

مساهمة هندسة العوامل البشرية في التنمية المستدامة: نظرة عامة وعرض لفرص التطبيق محلياً

عبدالمنعم عمر حمودة
كلية تقنية الهندسة الميكانيكية / بنغازي
بنغازي - ليبيا
ahammouda@ceb.edu.ly

أحمد أبوالقاسم الطبولي
كلية الهندسة، جامعة بنغازي
بنغازي - ليبيا
ahmed.altaboli@uob.edu.ly

الملخص

تأتي هذه المقالة ضمن جهد السعي لتطبيق مفهوم التنمية المستدامة واستخدامه لحل المشاكل التي يواجهها كوكبنا وجنسنا البشري. وبالتحديد تسعى هذه المقالة لدعم مفهوم التنمية المستدامة وتطبيقها وذلك بالاستفادة من أساليب وطرق هندسة العوامل البشرية ودمجها ضمن برامج التنمية المستدامة. ويساعد على هذا الدمج الاتساق الكبير بين أهداف هندسة العوامل البشرية وأهداف التنمية المستدامة. فهندسة العوامل البشرية تسعى لتصميم المنتجات والتقنيات التي يستخدمها ويتعامل معها الإنسان بحيث تلائم وتتناغم مع احتياجاته وقدراته وبما يضمن رفاهية الإنسان (السلامة والصحة، والرضا والسرور)، وتحسين أداء النظام ككل (الإنتاجية والكفاءة والفاعلية والجودة). وتسعى هذه المقالة لتوضيح هذا الاتساق وكيفية الاستفادة منه لدعم تطبيقات التنمية المستدامة. وتبدأ المقالة بعرض سريع لتعريف وأهداف كل من هندسة العوامل البشرية والتنمية المستدامة وأوجه التوافق بينهما. ثم تقدم المقالة نموذج (Thatcher and Yeow (2015) لنظام الأنظمة المتداخلة المستدام كإطار يوضح كيفية مساهمة هندسة العوامل البشرية في التنمية المستدامة، ويبين كيفية تطبيقها عملياً. وتختتم المقالة بعرض إمكانية التطبيق محلياً.

الكلمات المفتاحية: تنمية مستدامة، هندسة عوامل بشرية، تطبيق التنمية المستدامة، نظام أنظمة متداخلة مستدام.

Abstract

The purpose of this article is to show how to adapt the concepts of sustainable development within the approaches of the human factors engineering discipline, and how human factors engineering can benefit sustainable development by this adaptation. The article presents Thatcher and Yeow (2015) model of sustainable system of systems as a suitable framework for

this adaptation and for practical application. The article gives also one of the case study examples originally used to represent and explain the application of the model. The Possibility of application of this model to cases in the local community was also addressed in the article.

1. مقدمة

1.1. الغرض من هذه المقالة

شهدت البشرية تقدماً علمياً وتكنولوجياً سريعاً خلال القرون القليلة الماضية وخاصة منذ بداية الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر. هذا التقدم أدى إلى تحسن كبير في مستوى المعيشة بصفة عامة في كل العالم، وهذا بدوره أدى إلى زيادة كبيرة وسريعة في عدد سكان العالم خلال القرنين الماضيين. فمثلاً عدد سكان العالم زاد بأكثر من ثلاثة أضعاف خلال القرن العشرين؛ من أقل من ملياري نسمة إلى أكثر من ست مليارات نسمة (The United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019). وهذه الزيادة في عدد السكان صاحبها بدورها زيادة كبيرة في استغلال الموارد الطبيعية المحدودة على كوكبنا الصغير، وأنتج العديد من المشاكل والتحديات لنا كجنس بشري.

هذه المشاكل تتمركز حول ثلاثة أبعاد رئيسية: البعد البيئي، والبعد الاقتصادي، والبعد الاجتماعي. استغلال الموارد الطبيعية بطريقة غير مسؤولة يلحق الكثير من الضرر ببيئتنا؛ فمثلاً استخدام الوقود الأحفوري بشكل كبير ودون استخدام تقنيات نظيفة يؤدي إلى تأثير مباشر يتمثل في تلوث الغلاف الجوي وتأثيرات غير مباشرة مثل ما قد يؤدي إليه هذه التلوث من تأثير على صحة البشر والتوازن البيئي والحيوي مستقبلاً.

استغلال الموارد الطبيعية بطريقة غير مسؤولة يؤدي أيضاً إلى تناقصها. وتناقص الموارد وندرتها يؤدي إلى العديد من المشاكل ذات البعد الاقتصادي والبعد الاجتماعي. مشاكل البعد الاقتصادي تشمل زيادة وتضخم أسعار الموارد المتناقصة، ومثال على مشاكل البعد الاجتماعي يتمثل في المجاعات والهجرة الغير شرعية نتيجة للجفاف أو غلاء المعيشة والفقر.

استمرار البشر في هذا النمط من العيش وتجاهل هذه المشاكل سيؤدي إلى تفاقمها وقد يؤثر مستقبلاً على قدرة كوكبنا على دعم الحياة بصفة عامة، وعلى قدرتنا على الاستمرار والبقاء كجنس بشري. ويأتي مفهوم التنمية المستدامة كمحاولة لإيجاد حل للعديد من هذه المشاكل. حل يسعى لاستغلال الموارد بصورة مسؤولة تضمن استمرارها واستمرار الحياة على كوكبنا مستقبلاً.

