتيجة النقل على الطريق السريع.

الكلمات المفتاحية: تقييم الأثر البيئي، تربة، نبات، تلوث، طرق سريعة.

1- مقدمة

إن مصطلح التنمية يطلق على جميع الأنشطة والأعمال التي يقوم بها البشر وتهدف إلى تحسين حياتهم في المحيط البيئي. لتكون التنمية مستدامة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار البيئة والموارد الطبيعية، حيث إن لم تؤخذ البيئة وحدودها في الحسبان أثناء التنمية فحتماً سوف تنتهي التنمية إلى تخريب البيئة والموارد الطبيعية. إن التنمية الصحيحة هي التي توجّه انتباهها للبيئة أثناء جميع المراحل من التخطيط واتخاذ القرار والتنفيذ، وتضع نصب عينيها الحدود للبيئة والموارد الطبيعية الموجودة. بوضع الأهميات البيئية ضمن الأولويات أثناء التصميم والتخطيط لمشاريع التنمية يمكن تلافي التخريب الناجم عن بعض المشاريع والتي قد تؤدي إلى أضرار لا يمكن جبرها بيئياً. بناء على ما سبق؛ تقييم الآثار البيئية هو أداة للتخطيط ويقوم بتحديد الآثار السلبية المحتملة على البيئة والناجمة عن إجراء مشروعٍ ما وعن طريقه يمكن المساعدة على ايجاد أساس يستدل به متخذو القرار لقبول هذا المشروع أو رفضه [1] ،[2]، [3] .

لتقييم الآثار البيئية تقسيمات كثيرة؛ حيث منها يُبنى على مبدأ مكاني كتقييم الآثار البيئية على أساس مشروع وتقييم الآثار البيئية على أساس منطقة. في تقييم الآثار البيئية على أساس منطقة؛ يمكن أن يحتوي التقييم على أكثر من مشروع. من التقسيمات الأخرى لتقييم الآثار البيئية؛ التقسيم على أساس طريقة التقييم. هناك طرق عديدة للتقييم وهي: قوائم الاستبيان، تطبيق الخرائط، نموذج تخريب البيئة، طريقة تحليل النظام، طريقة المصفوفة، تحليل شبكة الآثار وطريقة التقييم الاقتصادية بالإضافة إلى طريقة شكل الأرض. تختلف هذه الطرق عن بعضها البعض من عدة نواحي: الصعوبة في التطبيق، البيانات المطلوبة وطريقة جمعها، الجهد اللازم لجمع البيانات وتحليلها، طريقة الإجراء ودقة النتائج .... الخ، [3].

من طرق التقييم للآثار البيئية الطريقة التحليلية والتي تعتمد على أخذ عينات من البيئة بشكل شعاعي وعلى مسافات مختلفة من المشروع، ثم تحلل النتائج لتحديد الاختلافات المعنوية ورسم المناطق (المتأثرة – نصف المتأثرة – غير المتأثرة) وثم بناء على النتائج والعتبات العالمية والمسموحة يتم اتخاذ الإجراءات المناسبة للرفض، القبول بشكل مشروط، أو القبول بدون شروط للمشروع [3].

مشاريع الطرق السريعة هي إحدى مشاريع التنمية ذات الأهمية الكبيرة، ذلك أنها البنية التحتية لمشاريع التنمية الأخرى. على الرغم من أهميتها الكبيرة؛ إلا أنها تمتلك آثار على البيئة [4] ، [5] ، [6] ، [7] ، [8] ، [9] ، [10]. إن الآثار البيئية للطرق السريعة تشمل الآثار الايجابية على الحياة الاقتصادية والاجتماعية، بحيث أنها تساعد على وصل الأماكن المختلفة ببعضها لتسهيل الانتقال وعمليات التنمية. بالإضافة للآثار الموجبة والمفيدة؛ للطرق السريعة آثار سلبية أيضاً. هذه الآثار تشمل التلوث بالعناصر النادرة[1] وخاصة الرصاص (Pb) الناتج عن غازات عوادم الآليات المنتقلة على الطرق والمتولد عن احتراق الوقود [11]، [12]، [13]. هذا التلوث يشمل مختلف عناصر البيئة من تربة ونباتات ومياه وانسان.... الخ [4].

(1) - Trace Elements

يمكن إجراء تقييم الآثار البيئية على الطرق السريعة باستخدام الطريقة التحليلية؛ ذلك بأخذ عينات من جانبيّ الطريق، أو من جانب واحد للطريق، وأخذ العينات يكون على مسافات مختلفة من الطريق لتحديد المناطق المتأثرة بالتلوث. أخذ العينات قد يشمل أي عنصر من عناصر البيئة المحيطة بالطريق. من أهم العناصر البيئية التي يمكن الاعتماد عليها أثناء دراسة التلوث للطرق السريعة على البيئة المحيطة المؤشرات النباتية والتربة. هذه العناصر إن تمت دراستها بشكل إفرادي هي ذات مقدار ثقة عالي نسبياً ولكن في الطبيعة هناك تفاعل بين جميع مكونات الطبيعة ولا يمكن أن يؤثر التلوث على عنصر دون أن يؤثر على الآخر، وفي بعض الأحيان العناصر البيئية في دورة متبادلة وتقوم بنقل هذه الملوثات بين بعضها [14].

