East Journal of Human Science
ISSN: 3079-9384 DOI: https://doi.org/10.63496/ejhs.Vol2.Iss1.213
مجلة الشرق للعلوم الإنسانية
المجلد: ٢ العدد: ١
الناشر: الشرق للنشر والتكنولوجيا

أفضل الممارسات العالمية لقياس الأحمال الوظيفية من أجل تحسين تصنيف القوى العاملة بهيئة البيئة في سلطنة عمان

طالب العبري [١]، عزيزة الهطالية [١]، د. سالم الريامي[٢]، د. ماهر حسن[٢]
[١] هيئة البيئة، مسقط، سلطنة عمان.
[٢] الاجادة الذكية للاستشارات، مسقط، سلطنة عمان.

*الباحث المراسل: د. سعيد الراشدي، said19@moe.om

Global Best Practices for Measuring Workloads to Improve Workforce Classification at the Environment Authority in the Sultanate of Oman

Talib Alabri[1], Aziza Alhtaly[1], Dr. Salim Alriyami[2], Dr. Maher Hassan[2]
[1] Environment Authority, Muscat, Oman
[2] Smart Ejada for Consultant, Muscat, Oman
* Corresponding Author : Dr. Said Al Rashdi

Received: 25/10/2025; Revised: 04/11/2025; Accepted: 06/12/2025; Published: 01/01/2026

الملخص

يعد قياس العبء الوظيفي من الركائز الأساسية في تنمية وإدارة الموارد البشرية الحديثة للوصول الى الكفاءة التنظيمية والاستقرار الوظيفي، حيث تواجه هيئة البيئة تحدّي يتمثل في توزيع وتصنيف الموارد البشرية الرقابية للمحافظات والذي ينتج عنه اعتلال في عدد الموظفين الرقابيين وعدم وجود اتزان للتوزيع في الانتشار الإداري في الولايات، والمساحة الجغرافية، والحساسية البيئية. لذلك تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نموذج مبتكر قائم على المبادئ الرياضية والخوارزميات لتقدير العدد المثالي للموظفين في أقسام الرقابة البيئية على مستوى المحافظات، شملت منهجية علمية تعكس العوامل الرئيسية المؤثرة على عبء العمل الرقابي، وهي: الانتشار الإداري (عدد الولايات N)، والحساسية البيئية (S) للمحافظة، والمساحة الجغرافية (A). كما تم تبرير بنية المعادلة ومعاملاتها بالاستناد إلى أفضل الممارسات الدولية، بما في ذلك منهجية مؤشرات عبء العمل لتحديد الاحتياجات من الموظفين (WISN) الصادرة عن منظمة الصحة العالمية، وأطر التفتيش البيئي القائم على المخاطر (RMCEI/IRAM) المعتمدة في الاتحاد الأوروبي، ومبادئ الشبكة الدولية للامتثال والإنفاذ البيئي (INECE)، وإرشادات وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA). تم تطبيق النموذج على اقسام الرقابة بمحافظات سلطنة عمان كدراسة حالة، وأظهرت النتائج تقديرات كمية للاحتياج الفعلي من الموظفين يظهر متوسط العدد المثالي حوالي ٢١,٨٩ ، مقابل المتوسط حالي ٢٠,٦٧ ، مما يشير إلى عجز عام طفيف حوالي ٥,٦٪، لكنه يتزايد في محافظات الظاهرة بعجز يبلغ ٥٠٪ والوسطى أيضاً عجز بنسبة ٢٩٪ مما أدى لوجود فجوات بين العدد الحالي والعدد المثالي للموظفين عبر توزيعهم في الأقسام في بعض المحافظات. كما يعطي الاحتياج وزناً أعلى للحساسية b=1.8، فيزيد المتوسط المثالي احصائياً إلى ٢٢,٥٦ ، مما يعمق العجز إلى ٨,٩٪، خاصة في المحافظات ذات S عالية مثل جنوب الشرقية بعجز ١٨٪. نموذج هذه الدراسة قدم أداة تدعم اتخاذ القرار في الهيئات البيئية لتخطيط وتوزيع الموارد البشرية بكفاءة من خلال نموذجاً يقدر الاحتياجات الأنسب للقوى البشرية، كما تُظهر نتائج ومخرجات الدراسة المساهمة الرئيسية لهذه الورقة من خلال التحول من التخطيط الانطباعي إلى التخطيط القائم على الأدلة والبيانات المنهجية والعلمية والتي تدعم تبني هذا النموذج كأداة تخطيط ديناميكية مع متابعة وقياس أثر لمعاملاته بشكل دوري لضمان استجابته للمتغيرات التشغيلية ومؤشرات الأداء.

الكلمات المفتاحية: *رقابة بيئية، تفتيش قائم على المخاطر، توزيع الموارد، WISN، IMPEL-IRAM، RMCEI، سلطنة عُمان*

Abstract

Measuring workload is one of the modern human resources development and management, essential for achieving organizational efficiency and workforce stability. The Environment Authority in Oman faces a significant challenge in the distribution and classification of its environmental compliance staff across the province. This study aims to develop an innovative model based on mathematical principles and algorithms to estimate the optimal number of employees for environmental compliance departments at the provincial level. The methodology relies on a scientific approach combining workload and risk indicators. The proposed formula is designed to measure these indicators and provides a solution to address the inaccuracy of observed time measurements for calculating workload from end-user samples. It reflects the key factors influencing compliance workload: Administrative Spread (number of wilayat, N) Environmental Sensitivity (S) of the governorate and Geographical Area (A). The model also incorporates a baseline factor (B)

حقوق النشر: ©٢٠٢٥ المؤلف(ون). نُشر بواسطة الشرق للنشر والتكنولوجيا. هذه المقالة متاحة بنظام الوصول المفتوح بموجب شروط رخصة المشاع الإبداعي النسبية ٤,٠ الدولية، والتي تتيح الاستخدام والتوزيع وإعادة الإنتاج دون قيود في أي وسيط، بشرط الاستشهاد بالعمل الأصلي بشكل صحيح.

representing fixed office/coordination duties or permanent shifts. The structure and coefficients of the formula are justified based on best international practices, including the World Health Organization's Workload Indicators of Staffing Need (WISN) methodology. The EU's Risk-Based Compliance and Enforcement Inspection Framework (RMCE/RAM) principles from the International Network for Environmental Compliance and Enforcement (INECE) and guidelines from the US Environmental Protection Agency (US EPA). Applied to the compliance departments across Oman's governorates as a case study, the model produced quantitative estimates of actual staffing needs. The results indicate an average optimal staff number of approximately 21.89, compared to a current average of 20.67, suggesting a slight overall deficit about 5.6%. This deficit is more acute in specific governorates like Al Dhahirah in 50% deficit and 29% deficit in Al Wusta. A model variant assigning higher weight to Environmental Sensitivity b=1.8 increased the average optimal staff to 22.56, deepening the overall deficit to 8.9%, particularly in high-sensitivity governorates like South Al Sharqiyah in 18% deficit. This model offers environmental authorities a practical and objective tool for the efficient planning and distribution of human resources within environmental compliance departments. It contributes to enhancing environmental monitoring capacities and achieving environmental sustainability. The contribution of this research lies in its conceptual methodology to facilitating a shift from impressionistic planning to evidence and data driven flow. The study recommends adopting this model as a dynamic planning tool with periodic reviews of its coefficients to ensure responsiveness to operational variables and performance indicators.

***Keywords**: Environmental Compliance, Risk-Based Inspection, Resource Allocation, WISN, IMPEL-IRAM, RMCEI, Sultanate of Oman.*

المقدمة:

تلعب الرقابة البيئية دورًا محوريًا في حماية النظم البيئية وصحة الإنسان وضمان استدامة الموارد. ومع اتساع الأنشطة الاقتصادية والعمرانية، تتصاعد متطلبات الإنفاذ والتحقق من الالتزام بالاشتراطات البيئية، ما يفرض على الهيئات الرقابية تخطيطًا أدقَّ للموارد البشرية وتوزيعها على الأقاليم وفق عبء العمل والمخاطر (WHO, 2010). وتمثّل الكفاءات البشرية العاملة في التفتيش والرصد والاستجابة للبلاغات ركيزة الأداء التشغيلي؛ إذ ترتبط قدرات التغطية وسرعة الاستجابة وإغلاق المخالفات بحجم هذه الموارد وتوزيعها (Gialama et al., 2019).

