

دراسة أداء كرسي تحميل ذو أربع وسائد مائلة

أ.م.د. إبراهيم علي محسن

قسم الهندسة الميكانيكية - جامعة تكريت

الخلاصة

في هذا البحث تم إجراء دراسة تحليلية لأداء كرسي تحميل ذو أربع وسائد مرتبة بانتظام حول المحور. لقد تم بناء برنامج متكامل باستخدام الحاسبة الالكترونية وذلك لحل معادلة Reynolds عددياً باستخدام طريقة الفروقات المحددة.

تبين نتائج البرنامج أن قوة الأحتكاك اللابعدية تزداد بازدياد الحمل اللابعدي وان انحدار منحنى العلاقة اعلاه يزداد بانخفاض قيمة الـ cd/d (نسبة الخلوص القطري إلى قطر المسند)، بينما يقل انحداره بازدياد عدد الوسائد وهذا يؤدي إلى انخفاض القدرة الضائعة بسبب انخفاض قوة الاحتكاك. ان حدود عمل اللامركزية النسبية يتراوح في المدى 0.4-0.8 وان اعظم قيمة لزاوية الهيئة هي 43 وان منحنى العلاقة بين اللامركزية النسبية والرقم التحميلي لا يبدأ من الصفر. كذلك تم ملاحظة أن ازدياد قوة الأحتكاك يؤدي إلى ازدياد رقم سمرفيلد وان معدل الانحدار لمنحنى العلاقة اعلاه يزداد بنقصان قيمة الـ cd/d (كما ويزداد معدل الانحدار لنفس قيمة cd/d) كلما كان الحمل اقل لإن نقصان قيمة الـ cd/d يؤدي إلى انخفاض سمك شريحة الزيت وهذا يؤدي الى ازدياد قوى الاحتكاك. يزداد معدل التدفق بازدياد قيمة الـ cd/d (ويزداد معدل التدفق أكثر بزيادة عدد الوسائد لنفس القيمة من cd/d) وهذا بدوره يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة كرسي التحميل وهذا يعني المحافظة على قيمة سمك شريحة الزيت من خلال المحافظة على لزوجة الزيت.

الكلمات الدالة: - مساند، تزييت، المساند الغير دائرية

*Study of a four Titled Pad Bearing***Abstract**

This research deal with an analytical study of a four titled pad bearing. These pads are arranged around the journal. A computer program has been used to solve Reynolds equation numerically using the finite difference technique.

The results showed that, the non dimensional force is increased with the increase of the non dimensional load and the gradient of the curve is increased with the decrease of the (cd/d) ratio. while the gradient is decreased with the increase of the number of pads which gives less power absorption due to the decrease of the friction force.

Also the results showed that the eccentricity ratio is in the range of (0.4-0.8) and the maximum attitude angle is (43°). The curve of the relation between the eccentricity ratio and the load number does not start from the zero.

It has been noticed that the increase of the friction factor cause an increase in Summerfield number and the curve gradient is increase with the decrease of the (cd/d)

ratio. Also the gradient is increased for a fixed value of the (cd/d) ratio with the decrease of external load, where as the decrease of the (cd/d) ratio cause a decrease of the oil film thickness and this cause an increase of the shearing rate.

Finally, the oil flow rate is increased with the increase of the (cd/d) ratio and this would increased more with the increase of the number of pads for the same value of (cd/d) ratio which leads to a decrease of the bearing temperature and this maintain the same value of the oil film thickness due to maintaining the same viscosity for the lubricant.