في هذه الدراسة سوف نقوم بمقارنة نتائج الدراسة من تحليل التربة والنباتات المحيطة بالطرق السريعة لتحديد العلاقة والتفاعل بين هذين المكونين البيئيين واستخدامهما في تقييم الآثار البيئية للطرق السريعة، وكحالة دراسة تم انتخاب: الطريق السريع طهران-كرج والكونيين البيئيين التربة وأوراق نبات الصنوبر الأبرية كمؤشر نباتي قابل للاعتماد، هذا بالرابطة مع التلوث بعنصر الرصاص الناتج عن احتراق الوقود للآليات المتحركة على الطريق. هذا بالإضافة إلى تطبيق تقنيات التحليل الاحصائي الجيولوجي على خرائط استخدام/غطاء الأراضي.

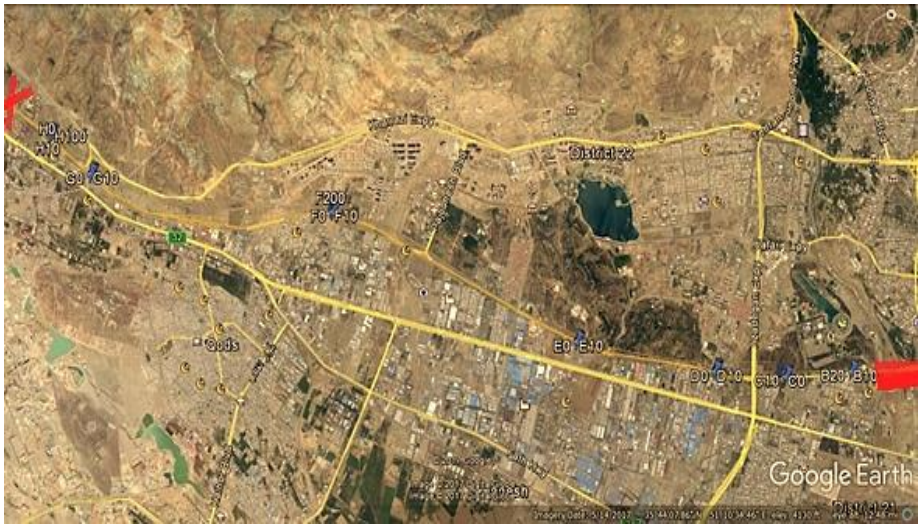
2- الهدف من البحث

الهدف من هذا البحث هو قياس المقدار الذي يكبده الطريق السريع من عنصر الرصاص على التربة والنباتات، وحساب الارتباط بين هذين المكونين البيئيين الموجودان في محيط الطرق السريعة من ناحية تركيز عنصر الرصاص. أيضاً؛ يهدف البحث إلى وضع تقسيم للبيئة المحيطة بالطريق السريع على مبدأ مقدار التأثر بالتلوث بعنصر الرصاص. هذا وأيضاً؛ يهدف البحث إلى تحديد النسبة المئوية لاستخدامات الأراضي الواقعة تحت تأثير الطريق السريع وذلك لجميع المناطق المتأثرة من التلوث الناتج عن الطريق السريع.

3- المواد والأساليب

1.3. منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على الطريق الرئيسي والسريع الواصل بين مدينة طهران ومدينة كرج في جمهورية إيران الإسلامية. يبلغ طول الطريق حوالي الأربعين كيلومتراً، تمتد حدود منطقة الدراسة بشكل دقيق بين محطة القطار السريع صادقية (طهران قديماً) ضمن مدينة طهران إلى جسر فرديس ضمن مدينة كرج في الغرب. وتشمل منطقة الدراسة الأغطية النباتية المتمثلة بأشجار الصنوبر المزروعة على جوانب الطريق بالإضافة للتربة التي تنمو عليها هذه الأشجار وعلى مسافات مختلفة من الطريق. الشكل (1).



شكل (1): محطات أخذ العينات على طريق طهران-كرج (طهران إلى يمين الصورة وكرج إلى يسار الصورة)

شرح الشكل: يمتد طريق طهران كرج من يمين الشكل إلى يساره بين العلامتين الموضحتين وتظهر محطات أخذ العينات والتي تم تحديدها بواسطة جهاز تحديد المواقع العالمية، من اليمين وعلى الترتيب محطات أخذ العينات (B – C – D – E – F – G وH). تم تهيئة الشكل لهذه الدراسة باستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي وبرنامج Google Earth.

2.3. طريقة الدراسة

اختيرت سبع محطات لأخذ العينات على طول الطريق من مدينة طهران إلى مدينة كرج بحيث تكون بعيدة قدر الإمكان عن تأثيرات نشاطات أخرى كالتقاطعات مع الطرق، المناطق الصناعية أو السكنية، حصلت كل محطة على رمز من طهران (B) إلى كرج (H) وعلى الترتيب (B، C، D، E، F، H)، بالإضافة إلى توزيع المحطات على طول الطريق تم انتخاب خمسة مسافات عن حافة الطريق وكانت بالمتر (صفر، 10، 20، 50، 100) وذلك لدراسة التغيرات في مقدار التلوث على طول الطريق وعلى مسافات مختلفة من الطريق.

تم رفع العينات في وسط شهر تموز من عام 2017 وذلك لعدة أسباب، منها: الحصول على عينات جافة قدر الإمكان، إزالة عامل الغسيل بمياه الأمطار الربيعية والتي استمرت حتى أوائل حزيران في تلك السنة؛ مما يعني أن الملوثات الموجودة هي ناتجة عن تراكم لمدة شهر ونصف تقريباً وذلك لتقييم التلوث الناتج عن الطريق ورفع دقة البحث.

