Title	**Development of Nanocomposite-Enhanced Charcoal for Advanced Environmental Applications**
Supervisor	Dr.Laila Alqarni
Students	Fadiah Al-shumrani Farah Al-Murshid Samara Hakami Raghad Al-Suwailm Shehad Al-Sayari Wed Al-Sheibani Al-Jouri Al-Anzi
Abstract	Nanomaterials and nanocomposites have attracted significant attention due to their unique physicochemical properties and wide-ranging applications in environmental remediation. In this study, a multifunctional nanocomposite based on zinc ferrite ($ZnFe_2O_4$), chromium oxide (Cr_2O_3), manganese dioxide (MnO_2), and activated charcoal was successfully synthesized using sol–gel and co-precipitation methods. The prepared $ZnFe_2O_4$@Cr_2O_3–MnO_2@activated charcoal nanocomposite was designed to combine the photocatalytic activity of metal oxides with the high surface area and adsorption capacity of carbonaceous materials. The structural, morphological, and optical properties of the synthesized materials were systematically characterized using X-ray diffraction (XRD), scanning and transmission electron microscopy (SEM and TEM), energy-dispersive X ray spectroscopy (EDX), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and UV–visible spectroscopy. XRD analysis confirmed the formation of crystalline spinel and mixed metal oxide phases, while SEM and TEM images revealed nanoscale particles with heterogeneous morphologies and good dispersion on the activated charcoal surface. EDX and elemental mapping verified the uniform distribution of Zn, Fe, Mn, Cr, O, and C elements within the composite. Optical studies demonstrated modified absorption behavior and reduced band gap energies, indicating enhanced light-harvesting capability due to synergistic interactions among the composite components. The results highlight that the integration of $ZnFe_2O_4$, Cr_2O_3–MnO_2, and activated charcoal significantly improves the structural stability, surface reactivity, and optical performance of the nanocomposite. This multifunctional material shows strong potential for applications in water and wastewater treatment, particularly for the removal of organic pollutants and heavy metals, as well as in photocatalysis and sustainable environmental technologies.
الملخص باللغة العربية	حظيت المواد النانوية والمتراكبات النانوية باهتمام علمي متزايد نظرً ا لخصائصها الفيزيائية والكيميائية الفريدة وتطبيقاتها الواسعة في مجال المعالجة البيئية. في هذا البحث، تم تحضير متراكب نانوي متعدد الوظائف يتكون من فيريت الزنك ($ZnFe_2O_4$) وأكسيد الكروم (Cr_2O_3) وثاني أكسيد المنغنيز (MnO_2) مدعّمً ا بالفحم المنشط، وذلك باستخدام طريقتي السول–جيل والترسيب المشترك. صُمم هذا المتراكب بهدف الجمع بين النشاط التحفيزي الضوئي لأكاسيد المعادن والمساحة السطحية العالية والقدرة الامتزازية للفحم المنشط .تم توصيف الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للمواد المحضرة باستخدام

	حيود الأشعة السينية) XRD (، والمجهر الإلكتروني الماسح والنافذ SEM (و) TEM ، والتحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة) EDX (، والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء) FTIR (، ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية–المرئية .) UV–Vis (أكدت نتائج XRD تكوّن أطوار بلورية من نوع السبينيل وأكاسيد المعادن المختلطة، في حين أظهرت صور SEM و TEM وجود جسيمات نانوية ذات أشكال غير منتظمة وتوزيع جيد على سطح الفحم المنشط. كما أثبت تحليل EDXوخرائط العناصر التوزيع المتجانس لعناصر الزنك والحديد والمنغنيز والكروم والأكسجين والكربون داخل المتراكب. وأظهرت الدراسات البصرية تحسنًا في امتصاص الضوء وانخفاضًا في طاقة فجوة الحزمة، مما يدل على تعزيز الخصائص الضوئية نتيجة التأثير التآزري بين مكونات المتراكب . تشير النتائج إلى أن دمج $ZnFe_2O_4$ و $Cr_2O_3–MnO_2$ مع الفحم المنشط يؤدي إلى تحسين الاستقرار البنيوي والنشاط السطحي والخواص البصرية للمتراكب النانوي. ويُعد هذا المتراكب مادة واعدة للتطبيقات البيئية، خاصة في معالجة المياه ومياه الصرف الصحي لإزالة الملوثات العضوية والمعادن الثقيلة، إضافةً إلى تطبيقاته المحتملة في التحفيز الضوئي والتقنيات البيئية المستدامة.