مشكلة الدراسة:

تشكل القدرة على تحديد الحجم الأمثل للموارد البشرية تحدّيًا إداريًا؛ فالتقدير المنخفض يضعف التغطية ويرفع زمن الاستجابة، بينما يقود الإفراط إلى هدر مالي يُفترض توجيهه لمبادرات بيئية أخرى (Namaganda et al., 2022) وتعتمد جهاتٌ عديدة على أساليب تقديرية عامة أو مقارنات معيارية بسيطة لا تراعي ديناميكية عبء العمل وتباين المخاطر بين الأقاليم (Namaganda et al., 2015). ترتكز الفجوة البحثية في هذه الدراسة الى الحاجة إلى نموذجٍ منهجيٍّ قابل للتطبيق يدعم صُنّاع القرار في تقدير الاحتياج العددي للرقابة البيئية على مستوى المحافظة بطريقةٍ موضوعية وشفافة. حيث تواجه هيئة البيئة تحدّي يتمثل في توزيع وتصنيف الموارد البشرية الرقابية للمحافظات والذي ينتج عنه اعتلال في عدد الموظفين الرقابيين. نتج عن ذلك فجوة في اتزان التوزيع بالانتشار الإداري متمثلا في عدد الولايات، والمساحة الجغرافية، والحساسية البيئية.

أسئلة الدراسة:

- هل يمكن اقتراح معادلة مبسّطة وشفافة تربط المتغيرات الدافعة او المحركة لعبء العمل (الانتشار، الحساسية، المساحة) بالاحتياج العددي؟
- كيف يتم ربط مكوّنات الصيغة نظريًا بمرجعيات WISN و IMPEL/IRAM–RMCEI INECE لتدعيم صلاحيتها التطبيقية؟
- ما هي طريقة تطبيق الصيغة على بيانات المحافظات لقياس الفجوة بين الوضع القائم والاحتياج المثالي وإبراز أولويات إعادة الموازنة؟

تستند هذه الدراسة إلى أفضل الممارسات الدولية في تخطيط الموارد وإدارة المخاطر. فهي توظّف مبادئ Workload Indicators of Staffing Need (WISN)لتأطير العلاقة بين عبء العمل والاحتياج من القوى العاملة (Asres, 2024)، وتستوعب فلسفة التفتيش البيئي القائم على المخاطر كما ترد في IMPEL/IRAM و IMPEL, 2019) RMCEI) لتوجيه كثافة الرقابة والتفتيش وفق مستويات الخطورة والأولوية (Stankovic & Santric Milicevic, 2022)، بالإضافة إلى مبادئ INECE التي تؤكد توظيف الموارد حيث تكون المخاطر أعلى وربط ذلك بمؤشرات الأداء (Najafpour et al., 2023). وانطلاقًا من هذه المرجعيات، تقترح الدراسة صيغة بسيطة قابلة للتفسير لتقدير عدد المفتشين "المثالي" عبر ثلاثة محركات رئيسية لِلاحتياج: الانتشار الإداري/اللوجستي، والحساسية البيئية، والامتداد الجغرافي.

هدف الدراسة هو تطوير واختبار معادلة عملية لتقدير القوى العاملة الرقابية على مستوى المحافظة، ثم تطبيقها كدراسة حالة على محافظات سلطنة عُمان وفقاً لـ:

- اقتراح معادلة مبسّطة وشفافة تربط المتغيرات الدافعة او المحركة لعبء العمل (الانتشار، الحساسية، المساحة) بالاحتياج العددي.
- ربط مكوّنات الصيغة نظريًا بمرجعيات WISN و INECE IMPEL/IRAM–RMCEIل تدعيم صلاحيتها التطبيقية.
- تطبيق الصيغة على بيانات المحافظات لقياس الفجوة بين الوضع القائم والاحتياج المثالي وإبراز أولويات إعادة الموازنة.

من خلال ذلك، تُسهم الدراسة في الأدبيات التطبيقية لتخطيط الموارد في القطاع البيئي عبر أداة منخفضة التعقيد عالية الشرح، قابلة للاستخدام الفوري، وتمهّد للانتقال التدريجي إلى نموذجٍ تفصيلي قائم على (الزيارات × الساعات) عند توافر المعايير الزمنية المحلية.

الدراسات السابقة:

يعتمد تطوير نموذج فعال لتقدير الموارد البشرية على فهم عميق للأطر النظرية والممارسات الدولية المتبعة في هذا المجال. يستعرض هذا القسم الأدبيات الرئيسية التي شكلت الأساس النظري للنموذج المقترح، مع التركيز على أربع ركائز أساسية: منهجية مؤشرات عبء العمل لتحديد الاحتياجات من الموظفين (WISN)، وأطر التفتيش البيئي القائم على المخاطر (IMPEL/RMCEI)، ومبادئ الشبكة الدولية للامتثال والإنفاذ البيئي (INECE)، والإرشادات العملية لوكالة حماية البيئة الأمريكية (United States Environmental Protection Agency US-EPA).

منهجية مؤشرات عبء العمل لتحديد الاحتياجات من الموظفين (WISN)

تعتبر منهجية WISN (Workload Indicators of Staffing Need) التي طورتها منظمة الصحة العالمية (WHO) واحدة من أكثر الأدوات نضجاً وشمولية لتخطيط القوى العاملة، خاصة في القطاعات الخدمية التي يصعب فيها قياس الإنتاجية بشكل مباشر (Asres, 2024). تم تصميم هذه المنهجية في الأصل لقطاع الرعاية الصحية، ولكن مبادئها قابلة للتطبيق على نطاق واسع في أي قطاع يعتمد على تقديم خدمات متخصصة، بما في ذلك الرقابة البيئية. تقوم فلسفة WISN على مبدأ بسيط ومنطقي وهو يجب أن يتم تحديد عدد الموظفين المطلوبين بناءً على حجم العمل الفعلي الذي يتعين عليهم إنجازه، وليس بناءً على معايير عامة أو ميزانيات محددة مسبقاً (European Parliament & Council, 2001).

تتضمن عملية تطبيق WISN عدة خطوات رئيسية. تبدأ بتحديد فئات الموظفين المستهدفة (مثل مفتش بيئي) وتحديد المهام والأنشطة الرئيسية التي يقومون بها. بعد ذلك، يتم تحديد "مكونات عبء العمل"، يتم بعد ذلك تحديد "معايير النشاط"، وهو متوسط الوقت اللازم لإنجاز كل مهمة. أخيراً، يتم حساب إجمالي عبء العمل السنوي

وتحويله إلى عدد الموظفين المثاليين (Full-Time Equivalents - FTEs) بعد الأخذ في الاعتبار الوقت المتاح للموظف الواحد سنوياً وذلك بعد خصم الإجازات وأيام الغياب وغيره من عوامل الوقت (IMPEL, 2019).

على الرغم من أن التطبيق الكامل لمنهجية WISN يتطلب بيانات تفصيلية ودقيقة حول أعباء العمل والوقت المستغرق في كل نشاط، وهو ما قد لا يكون متوفراً دائماً، فإن المنهجية تسمح بمرونة في التطبيق. ففي حالات محدودية البيانات، يمكن استخدام "مؤشرات" (Indicators) كبديل عن القياس المباشر لعبء العمل. وتعتبر هذه المؤشرات هي عوامل رئيسية يُعتقد أنها المحرك الأساسي لعبء العمل. على سبيل المثال، في سياق الرقابة البيئية، يمكن اعتبار "عدد المنشآت الصناعية" أو "مساحة المناطق المحمية" مؤشرات دالة على حجم العمل الرقابي (IMPEL, 2008).

تتبنى المعادلة المقترحة في هذه الدراسة روح منهجية WISN من خلال الانطلاق من عبء العمل كمبرر أساسي للاحتياج من الموظفين. وبدلاً من الاعتماد على بيانات زمنية تفصيلية، تستخدم المعادلة مجموعة من المؤشرات الرئيسية (عدد الولايات، الحساسية البيئية، المساحة) كعوامل منتجة لعبء العمل، مع تخصيص أوزان (معاملات) لكل مؤشر لتعكس مدى تأثيره على الحاجة الإجمالية للموظفين. هذا النهج الهجين يجمع بين الدقة المفاهيمية لـ WISN والواقعية العملية في ظل محدودية البيانات المتاحة.

أطر التفتيش البيئي القائم على المخاطر (IMPEL/RMCEI)

تعتبر مبادئ التفتيش القائم على المخاطر (Risk-Based Inspection - RBI) حجر الزاوية في ممارسات الرقابة البيئية الحديثة. وتقود شبكة الاتحاد الأوروبي لتطبيق وإنفاذ القانون البيئي Implementation and (Enforcement of Environmental Law-IMPEL) الجهود الدولية في هذا المجال من خلال تطوير أدوات وأطر عمل متقدمة، أبرزها "طريقة التقييم المتكامل للمخاطر" (IRAM) والتوصية الأوروبية بشأن "المعايير الدنيا لعمليات التفتيش البيئي" (Recommendation 2001/331/EC on Minimum Criteria for Environmental Inspections-RMCEI) (Hedemann-Robinson, 2017; Stankovic & Santric Milicevic, 2022).