وتأتي هذه المقالة ضمن هذا الإطار وتسعى لدعم مفهوم التنمية المستدامة وتطبيقها وذلك بالاستفادة من أساليب وطرق هندسة العوامل البشرية ودمجها ضمن برامج التنمية المستدامة. ويساعد على هذا الدمج الاتساق الكبير بين أهداف هندسة العوامل البشرية وأهداف التنمية المستدامة. وتسعى هذه المقالة لتوضيح هذا الاتساق وكيفية الاستفادة منه لدعم تطبيقات التنمية المستدامة. وتبدأ المقالة أولاً بعرض سريع لتعريف وأهداف كل من هندسة العوامل البشرية والتنمية المستدامة وأوجه التوافق بينهما. ثم تعطي إطاراً ونموذجاً يبين كيفية مساهمة هندسة العوامل البشرية في التنمية المستدامة مع مثال على تطبيقها. وتختتم المقالة بعرض إمكانية وفرص التطبيق محلياً.

2.1. هندسة العوامل البشرية: التعريف والأهداف

هندسة العوامل البشرية (أو الإيروكونومكس) يمكن تعريفها بأنها: "المجال العلمي الذي يهتم بدراسة وفهم التفاعل بين الإنسان والعناصر الأخرى في النظام، وهي المهنة التي تستخدم النظريات والمبادئ والمعلومات وغيرها من الطرق للتصميم بهدف تحسين رفاهية الإنسان والأداء الكلي للنظام" (IEA, n. d.). والعاملون والمتخصصون في هذا المجال يساهمون في تصميم وتقييم المهام والأعمال والمنتجات والنظم بحيث تتوافق مع احتياجات وقدرات وحدود البشر (IEA, n. d.).

هندسة العوامل البشرية تسعى لتصميم الأشياء التي يتعامل معها الإنسان بحيث تلائم وتتواءم مع احتياجات وقدرات وحدود الإنسان. جعل النظام يلائم الإنسان يؤدي إلى تحقيق هدفين: تحسين رفاهية الإنسان، وتحسين أداء النظام ككل. رفاهية الإنسان تُحقق بمراعاة العديد من الجوانب تشمل: السلامة والصحة، والرضا والسرور. وجوانب الأداء تشمل: الإنتاجية والكفاءة والفاعلية والجودة. الرفاهية والأداء قد تؤثر على بعضها ويحتاج المصمم إلى الموازنة بينهما للوصول لأفضل توليفة بين الاثنين (Dul et al., 2012).

وتتبنى هندسة العوامل البشرية نظرة شمولية تغطي الإطار الأوسع للإنسان ضمن النظام الذي يعمل فيه. وفي إطار هذه النظرة؛ النظم التي تهتم بها هندسة العوامل البشرية وتسعى لتصميمها بحيث تلائم الإنسان يمكن أن تشمل مكان العمل والأدوات والمنتجات والعمليات والتنظيم وحتى الناس الآخرين. وتغطي هذه النظرة الخصائص المختلفة للفرد شاملةً الجوانب الجسدية والفسولوجية والنفسية والذهنية والاجتماعية. وتهتم هندسة العوامل البشرية بهذه الأمور عند مستويات مختلفة للنظام تشمل المستوى الجزئي (الميكرو)؛ مثل إنسان يستخدم أداة مهمة واحدة، أو مستوى متوسط (ميزو)؛ مثل مجموعة من

الناس يعملون كجزء من مجموعة من العمليات التقنية أو التنظيمية، أو على المستوى الكلي (الماكرو)؛ مثل أناس يعملون ضمن منظمات أو دول مختلفة (Dul et al., 2012).

ويمكن تقسيم نطاقات تخصص هندسة العوامل البشرية إلى ثلاثة نطاقات واسعة (IEA, n. d.): هندسة العوامل الجسدية، هندسة العوامل المعرفية والذهنية، وهندسة العوامل الاجتماعية والتنظيمية. نطاق هندسة العوامل الجسدية يهتم بدراسة وفهم الخصائص التشريحية والأنثروبومترية والبيوميكانيكية والفيولوجية للإنسان لغرض تصميم النشاطات الجسدية للإنسان بحيث تلائم هذه الخصائص. مواضيع الاهتمام في هذا المجال تشمل تصميم أوضاع ومساحات وأدوات العمل، والمناولة اليدوية. نطاق هندسة العوامل المعرفية والذهنية يهتم بدراسة وفهم القدرات الذهنية للإنسان مثل الإدراك والذاكرة ومعالجة المعلومات والتفكير وتأثيرها على تفاعل الإنسان مع العناصر الأخرى في النظام. مواضيع هذا المجال تشمل التفاعل بين الإنسان والكمبيوتر واتخاذ القرارات وتصميم أدوات التحكم وشاشات العرض.

نطاق هندسة العوامل الاجتماعية والتنظيمية يهتم بتحسين النظم الاجتماعية-التقنية "sociotechnical". ويشمل هذا تركيبها وسياستها التنظيمية وعملياتها المختلفة. المواضيع ذات العلاقة في هذا المجال تشمل التواصل والعمل ضمن وبين المجموعات والفرق والطواقم، وتصميم العمل وأوقات العمل، والعمل عن بعد، والمنظمات الافتراضية.