تم انتخاب نوع الصنوبر كونه من الأشجار إبريات الأوراق والتي تمتلك عمر طويل بالمقارنة مع الأشجار متساقطة الأوراق وبهذا نستطيع إظهار التلوث في البيئة المحيطة بالطريق بشكل أوضح. أخذت العينات من أوراق الصنوبر (Pine sp.) ومن الفصيلة (Pinaceae) وذلك باستخدام مقص تقليم خاص وعلى ارتفاع الصدر ومن محيط كامل الشجرة وبشكل عشوائي لكل عينة وبعدها خلطت جيداً داخل مغلفات بلاستيكية ووضع رمز عليها شامل رمز المحطة ومقدار المسافة عن الطريق، ثم نقلت إلى المختبر وتركت لمدة ثلاثة أيام حتى تجف بشكل هوائي [15].

كل عينة تربة هي عبارة عن خمس عينات جزئية (تحت عينة[2]) بحيث أخذت بشكل دائرة ذات قطر نصف متر وبعدد خمسة تحت عينات على عمق من صفر حتى 15 سنتيمتر بواسطة مجرفة يدوية صغيرة من الفولاذ المضاد

(2) - Sup sample

للصدأ، ثم جُمعت معاً في أكياس بلاستيكية تحمل رمز محطة أخذ العينة ورقم المسافة لتنقل إلى المختبر، في المختبر تم وضع العينات على درجة حرارة الغرفة ومعرضة للهواء لتجف هوائياً [7]، [15]، [16].

تم أخذ جميع إحداثيات النقاط للعينات بواسطة جهاز تحديد المواقع الجغرافية (GPS[3]) من النوع غارمن S62[4]، الشكل (3).

الشكل (2) صورة لبعض الأجهزة المستخدمة في تحديد نقاط العينات وجمعها وتحليلها

تم قياس تركيز معدن الرصاص ضمن المحاليل الناتجة عن طريقة التحضير المخبري [4] باستخدام جهاز الامتصاص الذري من النوع (OSK 6564 ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER OGAWA SEIKI co. LTD AN 180)، الشكل (3).

3.3 الطرق الإحصائية المستخدمة والبرامج المرتبطة

تم استخدام طرق الإحصاء الوصفي الشاملة على (المتوسطات، الوسيط، الوسط، الانحراف المعياري واختبارات التوزيع الطبيعي (Shapiro-Wilk) لمعرفة طبيعة وتوزيع قاعدة البيانات الناتجة من الدراسة. من أجل معرفة الفروق المعنوية[5] والارتباطات[6] والروابط تم استخدام اختبار (Kruskal-Wallis 1-way ANOVA) لكون البيانات لا تنتمي إلى التوزيع الطبيعي[7]. لتحديد العلاقات والروابط بين المتغيرات المختلفة تم استخدام اختبارات تحليل الارتباط (Kendall's Tau-b 2 tailed). هذا بالإضافة لاستخدام طريقة التحليل الاحصائي الجيولوجية[8] (Kriging، Co-kriging) والتي هي مدمجة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS).

(3)- Global Position System

(4)- Garmin GPSMAP 62S Handheld GPS Navigator

(5) - Difference's significant

(6) - Correlations

(7) - Normal distribution, also known as the Gaussian or standard normal distribution

(8)- Geostatistical

4- المناقشة والنتائج

1.4. الارتباط بين تركيز الرصاص في النبات وفي التربة، على طول الطريق وعلى مسافات مختلفة منه

تم استخدام اختبار الارتباط (Kendall's Tau-b 2 tailed) وعلى مستوى معنوية (P≤0.05)، من أجل حساب قيمة الارتباط بين تركيز الرصاص في النبات وتركيزه في التربة، ذلك على طول الطريق وعلى مسافات مختلفة من حافة الطريق (أي باتجاه عمودي وأفقي على الطريق). السبب في اختيار الاختبار (Kendall's Tau-b 2 tailed) هو أن البيانات والمشاهدات لم تتبع التوزيع الطبيعي (غير بارامترية).

نتائج اختبار الارتباط بين تركيز الرصاص في التربة والنبات، ذلك ضمن محطات مختلفة على طول الطريق من مدينة طهران إلى مدينة كرج، تم عرضها في الجدول رقم (1). من ناحية أخرى الجدول (2)؛ يعرض الارتباط بين تركيز الرصاص في النبات وتركيز الرصاص في التربة، ذلك على مسافات مختلفة من حافة الطريق، وبعبارة أخرى تركيز الرصاص في التربة والنباتات على شعاع عمودي من محور الطريق.

جدول رقم (1) ارتباط تركيز الرصاص بين المتغيرات (المحطات على طول الطريق من طهران إلى كرج، التربة، النباتات)

الارتباط	التربة	النباتات	المحطات
التربة	1	*r = - 0.390* *p = 0.003*	*r = - 0.098* *p = 0.463*
النباتات		1	*r = - 0.524* *p = 0.001*
المحطات			1

جدول رقم (2) ارتباط تركيز الرصاص بين المتغيرات (المسافة عن حافة الطريق، التربة، النباتات)

الارتباط	التربة	النباتات	المسافة عن حافة الطريق
التربة	1	*r = 0.600* *p = 0.000*	*r = - 0.400* *p = 0.004*
النباتات		1	-
المسافة عن حافة الطريق			1