جوهر هذه الأطر هو التحول من نهج التفتيش والرقابة العشوائي أو الموحد إلى نهج استراتيجي يركز الموارد الرقابية المحدودة على الأنشطة والمواقع التي تشكل الخطر البيئي ذو التأثير العالي. يتم تصنيف المنشآت والأنشطة بناءً على تقييم منهجي للمخاطر، والذي يأخذ في الاعتبار عاملين رئيسيين: (١) الأثر البيئي المحتمل للنشاط (مثل حجم الانبعاثات، نوع الملوثات، حساسية الموقع)، و(٢) سجل الامتثال والأداء البيئي للمنشأة (Angelov & Cashman, 2015). بناءً على درجة الخطورة الناتجة، يتم تحديد وتيرة ونوع وعمق التفتيش المطلوب لكل منشأة. فالمنشآت عالية الخطورة تخضع لتفتيش متكرر وشامل، بينما تخضع المنشآت منخفضة الخطورة لتفتيش أقل تواتراً أو حتى للتنظيم الذاتي.

توصية (EC/٣٣١/٠١RMCEI 20) تضع إطاراً عملياً لتطبيق هذا المبدأ، حيث تدعو الدول الأعضاء إلى وضع خطط تفتيش دورية تستند إلى تقييم منهجي للمخاطر البيئية، وتحديد برامج تفتيش واضحة، ومتابعة الإجراءات التصحيحية، وضمان الشفافية من خلال نشر نتائج التفتيش (Hedemann-Robinson, 2017). وقد طورت IMPEL أدلة إرشادية مفصلة، مثل "Doing the Right Things"، لمساعدة السلطات البيئية على تطبيق هذه المبادئ بفعالية (Migliorati, 2017).

تنعكس هذه الفلسفة بشكل مباشر في المعادلة المقترحة من خلال متغير "الحساسية البيئية" (S). هذا المتغير يعمل كـ "بروكسي" أو مؤشر بديل لمستوى المخاطر البيئية الإجمالي في محافظة ما. فالمحافظات التي تضم مناطق حساسة بيئياً (مثل محميات طبيعية، مناطق ساحلية هشة، تجمعات صناعية كبيرة) تُعطى درجة حساسية أعلى، مما يترجم إلى احتياج أكبر للموظفين. لقد تم ربط متغير الحساسية بمعامل (b) ذي وزن مرتفع نسبياً، لضمان

تخصيص موارد إضافية للمناطق الأكثر خطورة، بما يتماشى تماماً مع مبدأ توجيه الموارد نحو المخاطر الأعلى الذي تنادي به IMPEL وRMCEI.

مبادئ الشبكة الدولية للامتثال والإنفاذ البيئي (INECE)

تعتبر INECE شبكة عالمية تضم ممارسين من أكثر من ١٥٠ دولة، وتعمل على تعزيز الامتثال البيئي من خلال تحسين فعالية برامج الإنفاذ. أصدرت الشبكة "مبادئ الامتثال والإنفاذ البيئي" التي تعد مرجعاً دولياً مهماً لتصميم وتقييم برامج الرقابة البيئية (Najafpour et al., 2023). تركز هذه المبادئ على ضرورة وجود برامج إنفاذ قوية ومستقلة، واستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات (من التوعية إلى العقوبات)، وقياس الأداء، وتعزيز التعاون الدولي.

أحد المبادئ الأساسية التي تؤكد عليها INECE هو "توجيه الموارد نحو الأولويات"، والذي ينص على ضرورة تركيز جهود الإنفاذ على أهم المخاطر البيئية والمخالفات الأكثر ضرراً (INECE, 2009). يتقاطع هذا المبدأ بشكل كبير مع فلسفة التفتيش القائم على المخاطر التي تتبناها IMPEL. بالإضافة إلى ذلك، تشدد INECE على أهمية "قياس الأداء" وربط الموارد بالنتائج. فبرامج الرقابة يجب أن تكون قادرة على إثبات فعاليتها من خلال مؤشرات أداء واضحة، مثل معدلات الامتثال، وسرعة الاستجابة للحوادث، وعدد المخالفات التي تم تصحيحها (Markowitz & Michalak, 2010).

تتضمن المعادلة المقترحة آلية لدمج هذه المبادئ. فالمعاملات المستخدمة في المعادلة (a, b, c) ليست ثوابت جامدة، بل هي قابلة للمعايرة والتعديل بشكل دوري بناءً على مؤشرات الأداء الفعلية. على سبيل المثال، إذا أظهرت البيانات أن زمن الاستجابة للبلاغات في المحافظات ذات المساحات الشاسعة أعلى من المستهدف، يمكن زيادة قيمة المعامل (c) المخصص لأثر المساحة لتخصيص المزيد من الموارد لهذه المحافظات. هذه المرونة تجعل النموذج أداة ديناميكية تتكيف مع الواقع التشغيلي وتساعد على تحقيق أهداف الأداء التي تحددها الهيئة البيئية، مما يجسد مبادئ INECE في ربط الموارد بالأداء والأولويات.

إرشادات وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA)

تعتبر وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) من أقدم وأعرق الهيئات البيئية في العالم، وقد طورت على مر السنين مجموعة واسعة من الأدلة والإرشادات العملية لتخطيط وتنفيذ برامج التفتيش والإنفاذ البيئي (EPA, 2022). على الرغم من أن هذه الإرشادات مصممة للسياق الأمريكي، إلا أنها تحتوي على مبادئ عالمية يمكن الاستفادة منها في أي مكان.

تؤكد إرشادات US EPA، مثل "دليل الامتثال للتصريفات الملوثة" (NPDES Compliance Inspection Manual)، على أهمية التخطيط المسبق لعمليات التفتيش، مع الأخذ في الاعتبار عوامل مثل تقييم المخاطر، والاعتبارات اللوجستية، وعدد المفتشين المتاحين (U.S. EPA, 2017). تركز الوكالة بشكل كبير على الجانب العملي لتخطيط الموارد، حيث تلفت الانتباه إلى ضرورة حساب "وقت السفر" و"وقت التواجد في الموقع" عند جدولة زيارات التفتيش. فالمفتش لا يقضي كل وقته في التفتيش الفعلي، بل هناك وقت كبير يضيع في التنقل بين المواقع، خاصة في المناطق النائية أو المترامية الأطراف (U.S. Department of Transportation, 2021).

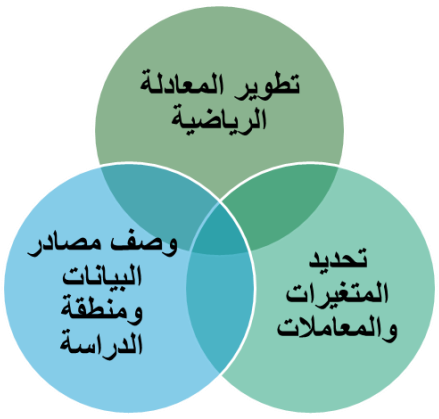
تفتقر الدراسات السابقة الى وجود نماذج وأطر تدمج بين الممارسات والتجارب المرتبطة بقياس الأحمال الوظيفية، لذلك تم دمج هذه الاعتبارات اللوجستية العملية في تصميم المعادلة المقترحة لهذه الدراسة من خلال متغيرين رئيسيين:

١) عدد الولايات (N): يستخدم هذا المتغير كمؤشر بديل لـ "التشتت الإداري والجغرافي". فكلما زاد عدد الوحدات الإدارية (الولايات) داخل المحافظة، زادت الحاجة إلى نقاط خدمة متعددة، وزاد العبء التنسيقي واللوجستي على فريق الرقابة. يمثل الحد (a × N) في المعادلة هذا الأثر.

٢) مساحة المحافظة (A): يعكس هذا المتغير بشكل مباشر أثر المسافات وزمن التنقل. ومع ذلك، تم استخدام دالة غير خطية (الجذر التربيعي) لنمذجة هذا الأثر. والسبب في ذلك هو أن العلاقة بين المساحة وعبء العمل ليست خطية تماماً؛ فمضاعفة المساحة لا تعني بالضرورة مضاعفة ساعات العمل المطلوبة. بل إن أثر المساحة يميل إلى التناقص بعد حد معين (diminishing returns)، حيث أن زيادة المساحة تزيد من أزمنة التنقل ولكن ليس بالضرورة من عدد الزيارات المطلوبة بشكل متناسب. استخدام الجذر التربيعي هو طريقة قياسية في نماذج التغطية المكانية لتجنب تضخيم أثر المساحات الكبيرة بشكل مبالغ فيه (National Research Council, 2007). يمثل الحد $c \times \sqrt{\frac{A}{1000}}$ الأثر اللوجستي غير الخطي، من خلال دمج هذه المتغيرات اللوجستية، تتجاوز المعادلة مجرد التركيز على المخاطر، لتشمل أيضاً الجوانب العملية التي تؤثر على كفاءة وإنتاجية فرق الرقابة الميدانية، وهو ما يتماشى مع النهج العملي الذي تتبناه US EPA.