3.1. التنمية المستدامة: التعريف والأبعاد

مصطلح "التنمية المستدامة" ظهر أول مرة عام 1987 ضمن تقرير لجنة الأمم المتحدة للبيئة والتنمية المعنون "مستقبلنا المشترك"، والمعروف باسم "تقرير برونتلاند" نسبة إلى غرو هارلم برونتلاند رئيسة اللجنة ورئيسة وزراء النرويج السابقة (اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية، 1987). التقرير عرف التنمية المستدامة بأنها: "التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون أن تضعف قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها" (اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية، 1987). ما بدأت هذه اللجنة تم استكمالها في مؤتمرات الأمم المتحدة اللاحقة حول البيئة والتنمية، وآخرها مؤتمر ريو دي جانيرو 2012 (ريو+20) والذي تم صياغة مخرجاته في وثيقة "المستقبل الذي نصبو إليه" (2012). واشتملت مخرجات هذا المؤتمر على تشكيل المنتدى السياسي ذو المستوى العالي الخاص بالتنمية المستدامة والذي من مهامه التحفيز والتشجيع على تبني برامج التنمية المستدامة.

من مخرجات مؤتمر ريو 2012 أيضاً وضع أهداف واضحة للتنمية المستدامة قابلة للتنفيذ والقياس. وقد تم تبني هذه الأهداف في اجتماع الجمعية العامة للأمم المتحدة في 2015. وقد تضمنت 17 هدفاً تم عرضها ضمن وثيقة "تحويل عالمنا : خطة التنمية المستدامة لعام 2030" (2015). وقد اشتمل كل هدف على مجموعة أهداف فرعية قابلة للقياس، ووضع عام 2030 كحد زمني لتحقيق هذه الأهداف.

أي برنامج ناجح للتنمية المستدامة يجب أن يوافق بين الأبعاد الثلاثة للتنمية: البيئي والاقتصادي والاجتماعي. البعد البيئي يهتم بالحفاظ على رأس المال الطبيعي المتوفر، وذلك بتغذية الموارد المتجددة وتعويض الموارد الغير متجددة. ويركز البعد الاقتصادي على إشباع الحاجات البشرية مع الأخذ في الاعتبار الحفاظ على رأس المال المتوفر لإشباع الحاجات حالياً ومستقبلياً. وتشتمل اهتمامات البعد الاجتماعي على الصحة الجسدية والذهنية، والسلم الاجتماعي، والتنوع الثقافي، وتكافؤ الفرص ضمن وبين المجتمعات (Steimle and Zink, 2006).

4.1. الاتساق بين أهداف التنمية المستدامة وأهداف هندسة العوامل البشرية

لو نظرنا لأهداف هندسة العوامل البشرية فسنرى أنها تتسق إلى حد كبير مع مفهوم التنمية المستدامة (Zink and Fischer, 2013). فلتحقق هندسة العوامل البشرية أهدافها المتمثلة في ضمان رفاهية الإنسان مع تحسين أداء النظام، تستخدم هندسة العوامل البشرية نظرة النظام الشاملة التي تغطي العلاقات المتداخلة بين الأنشطة البشرية والنظام المحيط. هذه النظرة الشاملة في الأغلب تشمل الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة (Zink, 2014). رغم هذا الاتساق العام بين أهداف هندسة العوامل البشرية ومفهوم التنمية المستدامة، تظل هناك حاجة لوضع إطار تطبيقي محدد يبين كيفية تضمين مفاهيم التنمية المستدامة ضمن ممارسات هندسة العوامل البشرية بصورة عملية. عرض هذا الإطار العملي التطبيقي سيكون موضوع المقطع التالي في هذه المقالة.

2. إطار تصميم هندسة عوامل بشرية متسقة مع التنمية المستدامة

1.2. مفاهيم عامة لتصميم هندسة عوامل بشرية متسقة مع التنمية المستدامة

لضمان احتواء أفكار التنمية المستدامة ضمن منهجية مجال هندسة العوامل البشرية؛ تحتاج هندسة العوامل البشرية للتأكيد

على وتبني مجموعة من المفاهيم العامة، هذه المفاهيم يمكن تلخيصها في النقاط التالية (Zink and Fischer. 2013,)
-(Lange-Morales et al., 2014, Zink, 2014

