

# E-TADWEER

## منظومة للمكونات والأنظمة الإلكترونية الخضراء في دولة قطر



### الفريق البحثي:

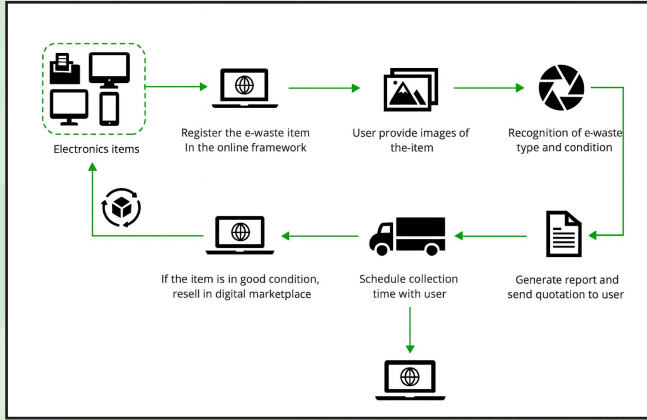
- م. تاله جانو، مساعد باحث،
  - م. آية نبيل سيد، مساعد باحث
  - م. مشرف حسين، مساعد باحث
  - أ.د. رضا هميلة، أستاذة الهندسة الكهربائية
  - أ.د. فيصل بن سي علي، أستاذة الهندسة الكهربائية
  - أ.د. فريد التواتي، أستاذة الهندسة الكهربائية
- قسم الهندسة الكهربائية، كلية الهندسة - جامعة قطر

### المقدمة

في ظل الإيقاع السريع للتقدم التقني، تبرز مسؤولية متزايدة الأهمية لإدارة الحجم المتنامي من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية التي شارفت دورة حياتها على الانتهاء. وفي ظل غياب أنظمة منسقة لإعادة الاستخدام أو التجديد أو إعادة التدوير، تتحول هذه الأجهزة المهملة إلى ما يعرف بالمخلفات الإلكترونية (e-waste)، مما يترتب عليه تحديات متزايدة خاصة بالبيئة والاستدامة. وفي دولة قطر، تمثل المخلفات الإلكترونية تحديًا بيئيًا وفرصة استراتيجية في آن واحد، حيث إنها تحتوي على مواد ثمينة وخطرة تستلزم الإدارة الرشيدة. ورغم التزام الدولة بأهداف الاستدامة ضمن رؤية قطر الوطنية 2030 واستراتيجية التنمية الوطنية الثالثة، لا تزال إدارة المخلفات الإلكترونية تفتقر إلى نظام وطني شامل. وتستدعي المعالجة الفعالة لهذه القضية تنسيقًا متكاملًا عبر مختلف حلقات سلسلة القيمة، من الإنتاج وحتى الاستهلاك وإعادة التدوير، إلى جانب تبني نهج مرن يستجيب لخصوصية تدفقات المواد وديناميكيات السوق المحلية.

المنتجات باستخدام هذا الرابط: <https://etadweerqa.com/login>

ثم تتولى خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل هذه الأصناف وتصنيفها حسب النوع والحالة، وإعداد تقرير تفصيلي وعرض سعر للمستخدم. بعد ذلك، يتم جدولة التعاون، ويُعاد دمج الأجهزة التي تُعد مناسبة في السوق الرقمي بغرض إعادة البيع وتشجيع إعادة الاستخدام ومدد دورة حياة المنتج.



الشكل (1) : الهيكل العام لمنظومة E-TADWEER لإدارة المخلفات الإلكترونية.

## 2- المرحلة التجريبية: وحدات التجميع وتطبيق الجوال

تشمل المبادرة نشر وحدات تجميع ذكية فعالية لتيسير عملية تسليم الأجهزة، إلى جانب دمج خصائص الموقع الجغرافي وآلية أتمتية قائمة على المكافآت لتعزيز المشاركة المجتمعية. وتهدف منظومة E-TADWEER بشكل عام إلى خفض المخلفات الإلكترونية بنسبة 25% واستقطاب ما لا يقل عن 1000 مستخدم إلى المنصة.