منهجية للدراسة:

تتبع هذه الدراسة منهجية كمية وصفية تهدف إلى بناء وتطبيق نموذج رياضي أو حسابي لتقدير الاحتياجات من الموارد البشرية لأقسام الرقابة البيئية. تم تصميم المنهجية لتكون دقيقة وقابلة للتكرار، وتجمع بين الاستدلال النظري والدراسات المرتبطة المستمد من الأدبيات وأفضل الممارسات والتجارب عبر المسح الميداني والتجارب المنتظمة، والتطبيق العملي باستخدام بيانات واقعية. يتكون هذا القسم من ثلاثة أجزاء رئيسية: تطوير المعادلة الرياضية، وتحديد المتغيرات والمعاملات، ووصف مصادر البيانات ومنطقة الدراسة. وهو ما يوضحه الشكل التالي:



مخطط ١: العناصر الأساسية في منهجية ومسار الدراسة

تطوير المعادلة الرياضية:

الهدف الأساسي من معادلة النمذجة هو إنشاء صيغة بسيطة ومفهومة يمكن لغير المتخصصين في الإحصاء استخدامها، مع الحفاظ على عمق منهجي يبرر مكوناتها. تم تصميم المعادلة لتعكس العوامل الرئيسية التي تدفع عبء العمل في أقسام الرقابة البيئية، بناءً على تحليل الاختصاصات والمهام الفعلية لهذه الأقسام، والمستمدة من الهياكل التنظيمية والأدلة التشغيلية لهيئات البيئة. بعد مراجعة الأدبيات وتحديد الركائز النظرية (WISN, IMPEL, INECE, US EPA)، تم تحديد ثلاثة محركات رئيسية لعبء العمل الرقابي:

١. الانتشار الإداري: الحاجة إلى تغطية وحدات إدارية متعددة داخل المحافظة.

٢. الحساسية البيئية والمخاطر: كثافة الأنشطة الرقابية المطلوبة بناءً على مستوى المخاطر البيئية.
٣. الأثر اللوجستي والمساحي: الوقت والجهد المطلوبان للتنقل وتغطية المساحات الجغرافية الشاسعة.

بالإضافة إلى هذه المحركات، تم إضافة حد ثابت يمثل العبء التشغيلي المركزي، وهو حجم العمل المكتبي والإداري الأساسي الذي لا يعتمد بشكل مباشر على المتغيرات الميدانية (مثل إعداد التقارير، التنسيق المركزي، التعامل مع البلاغات الأولية، الجاهزية للطوارئ).

بناءً على هذه المكونات الأربعة، تم صياغة المعادلة العامة التالية:

العدد المثالي للموظفين = (عبء الانتشار الإداري N) + (عبء الحساسية البيئية S) + (عبء الأثر اللوجستي) + (العبء التشغيلي المركزي B)

$$\text{الموظفون المثاليون (FTE)} = \sqrt{\frac{A}{1000}} \times c + a \times N + b \times S + B$$

FTE = عدد الموظفين المثاليين بدوام كامل (Full-Time Equivalent).

N = عدد الولايات في المحافظة (انتشار إداري ولوجستي).

S = الحساسية البيئية (١٠ = أعلى حساسية = احتياج أكبر).

A = مساحة المحافظة بالكيلومترات المربعة (أثر لوجستي للسفر/التغطية).

a, b, c تمثل معاملات (أوزان) لكل عامل من المتغيرات الدافعة او المنتجة لعبء العمل.

تم استخدام دالة الجذر التربيعي لمتغير المساحة (A) لنمذجة ظاهرة "العائد المتناقص diminishing returns)" التي تمت مناقشتها في قسم مراجعة الأدبيات وهي لتجنّب تضخيم أثر المساحات الكبيرة في تقدير الحاجة. كما تم تقسيم المساحة على ١٠٠٠ قبل أخذ الجذر التربيعي، وذلك لغرض "التطبيع (Normalization) "، أي لجعل قيمة المتغير ضمن نطاق معقول يسهل التعامل معه عند معايرة المعامل (c).

تحديد المتغيرات والمعاملات:

يمثل تحديد قيم المتغيرات والمعاملات خطوة حاسمة في تطبيق النموذج. يعتمد هذا التحديد على مزيج من البيانات الموضوعية والتقديرات المبنية على الخبرة العملية والمقارنات المرجعية.

المتغيرات (Inputs):

- عدد الولايات (N): متغير يتم الحصول عليه من البيانات الإدارية الرسمية للدولة.
- مساحة المحافظة (A): متغير يتم الحصول عليه من البيانات الجغرافية الرسمية.
- الحساسية البيئية (S): هذا هو المتغير الأكثر تعقيداً ويتطلب تقييماً متخصصاً. في هذه الدراسة، تم تحديد درجة الحساسية على مقياس من ١ إلى ١٠ (حيث ١٠ هي الأعلى حساسية) – التوافق تم بجلسة تركيز من قبل مطلعين على أهمية البيئية والاثر البيئي لكل محافظة وبناءً على تقييم شامل لعدة عوامل داخل كل محافظة، بما في ذلك:
  - حجم الحياة الفطرية – تقريبي.
  - وجود محميات طبيعية أو مناطق ذات أهمية بيئية خاصة.
  - الطبيعة الجغرافية (مناطق ساحلية، جبلية، صحراوية).

- الكثافة السكانية وتوزعها.

المعاملات (Coefficients):

تمثل المعاملات (a, b, c, B) الأوزان النسبية لكل مكون من مكونات عبء العمل. تم تحديد القيم الأولية لهذه المعاملات من خلال عملية "معايرة" (Calibration) وهي عملية تستخدم للتحقق من دقة القياس للنماذج وربطه ليتوافق مع المعايير القياسية، وأنها تعكس القيمة الحقيقية للقراءات والمخرجات. وتعمل عملية المعايرة حسب الخطوات التالية:

- المقارنة بالمعيار لقياس واختبار قيمة معروفة.
- تحديد الانحراف وذلك عبر قياس الفرق بين قراءة النموذج والقيمة الحقيقية للمعيار.
- الضبط والتعديل لمعرفة النطاق المقبول لضبط المعاملات والاوزان في النموذج الرياضي.
- التوثيق والتكرار للعملية ومعرفة النتائج وتاريخ المعايرة.

تم استخدام مجموعة من البيانات الأولية والتقديرات المستمدة من مقابلات مع مسؤولي الرقابة البيئية للوصول إلى القيم التالية:

- B (معامل التشغيل المركزي) = ٢,١٨, تم تقدير أن أي محافظة، بغض النظر عن حجمها، تحتاج إلى قاعدة أساسية من ٢,١٨ موظفين لتغطية مهام (البلاغات، التنسيق، التقارير الوطنية، الجاهزية للطوارئ/المناوبات).
- a (معامل الانتشار الإداري) = ١,٢, تم تخصيص موظف إضافي واحد لكل ولاية داخل المحافظة، ليعكس عبء العمل الإضافي المرتبط بالتنسيق والإشراف على الوحدات الفرعية وتغطية مناطق جغرافية منفصلة.
- b (معامل الحساسية البيئية) = ١,٨, تم إعطاء هذا المعامل الوزن الأعلى ليعكس الأهمية القصوى لمبدأ التفتيش القائم على المخاطر. كل زيادة في درجة الحساسية تتطلب ١,٢ موظف إضافي، مما يضمن تركيز الموارد في المناطق الأكثر خطورة.
- C (معامل أثر المساحة) =٠,٣ يعكس هذا المعامل التأثير اللوجستي للسفر والتنقل. تم إعطاؤه وزناً أقل نسبياً ليعكس الطبيعة غير الخطية لتأثير المساحة.

مصادر البيانات ومنطقة الدراسة:

تم تطبيق النموذج على ٩ محافظات في سلطنة عمان كدراسة حالة، ووجود هيكل إداري واضح للمحافظات والولايات، ولحل مشكلة قائمة في تحديد الموارد البشرية المطلوبة لقسم الرقابة، ولتوفر البيانات اللازمة لتطبيق النموذج. تعتبر العينة عينة جمهور بحث كاملة، مما يعزز صلاحية النتائج على العينة. تم جمع البيانات من المصادر التالية:

- بيانات عدد الولايات والمساحة: تم الحصول عليها من المركز الوطني للإحصاء والمعلومات في سلطنة عمان حيث يبلغ عدد الولايات ٦٢ ولاية عمانية بمساحة اجمالية تصل الى ٢٨٢٤ كيلومتر مربع، وقد تم توضيح ذلك الجدول (١)
- كما أوضح الجدول (١) أيضاً بيانات الحساسية البيئية والتي تم تقديرها بالتعاون مع خبراء ومختصين في هيئة البيئة العمانية، بناءً على المعايير المذكورة في القسم السابق، حيث بلغ عدد الموظفين ٤٠٣ فرداً (يشمل الموظفين والمختصين والخبراء والمسؤولين) وبلغ عدد الذين تم استهدافهم في الدراسة وتطبقت عليهم المعادلة ٢٠١٦ مستجيب وقد تم الحصول على بياناتهم من سجلات الموارد البشرية الرسمية لهيئة البيئة.