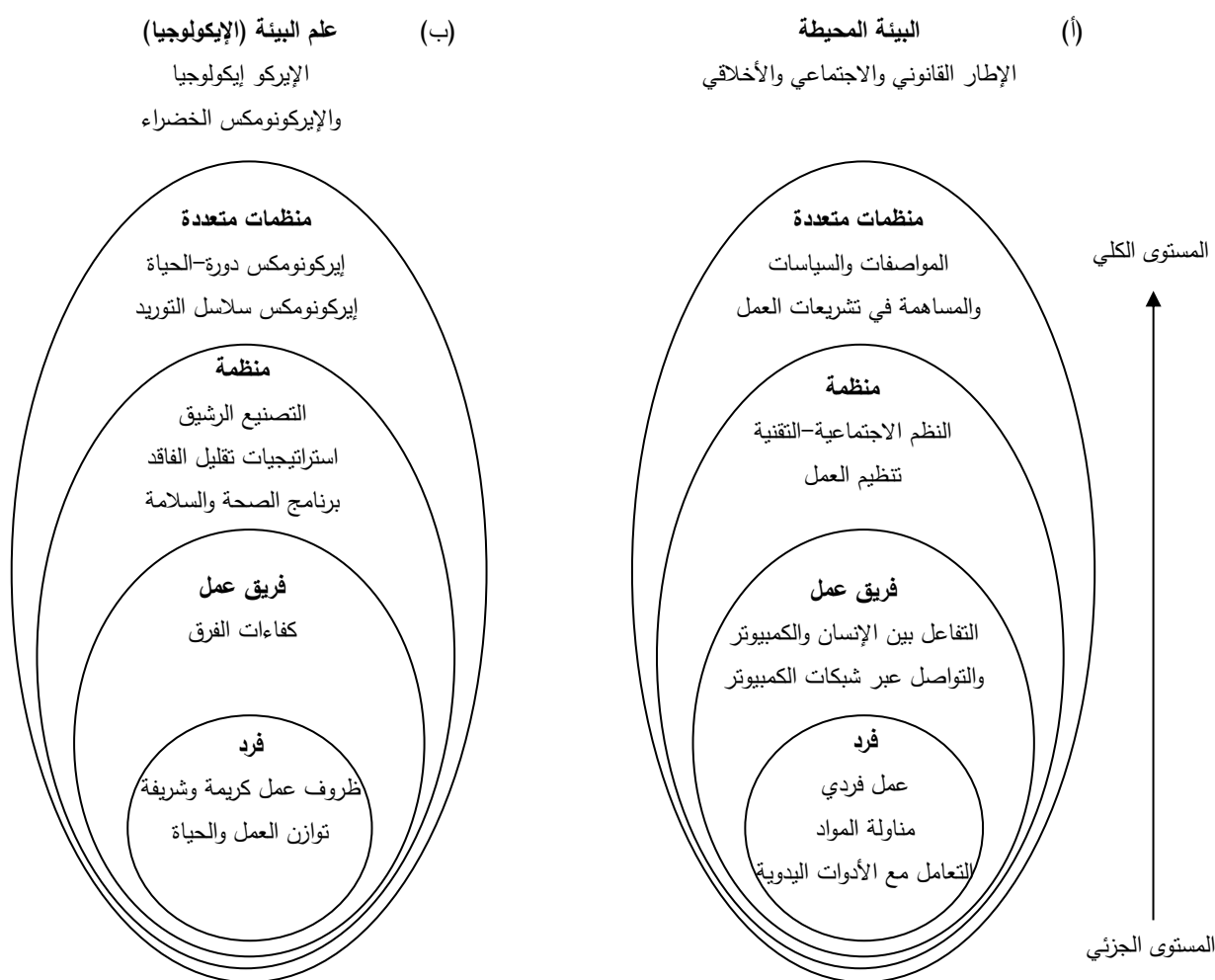
- الحفاظ على وتنمية رأس المال البشري والاجتماعي (مثل المهارات والصحة والنماذج الذهنية المشتركة) وإدراك أن البعد الاجتماعي هو بعد واحد من الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة.
 - التركيز على نظرة النظام الشاملة والإطار الزمني طويل الأمد وإدراك التأثيرات على المجتمع وباقي الأنظمة المرتبطة أو ذات العلاقة بما فيها النظم الأشمل والبيئة المحيطة؛ من مستوى العمل الفردي إلى مستوى عمل المنظمة ككل وعلاقتها بباقي المنظمات والمجتمع.
 - استخدام نظرة دورة الحياة الكاملة للمنتجات وأنظمة العمل (التصميم، التصنيع، التجميع، الصيانة والتصليح، التفكيك، إعادة الاستخدام وإعادة التدوير).
- بالإضافة لهذه المفاهيم تحتاج هندسة العوامل البشرية للتأكيد على وتبني مجموعة القيم اللازمة لتطبيق التنمية المستدامة شاملة احترام عميق لحقوق الإنسان مع احترام عميق لكوكب الأرض (كمصدر للموارد التي يستخدمها الإنسان)، وكذلك احترام الشفافية والافتتاح التي يتطلبها الاختلاف والتعقيد في الأنظمة الشاملة (Zink and Fischer. 2013).

2.2. نموذج نظام الأنظمة المتداخلة

على أساس المفاهيم والقيم السابقة قام (Thatcher and Yeow, 2015) بتطوير نموذج يدمج التنمية المستدامة ضمن منهجية هندسة العوامل البشرية. النموذج يقوم على فكرة النظرة الشاملة والأنظمة المتداخلة المستخدمة ضمن منهجية هندسة العوامل البشرية. شكل 1 يبين فكرة نظام الأنظمة المتداخلة ضمن إطار هندسة العوامل البشرية (شكل 1 (أ)) وضمن إطار التنمية المستدامة (شكل 1 (ب)).

نموذج نظام الأنظمة المتداخلة المبين في الشكل 1 (أ) يعكس منهجية نظرة النظام الشاملة التي تقوم عليها هندسة العوامل البشرية ويركز على أهمية الاتصال في دراسة أي نظام من المستوى الجزئي إلى المستوى المتوسط إلى المستوى الكلي، وكيف تتداخل حدود النظم تحت الدراسة من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى أوسع. كذلك يعكس هذا النموذج أهمية الاهتمام بالعلاقات بين العناصر عند مستوى وداخل حدود النظم.

عند المستوى الجزئي تكون حدود النظام تحت الدراسة مقتصرة على العمل الفردي؛ مثل شخص يستخدم أداة أو يتعامل مع آلة لأداء مهمة واحدة. أمثلة على عمل من هذا النوع تشمل دراسة وتحسين تصميم واجهات الأجهزة التكنولوجية (مثل كمبيوتر أو هاتف ذكي) لتكون سهلة الاستخدام وأكثر كفاءة وفعالية. في جانب التنمية المستدامة، الاهتمام في هذا المستوى (كما في شكل 2 (ب)) يكون على توفير ظروف عمل شريفة وكريمة للأفراد وضمان التوازن بين حياتهم وعملهم.



شكل 1. نظام الأنظمة المتداخلة (أ) في هندسة العوامل البشرية. (ب) في التنمية المستدامة (Thatcher and Yeow, 2015).