حتى أكتوبر 2025، ما زال المشروع في مرحلة التنفيذ التجريبي. وقد تم تطوير وحدات التجميع بالتعاون مع إدارة المرافق والخدمات العامة بجامعة قطر. وتُمثل هذه الوحدات، كما هو موضح في الشكل 2، عماد النظام وستوزع بشكل استراتيجي بالمواقع الرئيسية في الحرم الجامعي لتشجيع الطلاب وطاقم العمل على الانخراط في الممارسات المسؤولة للتخلص من المخلفات الإلكترونية. وبالإضافة إلى ذلك، صُممت المنصة لربطها مع تطبيق جوال، ومن خلال المنصة، سيتمكن

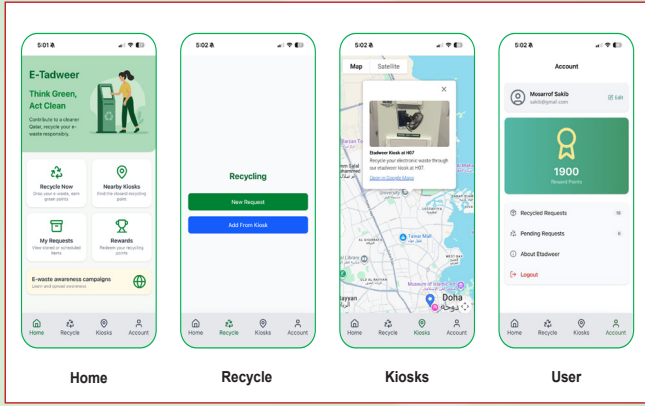
وفي هذا الإطار، يقدم "E-TADWEER" منظومة تدوير تُعنى بإدارة الإلكترونيات الخضراء والتي صُممت خصيصًا حسب احتياجات الدولة. تستهدف هذه المنظومة تأسيس إطار عمل متكامل يجمع المنصات الرقمية، والتوصيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي، والبُنية التحتية الفعلية بغرض إعادة النظر في كيفية التعامل مع المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني. ويتمحور هذا التوجه حول تطوير تطبيق جوال مدعوم بالذكاء الاصطناعي وقد صُمم للتوصية بممارسات التدوير النموذجية لكل جهاز. إلى جانب ذلك، سيتم نشر وحدات التجميع الفعلية ومواقع الأسواق الرقمية المتخصصة لتشجيع تبادل الأجهزة الإلكترونية، حيث توفر جامعة قطر موقعًا تجريبيًا. ويُتمم هذه الحلول التقنية حملات توعوية مستهدفة وندوات تعليمية، تعمل على قيادة دولة قطر نحو صناعة إلكترونيات خالية من المخلفات. وتتمثل الأهداف الرئيسية في:

- 1 - تمكين اتخاذ القرار الذكي من خلال تطبيق الجوال المدعوم بالذكاء الاصطناعي الذي يقدم توصيات بشأن استراتيجية التدوير الأمثل لكل جهاز حسب حالته.
- 2 - تشجيع سلوكيات إعادة التدوير والتجديد من خلال نشر وحدات فعالية وسوق رقمي، يشمل ذلك خمس وحدات تجميع داخل جامعة قطر.
- 3 - إشراك أصحاب المصلحة عبر القطاعات، من خلال دعم تعليم الشباب وتمكينهم، بما يعزز الوعي المجتمعي ويشجع السلوكيات البيئية المسؤولة.

## المنهج

### 1- نبذة عن الإطار الرقمي

تتبنى منظومة E-TADWEER منهجًا متعدد التخصصات يمزج الابتكار التقني بالتنفيذ العملي بغرض تأسيس نظام شامل لإدارة المخلفات الإلكترونية، على النحو الذي يتضح في الشكل 1. وتستند المبادرة إلى إطار R6 للاقتصاد الدائري: التقليل والموثوقية والإصلاح وإعادة الاستخدام والتجديد وإعادة التدوير، وتكامل الأدوات المدعومة بالذكاء الاصطناعي لدعم الممارسات المستدامة على مدار دورة حياة المنتج الإلكتروني. وتبدأ العملية بتسجيل المستخدم للأصناف الإلكترونية المسجلة على المنصة الإلكترونية وتحميل صور



**الشكل (3):** واجهات المرحلة التجريبية لتطبيق E-TADWEER على الجوال: (أ) الصفحة الرئيسية للتطبيق، (ب) شاشة تقديم طلب إعادة التدوير، (ج) خريطة تفاعلية لتحديد موقع أقرب وحدة تجميع، (د) صفحة الحساب ونظام نقاط المكافآت.