جدول١:توزيع الموظفين ومقياس الحساسية على الأحمال

اسم المحافظة	الوحدات الرقابية (M)	عدد الولايات (N)	المساحة (كم²) (A)	الحساسية البيئية (S)	عدد الموظفين الحالي	المعادلة على الحساسية البيئية Staffing Need) Index) 2	المعادلة على عدد الوحدات الرقابية Staffing Need) Index) 3
إدارة البيئة بمحافظة البريمى	2	3	7,460	4	12	15	13
إدارة البيئة بمحافظة شمال الشرقية	5	6	24,361	7	25	24	23
إدارة البيئة بمحافظة جنوب الشرقية	6	5	12,039	9	22	26	27
إدارة البيئة بمحافظة شمال الباطنه	3	6	9,000	6	32	22	18
إدارة البيئة بمحافظة جنوب الباطنه	4	6	3,500	7	21	23	21
إدارة البيئة بمحافظة الظاهـرة	2	3	37,000	6	9	19	18
إدارة البيئة بمحافظة الداخلية	6	9	31,900	7	27	28	24
إدارة البيئة بمحافظة مسندم	4	4	1,800	6	22	19	19
إدارة البيئة بمحافظة الوسطى	4	4	79,700	9	17	27	27
إدارة البيئة بمحافظة مسقط		6	3,500	3	51	49	49
محافظة ظفار		10	99,300	10	136	114	114
قسم الرقابة بدائرة المها _التنوع الاحيائي	2	2	2,824	9	29	22	22
					403	388	375

الجدول (٢) التالي يمثل تأثير الاختصاصات على معامل النموذج الرياضي مقروءً نوعيا ومفسَر كمياً من حيث الاختصاص وما ينتج عنه من عبء العمل وانعكاس ذلك في المعادلة المرتبطة.

جدول ٢: أثر الاختصاص في المعادلة

م	الاختصاص	ما ينتج من عبء عمل	كيف ينعكس في المعادلة
١	تنفيذ القوانين واللوائح وضبط المخالفين وتحرير المخالفات ومتابعة إزالة أسبابها	دوريات تفتيش، تحليل أدلة، إجراءات ضبط/متابعة	$S.b$ (كلما ارتفعت خطورة/حساسية المواقع زادت كثافة التفتيش)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (زمن انتقال)، B (إعداد محاضر/مراسلات)
٢	إعداد خطط مراقبة مصادر التلوث والحياة الفطرية بالتنسيق مع مركز الرقابة	تخطيط قائم على المخاطر	$S.b$ (الخطط تُشتق من مستوى الخطر)، B (أعمال تخطيط وتنسيق مركزية)
٣	الإشراف على وحدات الرقابة لتنفيذ الخطط	متابعة فرق موزعة جغرافياً	$N.a$ الولايات (تشتت نقاط الخدمة/الوحدات)، B (إشراف وتقارير)
٤	المشاركة في رقابة المواد الكيميائية وإدارة النفايات والمصادر المشعة	زيارات تخصصية عالية الخطورة	$S.b$ (موضوعات تفتيش عالية الخطورة ترفع الحساسية)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (تنقلات لمواقع متباعدة)
٥	التواصل والتنسيق مع الجهات الأمنية والبلديات والادعاء العام	اجتماعات، تنسيق ميداني وقانوني	B (عبء تنسيقي ثابت)، $N.a$ (كلما زادت الولايات زادت نقاط التنسيق)
٦	استلام البلاغات والشكاوى والتعامل معها	استقبال/تصنيف/استجابة ميدانية	B (مركز اتصال ومعالجة أولية)، $N.a$ (انتشار البلاغات)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (زمن الوصول للموقع)

م	الاختصاص	ما ينتج من عبء عمل	كيف ينعكس في المعادلة
٧	مراقبة ورصد حوادث التلوث البيئي والتعامل مع الطوارئ	جاهزية واستجابات غير مجدولة	$S.b$ (شدة/احتمال الحوادث)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (زمن الاستجابة)، B (تجهيزات وخطط طوارئ)
٨	المشاركة في دراسة وتقييم خطط الطوارئ البيئية للمنشآت	مراجعات/زيارات تحقق	$S.b$ (منشآت أعلى خطورة تستلزم جهوداً أكبر)، B (مراجعات مكتبية)
٩	المشاركة في الدراسات والمسوحات الميدانية	فرق مسح موسمية/مناطق حساسة	$S.b$ (الحساسية تحدد كثافة المسح)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (أزمنة التنقل)
١٠	إعداد التقارير الوطنية ذات الصلة	إعداد وتجميع بيانات ومؤشرات	B (عمل مكتبي دوري لا يتغير كثيراً بالموقع)
١١	تغذية السجل البيئي للمنشآت المرخّصة	إدخال ومراجعة بيانات الالتزام	B، ويتأثّر جزئياً بـ $N.a$ التشتت
١٢	توفير البيانات الميدانية حسب الطلب	طلبيات عاجلة/زيارات إضافية	$S.b$ (البيئات الحساسة تُنتج طلبات أكثر)، $\sqrt{\frac{A}{1000}}.c$ (تنقّل)

تم جمع البيانات لجميع محافظات السلطنة الرئيسية، وهي: مسندم، البريمي، الداخلية، شمال الباطنة، جنوب الباطنة، شمال الشرقية، جنوب الشرقية، الظاهرة، والوسطى. تم بعد ذلك تطبيق المعادلة على كل محافظة لحساب العدد المثالي للموظفين، ومقارنته بالعدد الحالي لتحديد حجم الفجوة بالنقص أو الزيادة في كل محافظة. سيتم عرض هذه النتائج وتحليلها بالتفصيل في القسم التالي.

النتائج (Results):

يقدم هذا القسم النتائج الكمية لتطبيق نموذج تقدير الموارد البشرية على محافظات سلطنة عمان. تم استخدام البيانات الخاصة بكل محافظة (عدد الولايات، المساحة، ودرجة الحساسية البيئية) كمدخلات في المعادلة المطورة، ومن ثم حساب العدد المثالي للموظفين (FTE) ومقارنته بالعدد الفعلي للموظفين العاملين حالياً في أقسام الرقابة البيئية بكل محافظة.

تطبيق المعادلة وحساب الاحتياج المثالي:

تم تطبيق المعادلة التالية على بيانات كل محافظة سناريو أول SNI1 وثاني SNI2 :

$$\text{الموظفون المثاليون SNI1} = (1.5 \times N) + (1.5 \times S) + (0.3 \times \sqrt{((A)/1000)}) + 2.18$$

$$\text{الموظفون المثاليون SNI1} = (1.2 \times N) + (1.8 \times S) + (0.3 \times \sqrt{((A)/1000)}) + 3.0$$

يوضح الجدول (٣) المدخلات المستخدمة لكل محافظة والعدد المثالي للموظفين الذي تم حسابه باستخدام المعادلة، بالإضافة إلى عدد الموظفين الحاليين وحجم الفجوة بينهما، موضحاً تطبيق المعادلة على الحساسية البيئية SNI1 و SNI2.

جدول ٣: مدخلات ونتائج الموظفون المثاليون SNI1, SNI2

اسم المحافظة	عدد الولايات (N)	المساحة (كم²) (A)	الحساسية البيئية (S)	عدد الموظفين الحالي	المعادلة على الحساسية البيئية SNI1	المعادلة على الحساسية البيئية SNI2
إدارة البيئة بمحافظة البريمي	3	7,460	4	12	13	15
إدارة البيئة بمحافظة شمال الشرقية	6	24,361	6	25	22	22
إدارة البيئة بمحافظة جنوب الشرقية	5	12,039	9	22	24	26
إدارة البيئة بمحافظة شمال الباطنه	6	9,000	6	32	21	22
إدارة البيئة بمحافظة جنوب الباطنه	6	3,500	6	21	21	22
إدارة البيئة بمحافظة الظاهـــرة	3	37,000	6	9	18	19
إدارة البيئة بمحافظة الداخليـــة	9	31,900	6	27	26	26
إدارة البيئة بمحافظة مسندم	4	1,800	6	22	18	19
إدارة البيئة بمحافظة الوسطى	4	79,700	9	17	24	27

تحليل النتائج:

تكشف نتائج تطبيق المعادلة عن تباين واضح في توزيع الموارد البشرية بين المحافظات مقارنة بالاحتياج الفعلي المقدر بناءً على أعباء العمل والمخاطر. يمكن تلخيص الملاحظات الرئيسية في النقاط التالية:

أ) النتائج من ناحية الفائض والعجز:

الفائض في المحافظات: تظهر محافظات مثل شمال الباطنة (فائض +١١ فيSNI1 ، 10+في SNI2) ومسندم (+٤ في كلا السيناريوهين) وشمال الشرقية (+٣ فيSNI1 ، +٣ فيSNI2), وجود فائض ملحوظ في عدد الموظفين مقارنة بالاحتياج الذي يقترحه النموذج. قد يعود ذلك إلى أسباب تاريخية أو تركيز إداري سابق على هذه المحافظات. محافظة الداخلية وجنوب الباطنة تظهر أيضاً توازناً أو فائضاً طفيفاً.