عند المستوى المتوسط يكون اهتمام هندسة العوامل البشرية بالعمل ضمن مجموعات أو فرق أو ضمن منظمة. ومثال على هذا كيفية تصميم التقنيات والعمليات لتحسين عمل طاقم كابينة الطائرة وبما فيها تواصلهم مع بعضهم ومع الأطقم والفرق الخارجية (مثل محطات التحكم الأرضي وأطقم الطائرات الأخرى). تبني مفهوم التنمية المستدامة عند هذا المستوى يتطلب

الاهتمام بضمان استمرارية عمل المنظمة وبقاء تنظيمها المالي والوظيفي. هذا يشمل ضمان كفاءة عمل الفرق والمنظمة ويشمل هذا بدوره العمل على تقليل الفاقد في الموارد (مثل الوقت والعنصر البشري) وضمان السلامة والصحة المهنية. عند مستوى متوسط أوسع (منظمات متعددة)، اهتمام هندسة العوامل البشرية يكون بضمان متطلبات العمل الشريف والكريم على مستوى المنظمات المختلفة والمجتمع؛ يكون ذلك بالمساهمة في وضع المواصفات والسياسات وتشريعات العمل المناسبة. ومن ناحية التنمية المستدامة يشمل هذا تطبيق أساليب مثل إيركونومكس دورة-الحياة وإيركونومكس سلاسل التوريد. عند أعلى مستوى (الكلية)، الاهتمام يكون بإيجاد حلول تشمل مجتمعات وأنظمة اجتماعية كاملة ويشمل هذا (من ناحية التنمية المستدامة) تطبيق أساليب الإيكولوجيا و الإيركونومكس الخضراء.

3.2. نظام أنظمة متداخلة مستدام

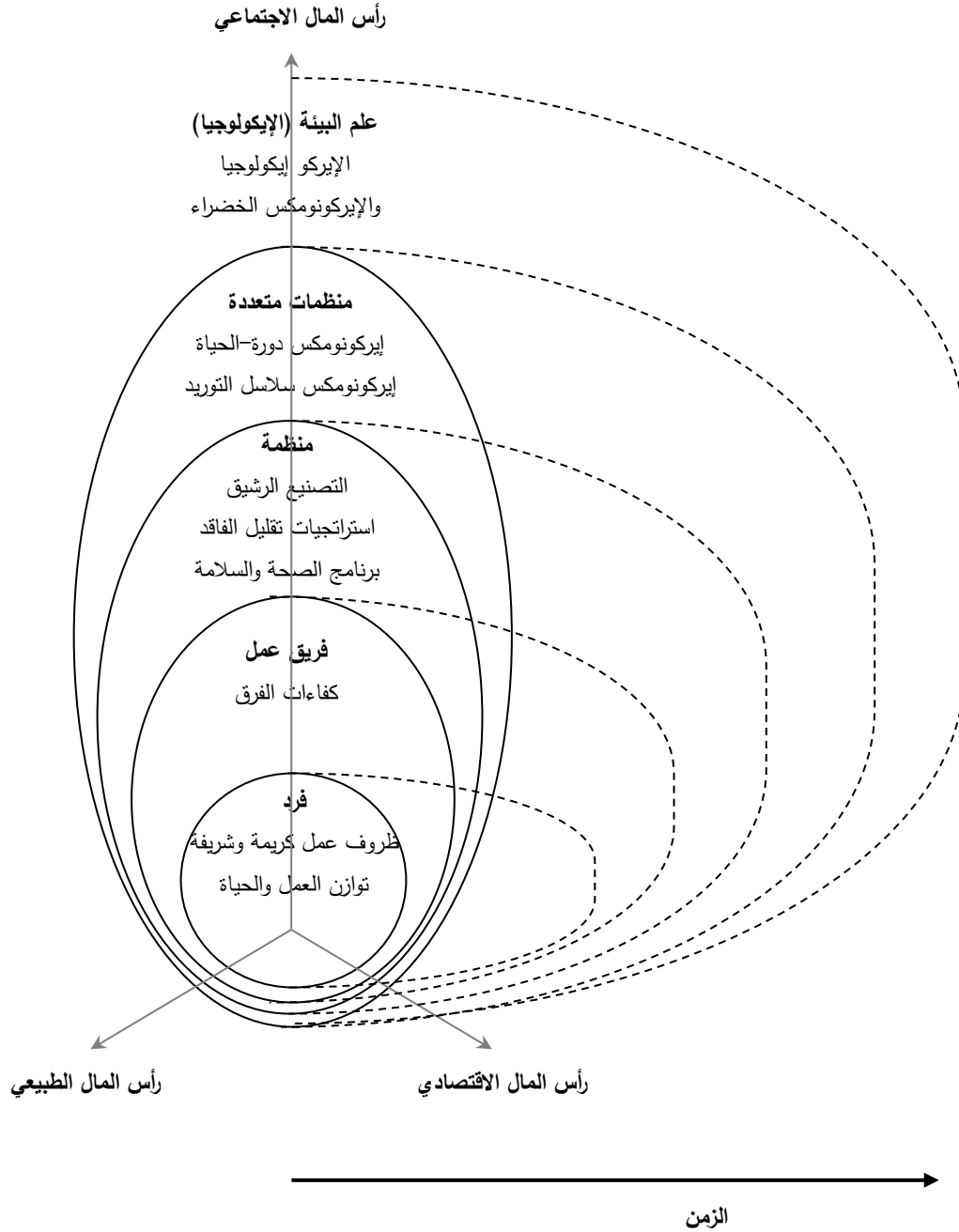
يوضح شكل 2 الصورة النهائية لنموذج دمج التنمية المستدامة ضمن منهجية هندسة العوامل البشرية حسب تصور (Thatcher and Yeow, 2015). نظام الأنظمة المتداخلة المستدام هذا يشمل تغطية الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة عند كل المستويات، ويظهر هذا في النموذج على شكل الثلاثة محاور المتعامدة (محور رأس المال الاقتصادي ومحور رأس المال الاجتماعي ومحور رأس المال الطبيعي). كذلك يأخذ هذا النموذج في اعتباره البعد الزمني؛ والذي تم تمثيله بمحور أفقي وحدود مرسومة بخطوط متقطعة. هذا البعد يعكس العمر الزمني للأنظمة تحت الاهتمام وضمن المستويات والحدود المختلفة.