من الجدول رقم (1) يمكن الاستدلال إلى أن الارتباط بين تركيز الرصاص في التربة وبين تغير تركيزه في النباتات على طول الطريق من طهران إلى كرج هو سالب ومعامل الارتباط r مساوي (0.390)؛ أي مع الاتجاه على طول الطريق، من مدينة طهران إلى مدينة كرج، يحدث تغير في تركيز الرصاص في التربة وهذا التغير يحدث أيضاً في النباتات، التربة والنبات على ارتباط، لكن التغير في تركيز الرصاص ليس بجهة واحدة بين التربة والنباتات واذا ازداد تركيز الرصاص في التربة فإنه يناقص في النباتات والعكس صحيح من كرج إلى طهران، مع تناقص تركيز الرصاص في التربة فإنه مرتبط بزيادته في النبات. بالطبع؛ إن التغير في تركيز الرصاص هو تابع لعوامل أخرى متعلقة بخصائص التربة أو النباتات. قيمة الارتباط (0.390) ضعيفة لكنه معنوي. السبب في أن تكون هذه الرابطة غير قوية هو الاختلاف في توزع الكثافة النباتية الغير متجانسة على طول الطريق من مدينة طهران إلى مدينة كرج. الكثافة النباتية السابقة تغطي التربة بشكل غير متجانس، وهذا تم ملاحظته أثناء أخذ العينات. الدليل الذي يدعم النتيجة السابقة؛ هو أن الارتباط بين تركيز الرصاص في التربة وبين تغير المحطات من طهران إلى كرج ضعيف جداً ويمكن اعتباره مهمل،

وهنا يتدخل فقط عامل الكثافة النباتية أو التغير في تركيز الرصاص في النباتات والتغير في المحطات على طول الطريق من مدينة طهران إلى مدينة كرج والذي يمتلك قيمة سالبة ومعامل الارتباط r مساوي (0.524)؛ أي بالاتجاه لكرج تركيز الرصاص في النباتات يقل مع تغير المحطات وبمقدار الارتباط المذكور ويعود ذلك للعديد من الأسباب، ومنها الكثافة النباتية التي تقل بالابتعاد عن طهران حتى كرج وهذا يساعد على رفع قدرة الهواء على حمل الملوثات لمسافات أطول دون أي حاجز يقوم بتركيز وجمع التلوث ضمن المسافات المجاورة للطريق. أي أن التراكيز يتم توزيعها بعيداً عن الطريق في المناطق قليلة الكثافة النباتية.

يُظهر الجدول رقم (2) الرابطة بين تغير قيم تركيز الرصاص في النباتات وفي التربة بالعلاقة مع التغير في المسافة عن حافة الطريق (من المسافة صفر متر إلى المسافة 100 متر)، الارتباط بين تركيز الرصاص في التربة والمسافة عن احفة الطريق سلبي ومساوي (0.400)، هذا يعني مع الابتعاد عن حافة الطريق وزيادة المسافة الفاصلة عنه؛ سوف ينخفض تركيز الرصاص. الارتباط بين تركيز الرصاص في التربة والنباتات موجب ومعامل الارتباط r مساوي (0.600)؛ أي عندما يزداد تركيز الرصاص في التربة يزداد تركيزه في النباتات مع الابتعاد عن الطريق وبالعكس، أي ارتباط مباشر لتراكيز الرصاص في النبات والتربة. هذه النتيجة مطابقة لنتائج (Kovalevskiy) في عام 1979، حيث تم اثبات هذه الرابطة وبنفس النسبة لكن على أوراق شجرة (Larix dahuria)، حيث أثبت وجود ارتباط بين تغير الرصاص في التربة وتغيره في أوراق النوع الأخير (ارتباط مباشر) [17]، [18].

في البحث الحالي تم اثبات وجود رابطة بين تركيز الرصاص في التربة وتركيز الرصاص في أوراق شجرة الصنوبر (.Pinus sp)، هذه الارتباط بمقدار (0.600) وموجب (ارتباط مباشر)، أي مع ازدياد تركيز الرصاص في التربة إن تركيز الرصاص في أوراق الصنوبر سوف يزداد بمقدار هذا الارتباط والعكس صحيح.

2.4 تقييم الآثار البيئية للطريق السريع طهران- كرج وتحديد المناطق تحت التأثر:

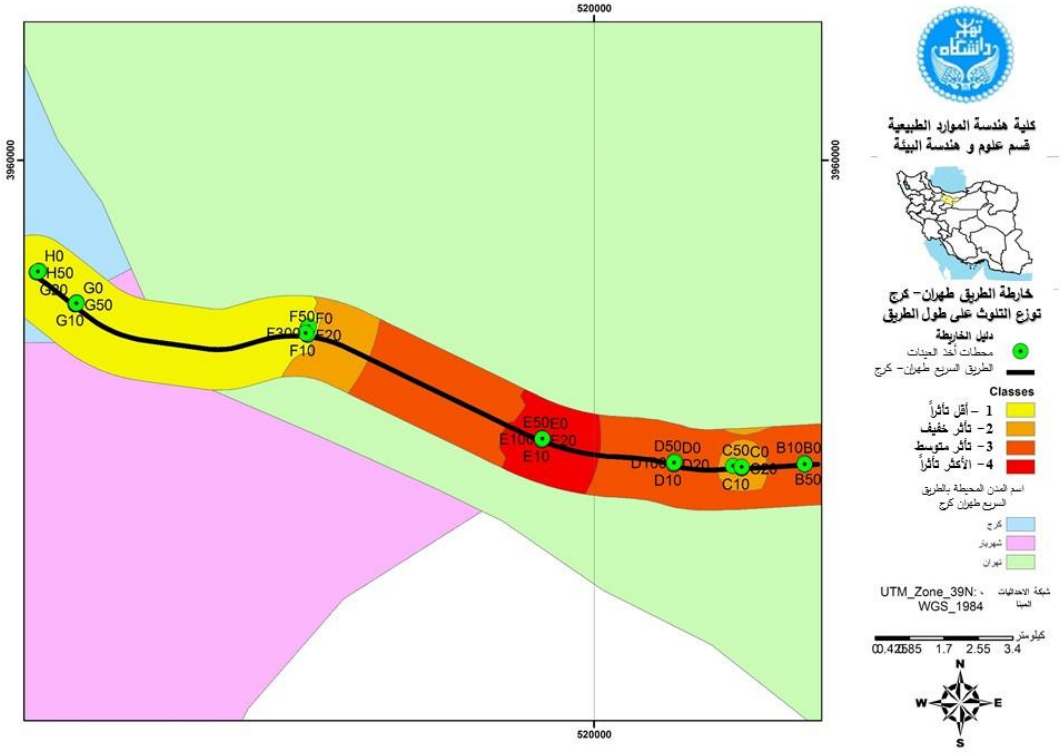
بما أنه للطريق أثر على البيئة المحيطة به؛ يجب تحديد وتقسيم المناطق الواقعة تحت تأثير الطريق. الهدف من هذه العملية هو ايجاد زونات (مناطق)، حسب شدة التعرض للتلوث. هذه المناطق تقسم من حافة الطريق حتى آخر مسافة مدروسة عمودياً على محور الطريق. المبدأ الذي تم اعتماده لتقسيم المناطق هو المعنوية الاحصائية للفروقات في متوسطات العينات المأخوذة على المسافات المختلفة. إن مبدأ هذه الطريقة يقوم على أساس أنه عندما تزداد المسافة الفاصلة عن مصدر التلوث فان التأثير على البيئة يقل حتى المسافة التي يكون فيها تأثير المشروع أو في بحثنا طريق غير معنوي أو بعبارة أخرى ليس هناك أثر ومقدار الرصاص في هذه المنطقة وما بعد متشابه وتغيراته ليست مرتبطة بالطريق أبداً. تم تقسيم المنطقة المحيطة اعتماداً على الطريقة المذكورة لجباريان أميري (2014) وبناء على نتائج اختبارات التباين الاحصائي (Kruskal-Wallis 1-way ANOVA) على أساس التخريب والتأثر بالتلوث إلى أربعة مناطق مذكورة في الجدول (3)؛

جدول رقم (3): أقسام المنطقة المحيطة بالطريق السريع طهران كرج بناء على الطريقة التحليلية ومدى التخريب (التلوث بالرصاص)

مقدار التخريب	Zone Code	المسافة من حافة الطريق
منطقة مخربة بشكل شديد	1	من صفر حتى 10 أمتار
منطقة مخربة	2	من 10 إلى 50 متراً
منطقة متوسطة التخريب	3	من 50 إلى 100 متر
منطقة قليلة التخريب إلى غير مخربة	4	من 100 متر إلى ما بعد

3.4. تعيين شدة التلوث على طول الطريق وحساب النسبة المئوية لاستخدامات الأراضي المعرضة للآثار:

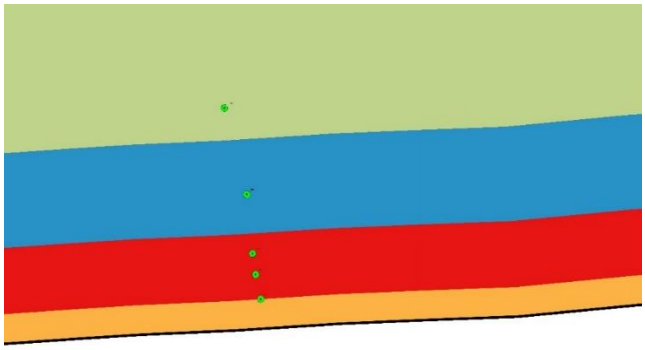
باستخدام طريقة التحليل الاحصائية مع الربط بالفواصل على أرض الواقع (جيواحصائية؛ Geostatistics) تم ادخال إحداثيات نقاط أخذ العينات المأخوذة بواسطة جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) إلى محيط البرنامج (Arc GIS)؛ ومع دمج الإحداثيات الجغرافية للنقاط مع نتائجها المخبرية لتحليل الرصاص في التربة والنباتات وبناء على الاختلافات المعنوية بين المسافات عن حافة الطريق (100 – 50 – 20 – 10 – 0 متر)، تم استخدام طريقة كريغينغ وكوكريغينغ[9] من أجل تحليل العلاقة بين تركيز الرصاص للتربة والنباتات مع التغير بالمسافة على حافة الطريق وعلى طول الطريق. فيما يلي عدد من الخرائط ضمن الأشكال (5 و6 و7) التي توضح النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الطريقة؛



الشكل (4): يبين الشكل صفوف التلوث على طول الطريق طهران-كرج وذلك اعتماداً على العينات المأخوذة من التربة والنباتات وتحليل مقدار عنصر الرصاص فيها

في الشكل رقم (4): اللون الأحمر يشير إلى مستويات عالية من التأثر بالطريق السريع وفي حالتنا الحاضرة التأثر هو بالتلوث بعنصر الرصاص، أمّا اللون البرتقالي المائل للأحمر فهو يعبر عن منطقة أقل تأثراً من الأخيرة وبالمثل للون البرتقالي والأصفر اللذان يغطيان المناطق الأقل تأثراً. بناء على ما سبق يتضح من الشكل أن المنطقة بالقرب من كرج هي الأقل تأثرا بالتلوث على الطريق وأكثر المناطق تأثراً هي المناطق المتجمعة بالقرب من طهران.

(9) - kriging and Co-kriging



الشكل رقم (5): الفواصل المختلفة لتأثير الطريق على البيئة المحيطة، الطريق يظهر بعد الخط الأسود أسفل الصورة ومناطق التخريب (التأثر) المختلفة تتدرج من الطريق حتى المنطقة الخضراء والأقل تلوثاً، طبعاً الخارطة هي لإحدى المحطات لكون الطريق طويل ولا يمكن إظهاره بوضوح كاملاً في شكل (6).