العجز في المحافظات: على الجانب الآخر، تعاني محافظات حيوية من عجز واضح في الكوادر الرقابية. أبرزها محافظة الظاهرة (عجز -٩ في SNI1، -١٠ في SNI2) والوسطى (-٧ في SNI1، -١٠ في SNI2)، وهما محافظتان تتميزان بمساحات شاسعة وأنشطة اقتصادية متنامية (تعدين، نفط وغاز). كما يظهر عجز في محافظتي

جنوب الشرقية (-٢ في SNI1، 4- في SNI2) والبريمي (٠ في SNI1، 3- في SNI2)، وهما محافظتان ذات أهمية سياحية وبيئية كبيرة.

ب) النتائج من ناحية تأثير العوامل:

يمكن ملاحظة كيف أثرت المتغيرات المختلفة على النتائج من خلال التالي:

- في محافظة الوسطى، على الرغم من أن عدد الموظفين الحالي (١٧) يبدو معقولاً، إلا أن النموذج يقترح عدداً أكبر يقارب 24 فيSNI1 ، و٢٧ موظف رقابي في SNI2 بسبب التأثير المشترك لعدد الولايات (٤)، والحساسية البيئية المرتفعة (٩)، والمساحة الشاسعة (٧٩,٧٠٠ كم^2).
- في محافظة شمال الباطنة، على الرغم من الحساسية البيئية فوق المتوسط (٦) بسبب ميناء صحار الصناعي، إلا أن المساحة الصغيرة نسبياً (٩,٠٠٠ كم^2) وعدد الولايات المتوسط (٦) يجعلان العدد الحالي (٣٢) يبدو فائضاً عن الحاجة المقدرة (٢١ موظف في SNI1، ٢٢ موظف في SNI2).
- مقارنة بين محافظتين: يمكن أن تتضح أهمية النموذج عند مقارنة محافظتي الظاهرة وجنوب الباطنة. محافظة الظاهرة أكبر بكثير من حيث المساحة، ولكنها أقل حساسية بيئية وأقل في عدد الولايات. النموذج يقترح لها ١٨-١٩ موظفاً بينما الواقع هو ٩ فقط ويعتبر عجز كبير. في المقابل، جنوب الباطنة أصغر مساحة، ولكنها أكثر حساسية وأكثر في عدد الولايات، والنموذج يقترح لها ٢١-٢٢ موظفاً وهو قريب جداً من العدد الحالي وهو٢١. هذا يوضح كيف يوازن النموذج بين العوامل المختلفة للوصول إلى تقدير أكثر دقة.

تقدم هذه النتائج رؤية كمية وموضوعية حول مدى كفاءة التوزيع الحالي للموارد البشرية، في قسم الرقابة وتحدد بشكل دقيق المحافظات التي تتطلب اهتماماً عاجلاً، سواء من خلال تعزيز كوادرها أو إعادة توزيع الفائض منها. سيتم في القسم التالي مناقشة هذه النتائج بعمق أكبر، وتفسير أبعادها، وربطها بالأدبيات والتطبيقات العملية المحتملة.

المناقشة (Discussion):

تقدم نتائج هذه الدراسة رؤى مهمة تتجاوز مجرد الأرقام، حيث تفتح الباب لنقاش أعمق حول استراتيجيات تخطيط القوى العاملة في قطاع الرقابة البيئية. في هذا القسم، سيتم تفسير النتائج التي تم التوصل إليها، ومقارنتها مع المبادئ المستمدة من الأدبيات، ومناقشة نقاط القوة والضعف في النموذج المقترح، واستعراض التطبيقات العملية المحتملة.

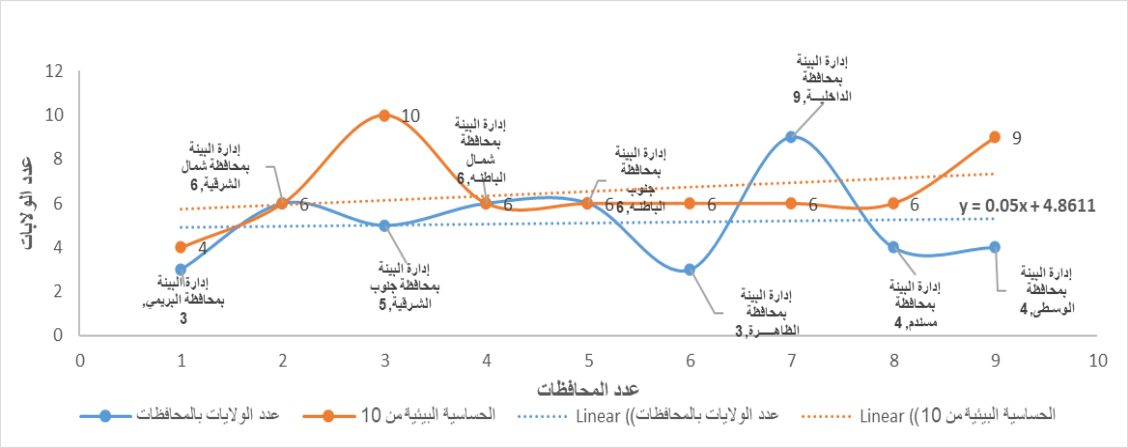
تفسير النتائج ودلالاتها

إن التباين الملحوظ بين التوزيع الحالي للموظفين والاحتياج المثالي الذي يقترحه النموذج يشير إلى أن قرارات التوظيف والتوزيع السابقة ربما لم تكن تستند إلى منهجية علمية تأخذ في الاعتبار أعباء العمل والمخاطر بشكل متكامل. في السيناريو SNI1، يظهر متوسط العدد المثالي حوالي ٢١,٨٩، مقابل متوسط حالي ٢٠,٦٧، مما يشير إلى عجز عام طفيف (حوالي ٥,٦٪)، لكنه يتفاقم في محافظات مثل الظاهرة بعجز ٥٠٪ واحتياج نسبته ٢٩٪ في الوسطى. أما SNI2، الذي يعطي وزناً أعلى للحساسية (b=1.8)، فيزيد المتوسط المثالي إلى ٢٢,٥٦، مما يعمق العجز إلى ٨,٩٪، خاصة في المحافظات ذات S عالية مثل جنوب الشرقية بعجز ١٨٪. هذا يدل على أن النهج القائم على المخاطر يتطلب تعزيز الموارد في المناطق الحساسة لتجنب مخاطر بيئية محتملة.

المقارنة مع الأدبيات وأفضل الممارسات:

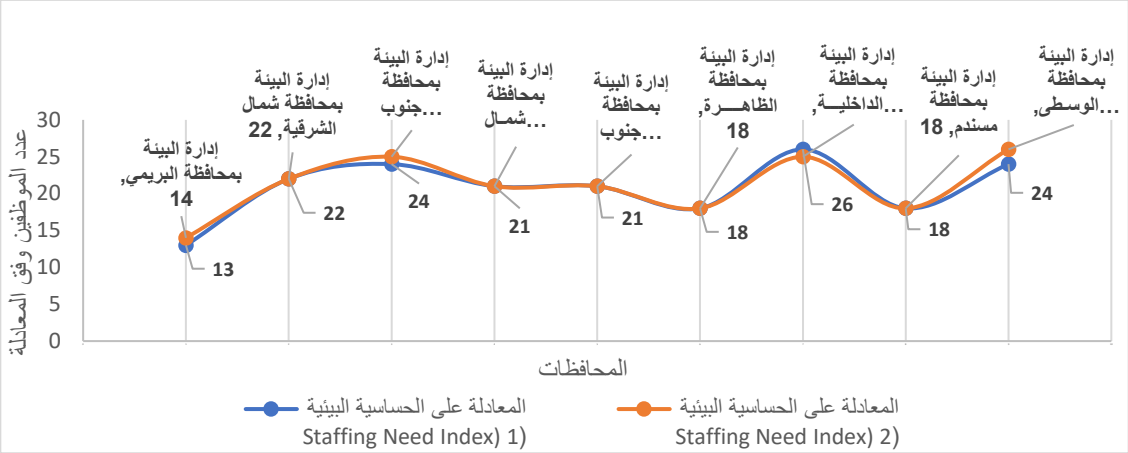
تتوافق نتائج الدراسة بشكل كبير مع المبادئ الأساسية المستمدة من الأدبيات الدولية. كما أنه يجسد جوهر إطار IMPEL/RMCEI من خلال إعطاء وزن كبير لمتغير "الحساسية البيئية"، مما يضمن تطبيق مبدأ التفتيش القائم على المخاطر وتوجيه الموارد نحو الأولويات (Hedemann-Robinson, 2017; Angelov & Cashman, 2015).