4.2. مثال عملي: صيادي الأطواف في البرازيل

المثال يمثل دراسة عوامل الهندسة البشرية لصيادي الأطواف في شاطئ بونتا نيجرا في نتال في البرازيل (Thatcher and Yeow, 2015). يستخدم هؤلاء الصيادون أسلوب صيد تقليدي يعتمد على صيد الأسماك باستخدام الشباك من فوق سطح طوف عائم بدون محركات.

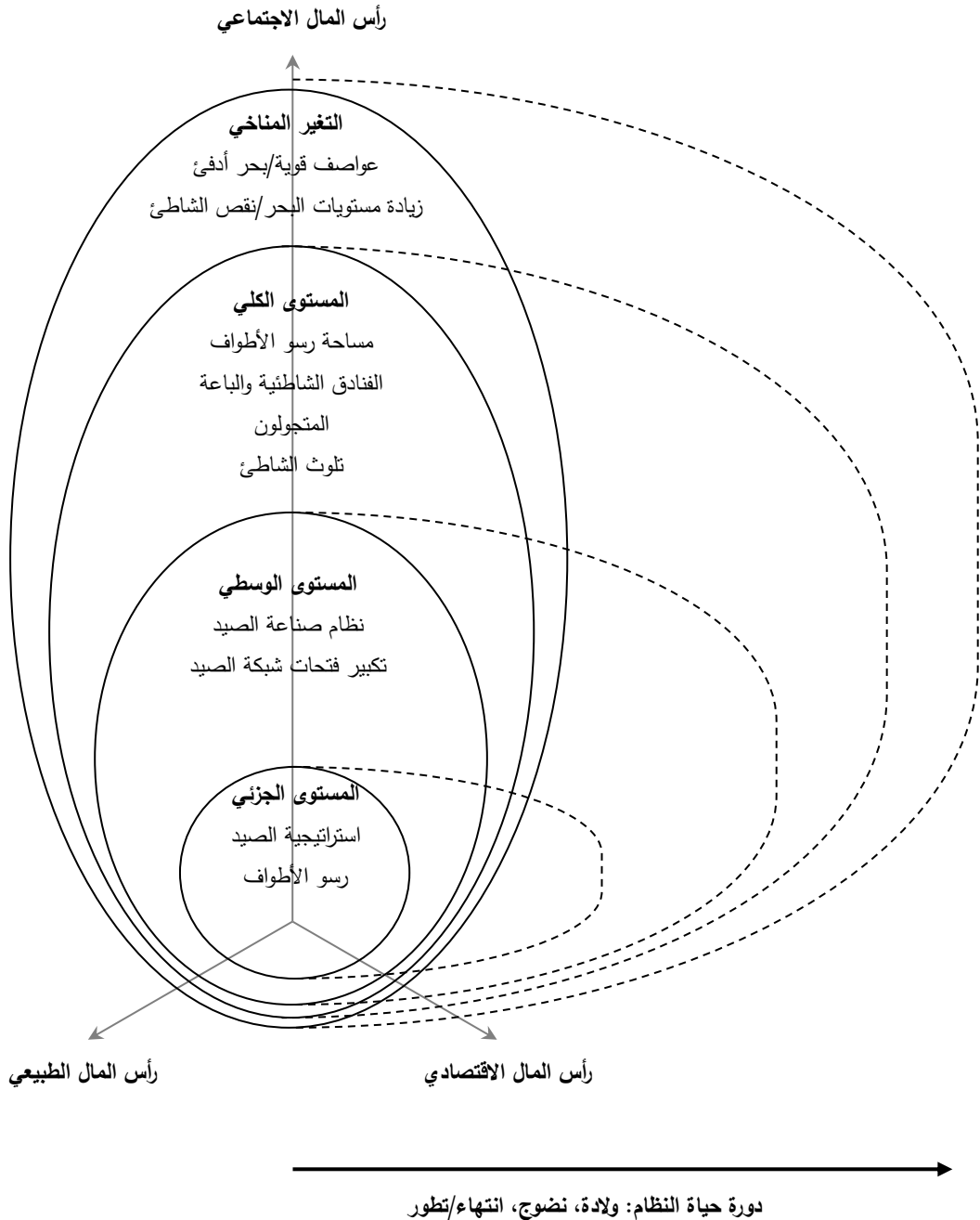
شكل 3 يبين نظام أنظمة مستدام لهذه الحالة. الدراسة بدأت كتحليل عمل على المستوى الجزئي يسعى لتحسين تقنية رمي ورفع الشباك. هذا التحليل المبدئي بين أن تحسين تقنية رمي ورفع الشباك فقط غير كافٍ لضمان ظروف حياة كريمة ونظام معيشة مستدام لهؤلاء الصيادين ومجتمع الشاطئ الذي يعيشون فيه، وأن هناك عوامل أخرى تؤثر على معيشتهم. هذه العوامل متداخلة ومعقدة وتشمل بالإضافة لاستراتيجية الصيد (بما فيها أسلوب رمي ورفع الشباك) تناقص مخزون السمك في مياه

الشاطئ، وظروف الطقس المتقلبة والتي تجعل الصيد خطراً، والصراع مع ملاك الفنادق الشاطئية والباعة المتجولين على مساحات الشاطئ وأماكن رسو الأطواف، وتلوث البحر والشاطئ الذي يهدد تعداد الأسماك.



