

## **Abstract**

*Ceramics are historically the oldest of the synthetic materials and their medical use can be traced back to the Egyptians . Ceramics that can be used for substitution within the body may be termed bioceramics. Bioceramics is usually favored over other materials because their composition mimics the body more closely than polymers or alloys .*

*This work focuses on studying the role of drying and calcination on stiochiometry and crystallinity of deposited HA . Also , studying the effect of sintering temperature ,pressing pressure and sintering time (soaking time) on phases generated,physical and mechanical properties of sintered HA powder compact at a range of (800-1200)° C ,(1-5)hr and (38.378-153.513)Mpa respectively ,and evaluation of implantation in synthetic body fluids(SBF) with sintered HA powder compact , to indicate the biological bioactivity .*

*Both Ca/P ratio and crystallinity were increased after calcination,where the Ca/P ratio raised from 1.7 to 1.9 and the height of Hydroxyapatite peak intensity was also increased .Secondary phases also appeared .*

*X-ray diffraction patterns and electrical microscopic pictures of polished surfaces of the Hydroxyapatite compact after sintering had revealed the process of densification and crystallization of Hydroxyapatite . The increase of temperature leads to grain growth while surface cracking and other defects became lower i.e. porosity and surface voids .The maximum content of Hydroxyapatite and  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  can be seen at pressing pressure of (76.756)Mpa ,then it decreases with further increase in pressure amount because of decreasing the permeability between particles and gas capturing that leads to blowing and distorting the bridges between particles at the earliest stages of sintering which affect the formation and distribution of generated*

*phases .So, the surface cracks and becomes more obvious at higher pressing pressure .Both crystallization and peak heights of Hydroxyapatite was varied with the increase of soaking time which affects the physical and mechanical properties.*

*Both hardness and fracture strength were increased at high temperatures where they reached their maximum values at (1200)°C due to the increase in mechanical bonding and the decrease in porosity. The fracture of walls between contiguous pores became lower as well.*

*Fracture strength increased with the increase of the pressing pressure and it reached its maximum amount (23.34)N/mm<sup>2</sup> at (115.134)Mpa ,which may be attributed to the suitable inter-particles distance which provides good bridging during sintering process. Hardness is decreased with the increase of the pressing pressure due to the decrease in permeability between Hydroxyapatite powder particles which in turn may affect the formation and diffusion of phases .*

*Increasing soaking time resulted in an increase in hardness and fracture strength due to the formation of strengthening phases Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> and α-Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, they reached their maximum amount (145 gm/mm<sup>2</sup>, 15.626 N/mm<sup>2</sup>) respectively at (5,3)hrs*

*Radiographic X-ray pictures ,XRD test and electron microscopy photographs of sintered samples before and after incubation in vitro shows an alteration in sample morphology i.e. (surface erosion) and a decrease in sample diameter and the utilization of β-Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> indicates the chemical reactivity of prepared Hydroxyapatite powder compact .*

## الخلاصة

تعد المواد السيراميكية من أقدم المواد الاصطناعية و استخداماتها في المجالات الطبية تعود إلى زمن المصريين القدماء . يمكن أن نطلق مصطلح المواد البايوسيراميكية على المواد السيراميكية المستخدمة لاستبدال أجزاء من جسم الإنسان ، حيث تكون هذه المواد البايوسيراميكية (Bioceramic) مفضلة عادة على المواد الأخرى بسبب تركيبها المشابه لتركيب الجسم أكثر من المواد البوليميرية و السبائك . يركز هذا البحث على دراسة دور عمليتي التجفيف و الكلسنة على نقاوة و تبلور الهيدروكسي اباتايت المحضر . وكذلك دراسة تأثير ظروف التلييد من درجة حرارة و ضغط كبس و زمن تلييد على الأطوار المتكونة و الخواص الفيزيائية و الميكانيكية لمسحوق الهيدروكسي اباتايت المكبوس و الملبد ضمن المدى  $^{\circ}C (800-1200)$  ،  $(1-5)hrs$  و  $Mpa (38.378-153.513)$  على التوالي . إضافة إلى دراسة وتقييم زراعة مسحوق الهيدروكسي اباتايت المكبوس و الملبد في وسط اصطناعي مشابه لسوائل الجسم لإظهار الفعالية البايولوجية .

ازداد كل من التبلورية و نسبة  $Ca/P$  بعد عملية الكلسنة ، حيث تزداد نسبة  $Ca/P$  من 1.7 إلى 1.9 بالإضافة إلى ازدياد ارتفاع شدة قمة الهيدروكسي اباتايت و ظهور الأطوار الثانوية. أظهرت مخططات الأشعة السينية و صور المجهر الالكتروني للسطوح المكبوسة و المصقولة بعد التلييد ، عملية التبلور و التكثف للهيدروكسي اباتايت . أدت الزيادة في درجة الحرارة إلى حدوث النمو الحبيبي كما أن الشقوق السطحية و العيوب الأخرى (المسامات و الفجوات السطحية) أصبحت أقل. يمكن أن يلاحظ أن اكبر محتوى لمادة الهيدروكسي اباتايت و طور  $Ca_2P_2O_7$  عند ضغط كبس  $Mpa (76.756)$  وتقل بعد ذلك مع ازدياد ضغط الكبس بسبب الانخفاض في النفاذية بين الحبيبات و احتباس الغاز الذي يؤدي إلى الانفجار وتشويه جسور الربط بين الحبيبات في المراحل المبكرة من عملية التلييد الذي يؤثر في تكون وتوزيع الأطوار المتكونة. لذلك، تصبح الشقوق السطحية واضحة أكثر عند قيم ضغط الكبس العالية . تغير كل من التبلورية و ارتفاع قمة طور الهيدروكسي اباتايت مع ازدياد زمن التلييد الذي اثر بدوره في الخواص الفيزيائية و الميكانيكية .

ازداد كل من الصلادة و مقاومة الكسر في درجات الحرارة العالية حيث تصل إلى أعلى قيمها عند  $^{\circ}C (1200)$  بسبب زيادة التماسك الميكانيكي و انخفاض المسامية و كذلك بسبب أن تكسر الجدران بين المسامات المتجاورة يكون أقل.

ازداد كل من الصلادة و مقاومة الكسر مع زيادة ضغط الكبس وتصل إلى اكبر قيمة  $N/mm^2 (23.34)$  عند  $Mpa (115.134)$  حيث يمكن أن تعزى هذه الزيادة إلى إن المسافة بين الحبيبات كانت مناسبة حيث أدت إلى ترابط جيد خلال عملية التلييد . أما الصلادة فقد انخفضت بزيادة

الضغط بسبب الانخفاض في النفاذية بين حبيبات مسحوق الهيدروكسي اباتايت و الذي أدى بالمقابل إلى التأثير في تكون و انتشار الأطوار .

أدت زيادة زمن التلييد الى زيادة الصلادة و مقاومة الكسر حيث وصلت إلى اكبر القيم ( $15.526\text{N/mm}^2, 145\text{gm/mm}^2$ ) عند  $(3,5) \text{ hrs}$  بسبب تكون الأطوار المقوية ( $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  و  $\alpha\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ).

أظهرت الصور الإشعاعية و مخططات حيود الأشعة السينية و صور المجهر الالكتروني لمادة الهيدروكسي اباتايت الملبدة قبل و بعد وضعها في المحلول ( $\text{SBF}$ ) تغيرا في شكل العينة (تاكل السطح) وكذلك نقصانا في قطر العينة و تحول طور  $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  و الذي يدل على الفعالية الكيميائية لمسحوق الهيدروكسي اباتايت المكبوس المحضر .