إن النتائج التي أظهرت الحاجة إلى المزيد من الموظفين في المحافظات ذات المساحات الشاسعة (مثل الوسطى) تؤكد على أهمية الاعتبارات اللوجستية التي تشدد عليها إرشادات US EPA (U.S. EPA, 2017; U.S. Department of Transportation, 2021). لقد أثبت النموذج أن تجاهل عامل "وقت السفر" والتشتت الجغرافي يمكن أن يؤدي إلى تقديرات خاطئة للاحتياجات الفعلية. فالموظف الذي يقضي ساعات طويلة في التنقل بين المواقع هو موظف أقل إنتاجية في المهام الرقابية الأساسية. يوضح المخطط (٢) التالي مسار العبء الوظيفي المتمثل في مهام الحساسية البيئية وطريقة قياسها حسب المحافظات وعدد الولايات.



مخطط ٢ : مسار العبء الوظيفي للمحافظات مقارنة بعدد الولايات

علاوة على ذلك، فإن الطبيعة الديناميكية للنموذج، من خلال قابليته لمعايرة المعاملات بناءً على مؤشرات الأداء، تتماشى مع مبادئ INECE التي تدعو إلى ربط الموارد بالنتائج والتحسين المستمر لبرامج الإنفاذ التي ترتبط بمستوى الحمل (INECE, 2009; Markowitz & Michalak, 2010). فإذا لم تحقق محافظة ما أهدافها في خفض عدد المخالفات على الرغم من وجود عدد كافٍ من الموظفين حسب النموذج، فقد يشير ذلك إلى الحاجة إلى مراجعة المعاملات أو البحث في عوامل أخرى مؤثرة مثل التدريب أو الأدوات المتاحة. فقد أوضح المسار في المخطط (٣) الى أن هنالك تقارب في مقياس المعادلة على الحساسية البيئية SNI1 والموضحة باللون الأزرق مع مقياس المعادلة على الحساسية البيئية SNI2 والموضحة باللون البرتقالي وذلك حسب مقارنة عدد الموظفين وفقاً للمعادلة مع كل محافظة.



مخطط٣: مقارنة عدد الموظفين لكل محافظة بحسب الحساسية البيئية.

نقاط القوة والضعف في النموذج:

نقاط القوة:

- البساطة والشفافية: المعادلة سهلة الفهم والتطبيق، ويمكن لصناع القرار استخدامها بسهولة دون الحاجة إلى خبرة إحصائية معقدة.
- الأساس العلمي: على الرغم من بساطته، يستند النموذج إلى توليفة قوية من أفضل الممارسات الدولية المعترف بها.
- الشمولية: يدمج النموذج بين ثلاثة أبعاد مختلفة ومهمة لعبء العمل: الإداري، والمخاطر، واللوجستي.
- المرونة: قابلية معايرة المعاملات تجعل النموذج أداة ديناميكية يمكن تكييفها مع الظروف المتغيرة ومؤشرات الأداء.
- الموضوعية: يوفر النموذج أساساً موضوعياً لتوزيع الموارد، مما يقلل من تأثير القرارات غير المنهجية أو القائمة على الانطباعات الشخصية.

نقاط الضعف والقيود:

- الاعتماد على التقديرات: يعتمد متغير "الحساسية البيئية" والمعاملات الأولية على تقييمات وتقديرات الخبراء، مما قد يدخل درجة من الذاتية (Subjectivity). ومع ذلك، يمكن التخفيف من هذا القيد من خلال إشراك فريق متنوع من الخبراء واستخدام منهجيات تقييم أكثر تنظيماً مثل طريقة دلفي.
- عدم مراعاة الكفاءة والخبرة: يفترض النموذج أن جميع الموظفين متساوون في الإنتاجية (FTE). في الواقع، تختلف كفاءة وخبرة الموظفين بشكل كبير. الموظف الخبير قد ينجز مهاماً في وقت أقل من الموظف المبتدئ. لم يتم تضمين هذا البعد في النموذج الحالي.

التطبيقات العملية والتوصيات:

يمكن أن يكون للنموذج المقترح تطبيقات عملية مهمة للهيئات البيئية:

١. أداة لتخطيط الميزانية: يمكن استخدام النموذج لتبرير طلبات الميزانية المتعلقة بالموارد البشرية بشكل موضوعي أمام الجهات المالية.
٢. دليل لإعادة التوزيع: يمكن استخدام نتائج التحليل لتوجيه قرارات إعادة توزيع الموظفين بين المحافظات لتحقيق توازن أفضل.

٣. أساس لتقييم الأداء: يمكن مقارنة أداء المحافظات مع الأخذ في الاعتبار حجم الفجوة في الموارد. فالمحافظة التي تحقق نتائج جيدة على الرغم من العجز في الموظفين تستحق التقدير، بينما المحافظة التي لا تحقق أهدافها على الرغم من وجود فائض قد تحتاج إلى مراجعة إدارية.
٤. محاكاة السيناريوهات المستقبلية: يمكن استخدام النموذج لتقدير الاحتياجات المستقبلية من الموظفين بناءً على التغيرات المتوقعة في المتغيرات (مثلاً، إنشاء ولاية جديدة، أو زيادة متوقعة في الحساسية البيئية بسبب مشروع صناعي كبير وغيره).

بناءً على هذه المناقشة، توصي الدراسة بأن تتبنى هيئة البيئية هذا النموذج كجزء من مجموعة أدواتها لتخطيط القوى العاملة، مع الأخذ في الاعتبار ضرورة مراجعة وتحديث متغيراته ومعاملاته بشكل دوري لضمان بقائه انعكاساً دقيقاً للواقع المتغير.

الخاتمة والتوصيات (Conclusion and Recommendations)

تقدم هذه الدراسة نموذجاً رياضياً عملياً يسهم في تحسين توزيع الأحمال وتخطيط الموارد البشرية في الرقابة البيئية لتكون ذو نهج مبني على دراسات وممارسات تدعم عمليات التخطيط القائم على الأدلة، حيث يكشف التطبيق على أرض الواقع عن فجوات متفاوتة في التوزيع الحالي للموارد كالانخفاض في محافظات ووفرة في محافظات أخرى. يستدعي ذلك الانتقال من أساليب التخطيط التقليدية الى اعتماد أدوات علمة موضوعية تضمن التخصيص الأمثل للكوادر وذلك عبر تبني هذا النموذج ليكون أداة معيارية لصناع القرار في معالجة هذه الفجوات وإعادة التوزيع الاستراتيجي، مع الحاجة الى اجراء دراسات وبحوث مستقبلية ومبتكرة لتطوير واستدامة النموذج عن طريق إضافة متغيرات جديدة وتوسيع نطاق التطبيق الميداني لقطاعات أخرى ومعرفة العوامل النوعية المكملة، وصولاً الى بناء جهاز رقابي فعال يوفر الحماية البيئية المطلوبة.

عالجت الدراسة موضوع عدم دقة البيانات من قسم الرقابة في إدارة البيئة بالمحافظات والمدخلة لمنهجية "WISN" لحساب الاحمال الوظيفية وضغوطات العمل. بالرغم من ذلك تظل منهجية "WISN " هي افضل الممارسات لحساب العبء الوظيفي في توفير البيانات الدقيقة لأزمنة المهام الرئيسية والفرعية ومصداقية الشخص الذي يقوم بتعبئة البيانات.

أظهرت الدراسة أن الاعتماد على طرق علمية، مستوحاة من أفضل الممارسات الدولية مثل WISN و IMPEL و INECE، يمكن أن يكشف عن فجوات كبيرة في التوزيع الحالي للموارد، ويوجه صناع القرار نحو اتخاذ قرارات أكثر استراتيجية وعدالة. لقد أثبتت دراسة الحالة المطبقة على سلطنة عمان أن بعض المحافظات الحيوية قد تعاني من نقص في الكوادر الرقابية بينما تتمتع أخرى بفائض، مما يستدعي إعادة نظر شاملة في سياسات توزيع الموارد البشرية.

وخرجت الدراسة بالتوصيات التالية:

١. تبني وتطبيق النموذج المقترح من خلال اعتماده كأداة أساسية في التخطيط الدوري للموارد البشرية على مستوى المحافظات.
٢. ضمان الاستدامة والتطوير وذلك بإنشاء آلية سنوية لمراجعة وتحديث معطيات ومعاملات النموذج وضمان فعالياته ومواكبته للتغيرات والاستدامة.
٣. توسيع نطاق البحث والدراسات ودراسة إمكانية تطبيق الإطار المنهجي لهذا النموذج المنهجي وتكييفه في قطاعات حكومية أخرى، كما أن اجراء بحوث تركز على العوامل النوعية ستكون لها فاعلية في الأداء كالمهارات والتدريب وتوظيف التقانة.