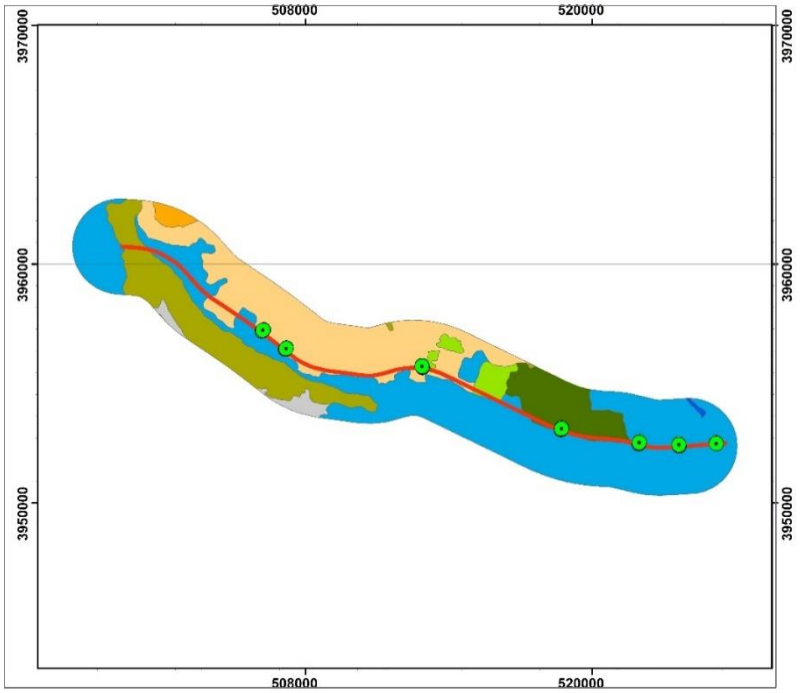
الشكل رقم (6): الفواصل المختلفة لتأثير الطريق على البيئة المحيطة، الطريق يظهر باللون الأحمر ومناطق التخريب (التأثر) المختلفة تتدرج من الطريق حتى المنطقة الخضراء والأقل تلوثاً

في الشكل (5) والشكل (6)؛ إن المنطقة باللون الأصفر هي المنطقة ذات أعلى تأثراً، والسبب في ذلك مواجهتها للطريق مباشرة. يقل تأثير الطريق بالابتعاد عنه حتى نصل للمنطقة ذات اللون الأخضر وهنا التأثير غير معنوي، أو بمعنى آخر؛ لا يوجد تأثير للطريق على هذه المنطقة وتراكيز الرصاص فيها تابعة لمنابع تلوث أخرى غي الطريق السريع طهران-كرج.

عند إدامة التحليل وبعد الحصول على خارطة الكترونية تحتوي على الفعاليات المحيطة بالطريق[10] (خارطة استخدامات الأراضي المحيطة بالطريق) السريع طهران كرج من مديرية الحراج والمراعي والخارطة[11] لعام 2014 وتحتوي على جميع الأنشطة واستخدامات الأراضي في تلك المنطقة من (زراعة، غابات مزروعة، سكن، مراعي ضعيفة ...الخ). بعد اقتصاص المسافة المحيطة فقط بالطريق لتحديد محيط الدراسة تماماً والحصول على نتائج أكثر دقة من برنامج (Arc GIS)، تم حساب النسبة المئوية لكل نشاط ضمن المناطق الأربعة للتخريب (الأثر للطريق على المناطق المحيطة)، وكانت النتائج كما هي موضحة في الشكل (6 – 7 -8) والجدول رقم (4)؛

(10) - Land Use map

(11) - الخارطة هي خارطة GIS ولا تحتوي على ألوان أو ارشادات، فقط تحتوي على مضلعات المناطق والأنشطة وجدول تابع لها وتحتاج إلى عمل للحصول على النتيجة المطلوبة، جميع الخرائط في هذا البحث هي من عمل المهندس مصطفى نور استانبولي.



الشكل رقم (7) النشاطات البشرية واستخدامات الأراضي في المنطقة المحيطة بالطريق طهران-كرج.

إن الخارطة في الشكل رقم (7) هي لشعاع 1500 متر عن الطريق وفيها استخدامات الأراضي كالتالي (الأزرق القاتم: مسطح مائي، الأزرق القاني: منطقة سكن، اللون الكريم: مراعي ضعيفة، البرتقالي: مراعي متوسطة، الرمادي: مناطق عارية، الأخضر: بساتين، الأخضر العشبي: بساتين، الأخضر القاتم: غابات مزروعة، الطريق يظهر باللون الأحمر ونقاط أخذ العينات تظهر كدوائر خضراء ذات مركز ذو نقطة سوداء)

الشكل رقم(8): خارطة الأنشطة المحيطة بالطريق وعلى مسافة 500 متر منه، تم اختيار هذه المسافة للمحاولة قدر الإمكان اظهار هذه التفاصيل في متن البحث لأن نسبة الطريق إلى المسافة جداً كبيرة ولن تظهر بوضوح إلّا ضمن البرنامج Arc GIS

ومن خلاصة الخرائط الجيو إحصائية (الجيولوجية الإحصائية) وخارطة استخدامات الأراضي وتقاطع مناطق التخريب تم حساب النسبة المئوية للأنشطة المتأثرة بالطريق ومنه ينتج الجدول رقم (4) والمعبر عن النسبة المئوية لكل نشاط ضمن مناطق التخريب الأربعة؛