Keywords:- Bearing, Lubrication, Non circular bearing

قائمة الرموز

Z الاحداثي المحوري (m)	a طول ضلع العنصر الصغير بالاتجاه المحيطي (m)
α زاوية ميلان الوسادة (Deg.)	b طول ضلع العنصر الصغير بالاتجاه المحوري m
θ الاحداثي المحيطي لأي نقطة على سطح المسند (Deg.)	B طول الوسادة المحيطي (m)
ϕ زاوية الهيئة Deg.	Cd الخلووس القطري (m)
μ اللزوجة الديناميكية للزيت ($N \cdot sec/m^2$)	Cr الخلووس النصف قطري (m)
μ_0 اللزوجة الديناميكية للزيت عند درجة حرارة التجهيز ($N \cdot sec/m^2$)	D قطر كرسي التحميل (m)
المقدمة	e اللامركزية (m)
إن استخدام كراسي التحميل متعددة الوسائد يعطي بعض الخصائص والمميزات مقارنة مع باقي الأشكال حيث تستخدم في تطبيقات السرعة العالية والأحمال الخفيفة (Mounir) ^[1] وتكون ذات استقرارية عالية مقارنة مع بقية الأنواع كما مبين في الاشكال (1) و(2). يعتبر كرسي التحميل من الأجزاء الرئيسية المكونة لأية ماكينة أو معده. لقد تطورت الأبحاث المختصة بالمساند متعددة الوسائد.	ff معامل الاحتكاك
لقد توصل العالمان (Bielec .M.K and Leopard.A.J) ^[2] إلى إن علاقة القدرة المستهلكة مع السرعة هي علاقة طردية اي إن ازدياد سرعة كرسي التحميل تعطي خسارة اكبر بالقدرة، كذلك علاقة القدرة مع الحمل المسلط هي علاقة طردية حيث كلما كان الحمل المسلط على كرسي التحميل اكبر كلما زاد مقدار الخسارة في القدرة. كما قام العالم (Garnner D.R.) ^[3]	f قوة الاحتكاك اللابعدية
	h سمك شريحة الزيت (m)
	k عدد العناصر بالاتجاه المحوري
	L طول عنصر الوسادة (m)
	LN العدد التحميلي
	m عدد العناصر بالاتجاه المحيطي
	n اللامركزية النسبية ($n=e/Cr$)
	N سرعة دوران المحور (Rpm)
	p ضغط الزيت (N/m^2)
	\bar{P} الضغط النسبي
	Q معدل الجريان (m^3/sec)
	R نصف قطر كرسي التحميل (m)
	So, no عدد سمر فيلد
	t الزمن (Sec)
	\bar{W} الحمل الخارجي النسبي

التحليل النظري

إن أي دراسة لأي مسند هيدروديناميكي سواء كان من النوع التقليدي الدائري أو غير التقليدي (غيردائري) فإن هذا يتطلب حل معادلة رينولدز تحليلياً أو عددياً علماً أن الحل العددي يعطي نتائجاً أدق هذا من جهة وذلك بسبب كون الحل التحليلي لا يمكن تنفيذه إلا بعد حذف أكثر من حد من حدود المعادلة. إن الأمر الآخر إن الحل التحليلي لا يمكن تطبيقه في المساند اللانقليديه بسبب كون سطح المسند غير مستمر وإنما مجزء إلى وسادات كل وسادة تقابل زاوية مركزيه مقدارها 45° بالنسبة للمسند ذو الأربع وسادات كما في الشكلين (3و4) .

لذا فقد استخدمت طريقة التقريب العددي قد وبالتحديد طريقة الفروقات المحددة كما في أدناه^[6] Cameron.

لا تغير لسمك شريحة المائع مع الزمن أي ان:

$$\left(\frac{\partial h}{\partial t} = 0\right)$$

حيث لا وجود للتحميل الديناميكي وان

المسند في وضع الاستقرار و أعتبر ان محور المسند موازي لمحور المحور، أي ان:

$$\left(\frac{\partial h}{\partial z} = 0\right)$$

يبين سطح الوسادة الواحده فيقسم بخطوط طولية واخرى عرضية وذلك لتمكين استخدام تقنية الفروقات المحدده في حل معادلة (Reynolds). كل وسادة تقابل زاوية مركزية مقدارها 45° وكذلك المجال بين كل وسادتين متتاليتين يقابل زاوية مركزية مقدارها 45° ايضاً. ان البرنامج الرئيسي المستخدم يعطي اوامر تحدد عمله في المجالات

بمقارنة استقرارية كرسي التحميل لثلاثة أنواع من هذه المساند، هي الدائرية وعلى شكل الليمونة وذات الانصاف الزاحفة حيث لاحظ ان اكثر هذه الأنواع استقراراً عند السرعة العالية هي ذات الانصاف الزاحفة ويأتي بعدها شكل الليمونة ومن ثم الاسطوانية. كما قام العالمان (Martin.F.A, Ruddy A.V)^[4] بمقارنة الاستقرارية لنوعين من كراسي التحميل هما ذات الإنصاف الزاحفة وذات الثلاث وسائد المائلة. أما الباحث (Stephen L.E)^[5] فقد قام بدراسة العوامل المؤثرة على أداء كرسي التحميل نوع المسند ذو الوسائد المائلة طوعياً وقد توصل الى ان الخسارة في القدرة تتغير تغيراً عكسياً مع Cr بازياد السرعة الدورانية للمحور، كذلك توصل الى إن درجة الحرارة تتغير بتغير Cr فكلما كان مقدار Cr اكبر انخفضت درجة حرارة كرسي التحميل والعكس بالعكس.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 6u_o \frac{\partial h}{\partial x} + 12 \frac{\partial h}{\partial t}$$