الشكر والتقدير Acknowledgment

نشكر هيئة البيئة في سلطنة عمان على دعمها المستمر وتوفير البيانات اللازمة لإجراء هذه الدراسة والتي انعكست على اظهار كافة الجوانب المرتبطة بالعبء الوظيفي لها من خلال أفضل الممارسات العالمية لقياس الأحمال الوظيفية من أجل تحسين تصنيف القوى العاملة بهيئة البيئة في سلطنة عمان وهو أحد مرتكزات رؤية عمان ٢٠٤٠ في مؤشرات الكفاءة الحكومية ومؤشر الأداء البيئي. كما نعرب عن امتناننا للخبراء والمختصين الذين ساهموا في جلسات التركيز لتقييم الحساسية البيئية، مما أسهم في تعزيز دقة النموذج المقترح. ونثمن جهود فريق البحث والمراجعين الذين قدموا ملاحظات قيمة ساهمت في تحسين جودة هذا العمل. كما نود أن نشير إلى أننا استخدمنا أداة ذكاء اصطناعي مدربة واحترافية لتحسين صياغة اللغة، وفحص الجودة في النص النهائي لهذه الدراسة دون التأثير على المحتوى او النتائج او المساهمة العلمية.
ونخص بالشكر:
م/ سليمان بن ناصر بن عبدالله الأخزمي – نائب رئيس هيئة البيئة
ممدوح بن سالم بن سعيد المرهون – مدير مكتب الرقابة البيئية
أمينة بنت سالم بن علي الشهومية – رئيس قسم التنظيم والتخطيط الوظيفي
إخلاء مسؤولية :الآراء والاستنتاجات الواردة في هذه الورقة تعبّر عن وجهة نظر المؤلف/الفريق حصراً، ولا تعكس بالضرورة المواقف الرسمية لأي جهة ذُكرت هنا. تبقى أي أخطاء أو سهو مسؤولية المؤلف/الفريق منفردًا.

تضارب المصالح/التمويل:

يقرّ المؤلف/الفريق بعدم وجود تعارضات مصالح ذات صلة بموضوع الدراسة. ولم يتلقّ هذا العمل تمويلاً خارجياً مخصّصًا؛ وإن وُجد دعمٌ مؤسسي داخلي فقد اقتصر على تيسير الوصول إلى البيانات دون أي تأثير على محتوى الدراسة أو نتائجها.

المراجع:

American Society of Safety Professionals (ASSP). (2023). Benchmarking your EHS structure, staffing & responsibilities (webinar/brief). https://sw.assp.org/events/benchmarking-your-ehs-structure-staffing-responsibilities-webinar/

Angelov, M., & Cashman, L. (2015). Environmental inspections and environmental compliance assurance networks in the context of EU environment policy. In Environmental Enforcement Networks (pp. 315–340). Edward Elgar. https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781783477395/9781783477395.00030.xml

Asres, G. D. (2024). Workload Indicators of Staffing Need (WISN) method for health workforce planning (incl. midwives). Discover Health Systems, 2(1). doi:10.1007/s44250-022-00013-7

Association for the Health Care Environment (AHE). (2024). EVS staffing calculator. American Hospital Association. https://www.ahe.org/resources/staffing-calculator

Baldwin, G., Gerardu, J., & Koparova, M. R. (2016). International compliance and enforcement networks: The critical role of collaboration in environmental protection. In Environmental Crime and Collaborative State Intervention (pp. 19–42). Palgrave Macmillan.

European Parliament & Council. (2001). Recommendation 2001/331/EC providing for minimum criteria for environmental inspections in the Member States (RMCEI). Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2001/331/oj

Gao, H. (2025). Exploring the nexus of green human resource management practices and environmental performance. Humanities & Social Sciences Communications. doi:10.1038/s41599-025-05071-9

Gerardu, J., Koparova, M., & Markowitz, K. (2015). Creating and sustaining environmental compliance and enforcement networks: Lessons from INECE. In Environmental Enforcement Networks (pp. 289–314). Edward Elgar. https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781783477395/9781783477395.00029.xml

Gialama, F., Saridi, M., Prezerakos, P., Birbas, N., & Souliotis, K. (2019). The implementation process of the WISN method by WHO in determining midwifery staff requirements in Greek hospitals. European Journal of Midwifery, 3, Article 3. doi:10.18332/ejm/104309

Griep, Y. (2025). Sustainable human resource management: The good, the bad, and the ugly. Organizational Dynamics (advance online publication). doi:10.1016/j.orgdyn.2024.101112

Health Facilities Management. (2015, May). Environmental services staffing methodologies. https://www.hfmmagazine.com/articles/1610-environmental-services-staffing-methodologies

Health Facilities Management. (2017, November). Eight environmental services workforce planning steps. https://www.hfmmagazine.com/articles/3130-eight-environmental-services-workforce-planning-steps

Hedemann-Robinson, M. (2017). Environmental inspections and the EU: Securing an effective role for a supranational Union legal framework. Transnational Environmental Law, 6(1), 31–58. doi:10.1017/S2047102515000291

Hughes, B. A., Nottingham, K. E., & Suggs, J. A. (2002). Accreditation at the U.S. EPA—NEIC. Quality Assurance, 10(2), 87–93. doi:10.1080/713843986

IMPEL. (2008). Doing the right things II: Step-by-step guidance for planning of environmental inspections. https://www.impel.eu/projects/doing-the-right-things-ii

IMPEL. (2019). Performance indicators for environmental inspection systems. https://www.impel.eu/projects/performance-indicators-for-environmental-inspection-systems

International Network for Environmental Compliance and Enforcement (INECE). (2009). Principles of Environmental Compliance & Enforcement (2nd ed.). http://inece.org/principles

Liang, L. (2004). Determining staffing levels for a product inspection process (Master's thesis). University of British Columbia. https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0091542

Markowitz, K. J., & Michalak, K. (2010). The INECE Indicators Project: Improving environmental compliance and enforcement through performance measurement. Sustainable Development Law & Policy, 10(2), 4–8. https://digitalcommons.wcl.american.edu/sdlp/vol10/iss2/4

Migliorati, M. (2017). Network orchestrator in EU multi-level governance? The case of IMPEL. SSRN. doi:10.2139/ssrn.2958140

Najafpour, Z., Zare Nasiri, M., Nozarian, M.-H., Keliddar, I., & Shayanfard, K. (2023). Estimating the number of required nurses in different types of hospitals: An application of the workload indicators of staffing needs (WISN) method. PLOS ONE, 18(12), e0295213. doi:10.1371/journal.pone.0295213

Namaganda, G. N., Whitright, A., & Maniple, E. B. (2022). Lessons learned from implementation of the WISN methodology: An international Delphi study of expert users. Human Resources for Health, 20(1). doi:10.1186/s12960-021-00675-z

Namaganda, G., Oketcho, V., & Maniple, E. (2015). Making the transition to workload-based staffing: Using the WISN method in Uganda. Human Resources for Health, 13, 89. doi:10.1186/s12960-015-0066-7

National Research Council. (2007). Staffing standards for aviation safety inspectors. National Academies Press. doi:10.17226/11742

Smart Facility Software. (2024). EVS staffing software – Staffing analysis. https://www.smartfacilitysoftware.com/capabilities/evs-staffing-software/

Stankovic, S., & Santric Milicevic, M. (2022). Use of the WISN method to assess the health workforce requirements for the high-volume clinical biochemical laboratories. Human Resources for Health, 19(Suppl 1), 143. doi:10.1186/s12960-021-00686-w

U.S. Department of Transportation, Office of Inspector General. (2021). FAA can increase its inspector staffing model's effectiveness to better assess and address staffing needs (Report No. AV2021034). https://www.oig.dot.gov/sites/default/files/FAA%20Inspector%20Staffing%20Model%20Update%20Final%20Report_8-11-21_0.pdf

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2022). A guide to U.S. EPA's access & inspection authorities (EPA 310-R-22-001). https://www.epa.gov/compliance/guide-us-epas-access-and-inspection-authorities

U.S. EPA. (2014). EPA Order 3500.1 – Training requirements for EPA personnel who are authorized to conduct civil compliance inspections/field investigations. https://www.epa.gov/laws-regulations/epa-orders https://www.epa.gov/compliance/npdes-compliance-inspection-manual)

U.S. EPA. (2017). National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) Compliance Inspection Manual (EPA 305-K-17-001). https://www.epa.gov/compliance/npdes-compliance-inspection-manual

World Health Organization. (2010). Workload indicators of staffing need (WISN): User's manual. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789241500197