بجامعة قطر، بما يسهم في إشراك الطلبة والشباب المتخصصين.

### الخاتمة

تسلط مبادرة E-TADWEER الضوء على العديد من السياسات والفجوات المؤسسية والتشغيلية في مشهد إدارة المخلفات الإلكترونية والمتنامي بدولة قطر. وتتضمن التحديات الرئيسية الافتقار إلى البيانات الهيكلية والمناحة، والإدارة المجزأة للإلكترونيات التي شارفت دورة حياتها على الانتهاء عبر العديد من أصحاب المصلحة، ومشاركة الجمهور المحدودة، حيث تجتمع هذه العوامل لتعيق تطوير ثقافة مشتركة للمسؤولية البيئية. وتؤكد هذه الفجوات على الحاجة إلى منهج متكامل يجمع بين مواءمة السياسات والابتكار التقني والمشاركة الاجتماعية النشطة. وبعيداً عن أدواتها التقنية، تُولي E-TADWEER اهتماماً كبيراً بالتغيير السلوكي والمشاركة المجتمعية. وتدمج المبادرات التعليمية لرفع الوعي وتحديد موقع استراتيجي لوحدة التجميع لتيسير إتاحة نقاط الاستلام، وآليات تعتمد على المكافآت لتحفيز السلوك المسؤول. ويضمن هذا المنهج الموحد مشاركة الأفراد، ولاسيما الشباب، بشكلٍ نشط في تشكيل ممارسات مستدامة لإدارة المخلفات الإلكترونية، ودعم توجه دولة قطر نحو الاقتصاد الدائري وتعزيز ركيزة التنمية البيئية برؤية قطر الوطنية 2030.

المستخدم من تسجيل أجهزته، واستلام توصيات مصممة خصيصاً لإجراءات التدوير مثل إعادة الاستخدام، الإصلاح، أو إعادة التدوير، بالإضافة إلى تتبع مساهماته في جهود الاستدامة، ويُعد هذا المكوّن عنصراً رئيسياً لضمان نجاح E-TADWEER (أنظر الشكل 3). وبالإضافة إلى ذلك، سيتيح ذلك أيضاً تجميع رؤى سلوكية قيّمة بغرض تحديد التحسينات التي يُمكن أن تطرأ على النظام في المستقبل. ولتوضيح المراحل التجريبية، يمثل الشكل 3-أ واجهة الصفحة الرئيسية للتطبيق، والتي تتيح الوصول إلى الوظائف الأساسية للنظام. ويعبر الشكل 3-ب عن آلية تقديم طلب إعادة التدوير ضمن التطبيق. أما الشكل 3-ج فيوضح وظيفة تحديد موقع أقرب وحدة تجميع ضمن النظام. في حين يعرض الشكل 3-د واجهة الحساب ونظام نقاط المكافآت المرتبط بسجل تفاعلات المستخدم.



**الشكل (2):** وحدة تجميع مطوّرة بالتعاون مع إدارة المرافق والخدمات العامة، سيتم توزيعها في الحرم الجامعي.

### 3- التوعية التثقيفية

بالإضافة إلى تركيزها التقني، تؤكد منصة E-TADWEER بشكل كبير على منهج يركز على الإنسان من خلال نشر الوعي ومشاركة المعرفة من خلال التعليم. ولضمان تحقيق تأثير مستدام، يتضمن المشروع على مجموعة من المبادرات التوعوية والتدريبية، مثل المدارس الصيفية وورش العمل وجلسات بناء القدرات. ويدعم هذه الأنشطة علاقات تعاونية مع مؤسسات مثل الفرع الطلابي لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)