جدول رقم (4) النسبة المئوية لتواجد استخدامات الأراضي ضمن مناطق التخريب

نوع النشاط على الأرض	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
زراعي	4.18	4.35	4.77	5.96
مراعي ضعيفة	39.08	39.55	40.04	37.69
سكن	37.34	36.1	34.3	36.03
بساتين	3.69	3.71	3.79	3.09
غابات مزروعة	15.7	16.29	17.11	17.25
المجموع	100	100	100	100

من الجدول (4) نجد بأن السكن يتواجد في جميع المناطق المتأثرة وهذا يعني أن محيط الطريق خاصة الفاصلة الأولى يحتوي على منطقة سكن دائم وبمتوسط 35.94 % من المنطقة المحيطة بالطريق والسكان فيه على مواجهة دائمة للتلوث بهذا العنصر السام موضوع البحث وخاصة في المنطقة الأولى الأشد تأثراً بالطريق. المراعي الضعيفة أيضا تتواجد في جميع المناطق وتقريباً بنفس النسبة وهذا يعني عدم الاعتناء بالمنطقة المحيطة بالطريق وزراعتها بالأشجار. مع المقارنة مع نسبة الغابات المزروعة نجد بأن الغابات بمتوسط 16.59 % فقط من المنطقة المحيطة بالطريق. بالنسبة للبساتين والأراضي الزراعية فهي تمتلك أقل نسبة وهذا مناسب للحيلولة دون تعرض الأغذية الناتجة منها إلى التلوث بعنصر الرصاص.

5- الاستنتاجات

إن للطريق السريع طهران-كرج آثاراً على البيئة المحيطة به وهذه الأثار تتمثل بعنصر الرصاص في البحث الحالي كونه العنصر الأكثر تواجداً في الوقود المستخدم في الآليات المتنقلة على الطرق، إن آثار هذا الطريق تختلف بالانتقال عليه وعلى المسافة بالابتعاد عن حافة الطريق. يمكن باستخدام الطرق التقليدية في تقييم الآثار البيئية للطريق ولكن هذه الآثار قد لا تحتوي في كثير من الأحيان على التكامل والعلاقات المتبادلة بين العناصر المكونة للبيئات المحيطة بالطريق. إن استخدام عدة عناصر بيئية كالتربة والنباتات يجعل عملية التقييم أكثر تكاملاً ويجعل نتائج التقييم أكثر وضوحاً وقابلة للتفسير. بالإضافة لتكامل العناصر ومادة أخذ العينات هناك طرق حديثة للتقييم وأكثر انسجاماً مع التطور الحاصل؛ فدمج التحاليل المخبرية مع التقنيات الحاسوبية كبرامج نظم المعلومات الجغرافية والاستفادة من التحاليل الجيولوجية الإحصائية يجعل من السهل الوصول إلى قرار لإدارة المنطقة بعد التقييم. في البحث الحالي وعند الاستفادة من الطرق المخبرية لتبيان الارتباط بين المتغيرات التي هي: تركيز عنصر الرصاص في تربة المنطقة المحيطة بالطريق، تركيز عنصر الرصاص في نباتات المنطقة المحيطة بالطريق، المسافة الفاصلة عن الطريق، صفر – 10 – 20 – 50 و100 متر، وبالإضافة للمسافة على طول الطريق من طهران إلى كرج، إن النتائج التي حصلنا عليها تبين ارتباط هذه العناصر جميعها وهذا هو المبدأ الأساسي في تكامل عملية تقييم الآثار البيئية.

كان للكثافة النباتية على طول الطريق تأثير على تركيز الرصاص في تربة المنطقة المحيطة والارتباط صحيح لم يكن قوياً لكن يعبر عن أن الاختلاف في الكثافة النباتية يؤثر على تركيز الرصاص في التربة. بالنسبة للارتباط مع المسافة عن حافة الطريق فأثبتت النتائج وجود رابطة بين تركيز الرصاص في التربة والتغير بالابتعاد عن الطريق وكلما ازدادت المسافة الفاصلة عن حافة الطريق قلّ تركيز الرصاص في التربة. بالنسبة لارتباط تغير تركيز الرصاص في التربة والنباتات فإن الرابطة موجودة وهذا بديهي كون هذين الوسطين مرتبطين تماماً بعلاقات تبادل عناصر ومع زيادة

تركيز الرصاص في التربة سوف يزداد في النباتات وبالعكس، هنا تأتي فكرة أن هذه الرابطة صحيحة عندما تكون الشروط واحدة أي هي صحيحة عند الارتباط مع تغير المسافة عن طرف الطريق ولم تكن صحيحة مع التغير على طول الطريق وهنا التفسير جداً واضح؛ ألا وهو أن الكثافة النباتية هي متجانسة على الشعاع الواحد على الطريق وليست على طول الطريق؛ هذا يعود إلى عمليات التشجير من قبل الجهات المختصة والتي أبدت عناية واضحة بالقرب من طهران ولم تكمل عمليات التشجير باتجاه كرج وقامت بالتشجير على مسافات واسعة ومتباعدة بين الأشجار.