شكل 2. نظام أنظمة متداخلة مستدام. الخطوط المتقطعة تمثل العمر الزمني للنظام (Thatcher and Yeow, 2015).

لو اقتصرَت الدراسة على المستوى الجزئي فقط، ربما تمكنت من إيجاد أسلوب أفضل لرمي ورفع الشباك، ولكن هذا لن يكون كافياً لضمان معيشة مستدامة للصيادين. دراسة هذه الحالة بمنهجية تتبنى التنمية المستدامة وباستخدام نظام أنظمة مستدام يتطلب دراسة الحالة عند كل المستويات مع الأخذ في الاعتبار التداخل بين العوامل عند كل مستوى ومن مستوى لمستوى.



شكل 3. نظام مستدام لمعيشة صيادي الأطواف وجيرانهم من سكان نفس الشاطئ (Thatcher and Yeow, 2015).

كما مبين في شكل 3، عند المستوى الجزئي يجب إيجاد حل لمشاكل مثل استراتيجية الصيد ورسو الأطواف. وتحتاج كذلك لمعالجة مشكلة تناقص مخزون الأسماك، وهذه تحتاج إلى تدخل على المستوى المتوسط والتعامل مع نظام صناعة الأسماك بصفة عامة مثل استخدام نظام صيد يعتمد على استخدام شباك صيد ذات فتحات أكبر بما يساعد على عدم صيد الأسماك الأصغر وبذلك يزيد من تعداد ومخزون الأسماك. معالجة العوامل على المستوى الكلي الأوسع تشمل الاتفاق مع الفنادق الشاطئية والباعة المتجولين على مساحة رسو الأطواف على الشاطئ وكذلك كيفية تقليل ووقف تلوث الشاطئ. وتظل هناك عوامل على مستوى أعلى تحتاج إلى معالجة على مستوى الدولة أو المنظمات الدولية مثل التقلب المناخي وما يتبعه من عواصف وزيادة حرارة مياه البحر وزيادة مستويات البحر ونقص مساحة الشاطئ.

للحصول على نظام معيشي مستدام للصيادين وجيرانهم من سكان الشاطئ من الضروري معالجة كل العوامل على كل المستويات؛ فمعالجة عامل واحد لن تكفي لذلك. فمثلاً استخدام شباك صيد بفتحات أوسع سيساعد على زيادة واستقرار تعداد الأسماك واستدامتها للأجيال القادمة من الصيادين، ولكن دون حل مشكلة مساحات رسو الأطواف لا يمكن ضمان عمل مستقر ومعيشة مستدامة للصيادين.

3. إمكانية التطبيق محلياً

ترى هذه المقالة أن فرص تطبيق هندسة عوامل بشرية تتبنى مفاهيم التنمية المستدامة كبيرة جداً على المستوى المحلي وفي جميع المجالات والصناعات الخدمية والتصنيعية (العامة والخاصة). فحسب معرفة المؤلفين، تطبيق أساليب هندسة العوامل البشرية ومفاهيم التنمية المستدامة محلياً يكاد يقتصر على الدراسات والأبحاث الأكاديمية ولا يصل إلى التطبيق العملي الذي يحل المشاكل بشكل فعلي في المجالات المختلفة. التطبيق الفعلي، أيضاً حسب معرفة المؤلفين، ربما يقتصر على بعض الاجتهادات في بعض أماكن العمل وخاصة فيما يخص السلامة والصحة المهنية خصوصاً في مجال صناعة النفط. نموذج نظام الأنظمة المستدام الذي تم عرضه في هذه المقالة يمثل إطاراً عملياً يمكن أن يُستغل لتطبيق هندسة عوامل بشرية تتبنى التنمية المستدامة في أغلب المجالات. على سبيل المثال يمكن التطبيق في مجال صناعة المقاولات والبناء والتشييد والتي لها نشاط ملحوظ على المستوى المحلي. ويمكن للتطبيق أن يبدأ من المستوى الجزئي للعامل والعمل اليدوي إلى المستوى الكلي بما يغطي التشريعات المنظمة لعمل شركات المقاولات وأنواع وأسعار المواد واستخدام العمالة الوافدة.

يمكن كذلك التطبيق في مجال التعليم. مثل تصميم الأثاث المدرسي بما يناسب استخدام الطلبة. ويمكن أن يبدأ هذا من المستوى الجزئي من تصميم الأثاث المدرسي (مثل الدرج المدرسي) بما يناسب أبعاد أجسام الطلبة، إلى مستوى أعلى (متوسط) يهتم بعوامل مثل عدد الطلبة في الفصل وأساليب وتقنيات التدريس داخل الفصل وتفاعل الطلبة فيما بينهم ومع المعلم داخل الفصل، ويستمر إلى مستوى أعلى يشمل دراسة عوامل مثل إمكانية توفير أثاث بالموصفات المطلوبة (مثلاً هل توجد قيود مالية أو تصنيفية؟) ووجود مواصفات وتشريعات تنظم هذا.

وترى هذه المقالة أن من أهم الخطوات التي ستساعد على التطبيق الفعلي هو وجود تشريعات وقوانين مختصة ترسخ هذا التطبيق وربما حتى تلزم أصحاب العمل بها في بعض الحالات. فنقص مثل هذه التشريعات يجعل صاحب العمل غير ملزم بتطبيق أساليب هندسة العوامل البشرية والتنمية المستدامة ويجعل العديد ربما يعتبر تطبيقها مجرد تكلفة زائدة لا تعود عليه بفائدة أو ربح واضح ومباشر. فحسب معرفة المؤلفين لا يوجد إلا قانون واحد محلي بالخصوص (قانون 93) لسنة 1976م بخصوص الأمن الصناعي والسلامة العمالية).

أيضاً من المهم زيادة الوعي العام في المجتمع (بما فيه أصحاب الأعمال) بأهمية تطبيق هذه الأساليب، وهنا يأتي دور المختصين في المجال لزيادة التوعية بأهمية تطبيق هذه الأساليب والفائدة التي ستعود بها على تحسين أداء البشر ومن ثم النظام ككل وكذلك الفائدة طويلة الأجل التي تضمن حقوق أجيالنا القادمة. وسيكون من الجيد أيضاً لو أمكن إيجاد حالات دراسية محلية يمكن أن يتم التطبيق فيها بصورة فعالة تجعلها أمثلة نموذجية يمكن استخدامها لزيادة الوعي والتعريف بهذه الأساليب والتشجيع والتحفيز على تطبيقها.

4. الخلاصة

حاولت هذه المقالة أن تعطي إطار عملي فعلي لتطبيق هندسة عوامل بشرية تتبنى مفهوم التنمية المستدامة. فقد عرضت المقالة نموذج نظام أنظمة متداخلة مستدام كإطار للتطبيق؛ هذا النموذج تم تطويره وعرضه من قبل (Thatcher and Yeow, 2015)، وقد تم تقديمه في هذه المقالة مع عرض إمكانية وفرص تطبيقه محلياً.

هذا المقالة تعتبر خطوة أولى تسعى للتعريف والتوعية بطريقة تطبيق هندسة عوامل بشرية مستدامة، الخطوات القادمة يمكن أن تشمل المزيد من التطوير والتحسين في النموذج المعروض، أو حتى عرض نماذج أخرى محسنة. ثم يمكن أن تشمل أيضاً تطبيقاً عملياً فعلياً للنموذج المعروض في هذا المقالة لحل مشاكل فعلية في مجتمعنا المحلي.

تأمل هذه المقالة أن يساهم تطبيق مفاهيم هندسة العوامل البشرية المستدامة في أنظمة العمل المحلية، وفق الإطار المعروض في هذه المقالة، في جعل هذا الأنظمة تلائم البشر وتحسن من رفايتهم (شاملة سلامتهم وصحتهم ورضاهم وسرورهم)، وتحسن من أداء النظام ككل (زيادة إنتاجيته وكفاءته وفاعليته) مع المحافظة على استدامة هذه الأنظمة (بيئياً واقتصادياً واجتماعياً).

تأمل هذه المقالة أيضاً أن تساعد بما سعت إليه من تعريف وتوعية في وضع خطط استراتيجية ورؤى مستقبلية ترسخ مفاهيم التنمية المستدامة وتوسع تطبيقها محلياً، وأن تشمل هذه الخطط وضع تشريعات وقوانين محلية تساهم في هذا.

قائمة المراجع

1. المراجع العربية

- اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية (1987)، مستقبلنا المشترك، تقرير اللجنة العالمية المعنية بالبيئة والتنمية (المعروف أيضاً باسم تقرير برونتلاند). الوثائق الرسمية للجمعية العامة للأمم المتحدة، الدورة الثانية والأربعون، الملحق رقم 25 (A/42/25).
- المستقبل الذي نصبو إليه (2012)، الوثيقة الختامية لمؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة في ريو دي جانيرو من 20-22 يونيو 2012، مرفقة مع قرار الجمعية العامة للأمم المتحدة رقم 288/66 بتاريخ 27 يوليو 2012.
- تحويل عالمنا: خطة التنمية المستدامة لعام 2030 (2015)، الوثيقة الختامية لمؤتمر قمة الأمم المتحدة لاعتماد خطة التنمية لما بعد عام 2015، مرفقة مع قرار الجمعية العامة للأمم المتحدة رقم 1/70 بتاريخ 25 سبتمبر 2015.

ب. المراجع الإنجليزية

- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., Wilson, J. R., van der Doelen, B. (2012). A Strategy for Human Factors/Ergonomics: Developing the Discipline and Profession. *Ergonomics* 55, 377-395.
- International Ergonomics Association (IEA), (n. d.). What is Ergonomics? Definition and Domains of Ergonomics. Retrieved September 2019 from <https://www.iea.cc/whats/index.html>.

- Lange-Morales, K., Thatcher, A., García-Acosta, G. (2014), Towards a Sustainable World through Human Factors and Ergonomics: it is All about Values. *Ergonomics*, 57:11, 1603-1615.
- Steimle, U., and Zink, K. (2006). Sustainable Development and Human Factors. In *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, edited by Karwowski, W., 2nd ed., 2258–2263. London: Taylor & Francis.
- Thatcher, A. and Yeow, P. H.P. (2015). A Sustainable System of Systems Approach: a New HFE Paradigm. *Ergonomics*, 59:2, 167-187.
- The United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, (2019). *World Population Prospects 2019: Data Booklet*. ST/ESA/SER.A/424. Retrieved October 2019 from <https://population.un.org/wpp/>
- Zink, k. and Fischer, K. (2013). Do We Need Sustainability as a New Approach in Human Factors and Ergonomics?. *Ergonomics*, 56:3, 348-356.
- Zink, K. (2014). Designing Sustainable Work Systems: The Need for a Systems Approach. *Applied Ergonomics*, 45 (1): 126–132.