إن تكامل الطرق الحديثة للتقييم مع الطرق المخبرية يملّكنا البيانات اللازمة للمحاججة أثناء اتخاذ القرار وأمام المسؤولين، عند مطابقة الخرائط المختلفة مع أثر التلوث بالرصاص للطريق طهران-كرج؛ اتضح بأن نسبة تصل إلى 37% من المنطقة المحيطة بالطريق وعلى جميع المسافات هي منطقة مسكونة وهذا غير سليم ابداً. المنطقة المحيطة بالطريق هي منطقة ملوثة بعنصر الرصاص وبعناصر أخرى ولا يجب التهاون في موضوع الصحة العامة وسلامة حياة الذين يسكنون في هذه المناطق. يجب اتخاذ قرارات حازمة ومقنعة بالدلائل المتكاملة للتقليل من التعرض البشري لهذا النوع من الآثار السلبية للمشاريع وذلك بنقلهم إلى أماكن يتم التوافق عليها وتحت اشراف الجهات المعنية، ومن جهة أخرى العناية بالمنطقة المحيطة بالطريق وتشجيرها لمنع انتشار الملوثات لمسافات أبعد وتعرّض السكان للخطر، حيث كانت النتائج واضحة وتقول بأن نسبة التشجير في المنطقة المحيطة بالطريق قليلة.

إن سلامة البشر وحياتهم وحماية الأجيال القادمة هو الهدف الرئيسي لتقييم الآثار البيئية، مهما كانت الأنشطة اللازمة لزيادة رفاهية الانسان حالياً واجبة، يجب علينا التفكير بالأجيال القادمة وأن لا نستهتر بحياتهم، خاصة وأن المفتاح لسلامتهم بأيدينا ونستطيع بقليل من الجهد والميزانية حفظ البيئة معافاة وسليمة لأبنائنا.

شكر وتقدير

الشكر الجزيل للأساتذة الذين أشرفوا على هذا البحث. أشكر أيضاً جميع الباحثين الذي ذكرتهم في المصادر والذين أخذت ملاحظاتي منهم وأخص بالامتنان والتقدير لجنة التحكيم التي قيمت هذا العمل ورفعت من شأنه وأغنتني بالملاحظات القيّمة.

References

[1] مقابلة خاصة لبهجت النادي مع كوستو ضمن رسالة اليونسكو ,Interviewee ,كوستو .ا .ج .[Interview]. 1391.

[2] Habitat, "A methodological framework of EIA for Urban development," United Nations Center for Human Settlements, 1992.

[3] B. Jabbarian Amiri, Environmental Impact Assessment (In Farsi), Tehran: University of Tehran Press, 2014.

[4] M. Istanbuly, B. Jabbarian and A. Hamidian, "Environmental Impact Assessment of Tehran- Karaj Highway by Using Plants Indicators," *JUBES,* vol. 26, no. 7, pp. 234 - 249, Jul 2018.

[5] K. Adelasoye and L. Alamu, "Accumulation of heavy metal pollutants in soil and vegetation and their effects on soil microbial population on roadsides in Ogbomoso, Nigeria," *Journal of Environmental*

Science and Water Resources, vol. 5, no. 1, 2016.

[6] Y. Nazzal, M. A. Rosen and A. M. Al-Rawabdeh, "Assessment of metal pollution in urban road dusts from selected highways of the Greater Toronto Area in Canada," *Environmental Monitoring and Assessment,* vol. 185, no. 2, p. 1847–1858, February 2013.

[7] P. Tamuly and A. Devi, "Heavy metal contamination of roadside topsoil in some areas of Golaghat and Jorhat district along national highway-37, Upper Assam, India," *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES,* vol. 5, no. 2, pp. 472-481, 2014.

[8] H. Van Bohemen and W. Van De Laak, "The influence of road infrastructure and traffic on soil, water, and air quality," *Environmental management,* vol. 31, no. 1, p. 0050–0068, Jan 2003.

[9] X. Yan, D. Gao, F. Zhang, C. Zeng , W. Xiang and M. Zhang, "Relationships between Heavy Metal Concentrations in Roadside Topsoil and Distance to Road Edge Based on Field Observations in the Qinghai-Tibet Plateau, China," *Environmental Research and Public Health,* vol. 10, no. 3, pp. 762-775, Mar 2013.

[10] H. Zhang, Z. Wang, Y. Zhang, M. Ding and L. Li, "Identification of traffic-related metals and the effects of different environments on their enrichment in roadside soils along the Qinghai–Tibet highway," *Science of the Total Environment,* vol. 521–522, p. 160–172, July 2015.

[11] S. Gromov S and E. Emelina, "Lead emission evaluation over the European part of the former Soviet Union," *Science of The Total Environment,* vol. 158, p. 135–137, 18 December 1994.

[12] G. Nabulo, H. Oryem-Origa and M. Diamond, "Assessment of lead, cadmium and zink contamination of roadside films and vegetables in kampala city, uganda," *Environmental Research,* vol. 101, no. 1, pp. 42-52, 2006.

[13] N. Sezgin, H. K. Ozcan, G. Demir, S. Nemlioglu and C. Bayat, "Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul, E-5 highway," *Environment International,* vol. 29, no. 7, p. 979–985, January 2004.

[14] A. Kabata-Pendias, Trace elements in soils and plants, Fourth Edition, Boca Raton United States of America: CRC Press, 2011.

[15] K. Swaileh , R. Hussein and S. Abu-Elhaj, "Assessment of heavy metal pollution in roadside surface soil and vegetation from the West Bank," *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* vol. 47, no. 1, pp. 23-30, Jul 2004.

[16] R. Sutherland and C. Tolosa, "Multi-element analysis of road-deposited sediment in an urban drainage basin, Honolulu, Hawaii," *Environmental Pollution,* vol. 110, no. 3, p. 483–495, December 2000.

[17] A. L. Kovalevskiy, "Biogeochemical Exploration for Mineral Deposits," published for the USDI and the NSF, Amerind Publ. Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1979.

[18] A. Kabata-Pendias and H. Pendias, Trace Elements in Soils and Plants, Boca Raton London New York Washington, D.C: CRC Press, 2001.