إن الشكل اعلاه من معادلة رينولدز هو واحد من اكثر من عشرة أشكال لها حيث يوصف هذا الشكل بأنه معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية ذات بعدين ولزوجة متغيرة. بتبسيط معادلة رينولدز واعتبار ان فتصبح معادلة رينولدز كما يلي:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{3}{h} \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} - \frac{1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial z} \frac{\partial p}{\partial z} = 6u_o \frac{\mu}{h^3} \frac{\partial h}{\partial x}$$

وباستخدام طريقة الفروقات المحددة وبالذات استخدام نموذج خمسة عقد متجاورة كما في الشكل(5) حيث يوضح هذا الشكل العقد الخمسة المتجاورة وكذلك

الخطوات التقليدية في تحليل المسند الهيدروداينميكي فقد تم احتساب الضغط على سطح المسند ومن ثم القوة والحمل الخارجي وزاوية الهيئة وكل السمات المستقرة (السناتيكية) للمسند.

النتائج والمناقشة

تم حل معادلة رينولدز باستخدام برنامج حاسوب بلغة فورتران 77. هذا البرنامج يستند الى المخطط الانسيابي الموضح في الشكل (6) وبعد تشغيل البرنامج واستحصال النتائج ويهدف دراسة أداء كرسي التحميل اللاتقليدي ذو أربع وسائد تم رسم مجموعة من العلاقات التي تصف أداء هذا الكرسي. في الشكل (7) تم رسم العلاقة بين الحمل اللابعدى وقوة الاحتكاك اللابعدى لثلاث قيم من cd/d هي 0.0023 ، 0.0026 ، 0.0029 على التتابع وتم مقارنتها مع منحنى لنفس العلاقة مستخرج عملياً من قبل (leopard)^[2] حيث إتضح أن مقدار انحدار منحنى العلاقة أعلاه يزداد بانخفاض الـ cd/d فعند قيمة الحمل اللابعدى مقداره 0.35 كانت قيم قوة الاحتكاك اللابعدى هي 3.85 ، 4.285 ، 4.833 ، 6.249 على التوالي ولقيم cd/d 0.0029 ، 0.0026 ، 0.0023 ، 0.0018 مرتبة على التوالي ومن خلال الشكل نلاحظ ان المنحنيات تقترب من بعضها البعض كلما كانت قيم الحمل اللابعدى اقل. فعند قيمة الحمل اللابعدى 0.02778 كانت قيم قوة الاحتكاك اللابعدى 0.449 ، 0.5 ، 0.583 ، 0.9 ولقيم cd/d 0.0029 ، 0.0026 ، 0.0023 ، 0.0018 ومن استعراض القيم اعلاه نلاحظ ان تصرف المنحنيات الثلاث تطابق سلوك النتائج العملية للباحث (leopard)^[2] و هذا يعني ان زيادة قيم cd/d تؤدي الى انخفاض في قوة

الموجود فيها وسادات وتعطيل عمله في المجالات الخالية من الوسادات لايجاد (تقريباً) كل من:

$$\frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}, \frac{\partial p}{\partial z}, \frac{\partial^2 p}{\partial z^2}, \frac{\partial \mu}{\partial x}, \frac{\partial \mu}{\partial z}$$

بالإشارة إلى الشكل (5) وتطبيق طريقة العناصر المحددة ذات الخمس عقد نحصل على مايلي:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{i,j} = \frac{P_{i+1,j} - P_{i-1,j}}{2a}$$

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}\right)_{i,j} = \left[\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{i+\frac{1}{2},j} - \left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{i-\frac{1}{2},j} \right] / a$$

وبنفس الطريقة أعلاه تحسب قيم كل من :

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{i,j}, \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}\right)_{i,j}, \left(\frac{\partial \mu}{\partial x}\right)_{i,j}, \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j}$$

بعدها تعوض في معادلة رينولدز لتصبح بالشكل التالي:

$$A_1(P_{i,j}) + A_2(P_{i+1,j}) + A_3(P_{i-1,j}) + A_4(P_{i,j+1}) + A_5(P_{i,j-1}) = A_6$$

حيث أن A_6, \dots, A_1 هي مكافئات استخدمت لتبسيط المعادلة. إن الشكل أعلاه لمعادلة رينولدز قد تم حله باستخدام برنامج حاسوب وباستخدام الحدود التالية:

حدود تغير الضغط (P)

$$(P=0) \quad \begin{matrix} i=1, i=m \\ J=1, j=k \end{matrix}$$

حدود تغير اللزوجة (μ)

$$\mu = \mu_0 \quad \begin{matrix} i=1, i=m \\ J=1, j=k \end{matrix}$$

تطبيق معادلة رينولدز في الحدود التالية

$$0 \leq h \leq C_r, 0 \leq z \leq L$$

اما بالنسبة لحدود (x, θ) فتطبق المعادلة في المناطق التي تكون فيها $(\partial h / \partial x = -ve)$ فقط وياتباع

أما بالنسبة لعلاقة زاوية الهيئة واللامركزية النسبية شكل (10) حيث نلاحظ شكل المنحني لكرسي تحميل تقليدي (Robert)^[7] مقارنة مع كرسي تحميل ذو اربع وسائد (موضوع البحث) حيث كانت حدود اللامركزية النسبية لحالة كرسي تحميل ذو اربع وسائد هي 0.8-0.4 بينما لحالة كرسي التحميل التقليدي فكانت الحدود بين 0-1 أما حدود زاوية الهيئة فكانت لكرسي التحميل التقليدي 0°-90° بينما لكرسي التحميل ذو اربع وسائد كانت اكبر قيمة لها 43° ويعود السبب في ذلك الى ان كرسي التحميل ذو اربع وسائد يمتلك اربع مناطق تقارب واحده عند كل وسادة وان زاوية الوسادة الواحدة هي 45° بالإضافة إلى ذلك فان معادلة سمك شريحة الزيت المستخدمة تختلف عن تلك المستخدمة لكرسي التحميل التقليدي الذي يمتلك منطقة تقارب واحدة. إن حدود تغير زاوية الهيئة الضيقة وكذلك حدود تغير اللامركزية الضيقة هي الأخرى من المتوقع إن يكون لهما انعكاس كبير على السمات الدايناميكية لكرسي التحميل معاملات التخميد والناظية والاستقرارية^[5].

بينما يوضح الشكل (11) علاقة العدد التحميلي مع اللامركزية النسبية حيث بالنسبة لكرسي التحميل غير التقليدي (موضوع البحث) فانه يتصرف نفس تصرف كرسي التحميل التقليدي (Bruce)^[8] الا ان حدود العدد التحميلي هي 1.2-8 ومعادلة المنحني الجديد تختلف قليلاً.

تم رسم علاقة بين رقم سمرفيد ومعامل الاحتكاك لثلاث قيم لـ cd/d هي 0.0023، 0.0026، 0.0029 شكل (12) ومقارنتها مع منحني لنفس العلاقة اعلاه مستخرج بصورة عملية عند cd/d مقداره 0.0018^[1] حيث إتضح إن مقدار انحدار منحني العلاقة اعلاه يزداد بانخفاض cd/d فعند قيمة رقم

الاحتكاك ويعود السبب في ذلك الى زيادة سمك شريحة المزيث وبمعنى آخر إن زيادة سمك شريحة المزيث ومن ثم خفض قيمة معدل القص هذا مما يسبب انخفاض قيمة القدرة المهدورة وكذلك خفض درجة حرارة كرسي التحميل كذلك تمت مقارنة منحني العلاقة اعلاة بين منحني تم استخراجة من البرنامج عند قيمة cd/d مقدارها 0.0036 مع نتائج عملية لأداء كرسي تحميل ذو ثمان وسائد وعند قيمة cd/d مقدارها 0.0036 أيضا أعدت من قبل الباحث (Mounir)^[1] شكل (8). نلاحظ ان مقدار انحدار منحني العلاقة يزداد كلما كان عدد الوسائد اقل حيث عند قيمة الحمل اللابعدي 0.35 كانت قيمة قوة الاحتكاك اللابعدي لمنحني كرسي تحميل ذو اربع وسائد هي 3 و لكرسي تحميل ذو ثمان وسائد هي 2.5 ونلاحظ تقارب المنحنيين عندما تكون قيم الحمل اللابعدي قليلة وهذا يطابق تصرف العلاقة الموضحة في الشكل (7) حيث عند قيمة الحمل اللابعدي 0.02788 كان مقدار قوة الاحتكاك اللابعدي هي 0.4 لكرسي تحميل ذو اربع وسائد و لكرسي تحميل ذو ثمان وسائد هي 0.27 ويتضح إن مقدار قوة الاحتكاك تقل كلما كان عدد الوسائد اكثر ويعود السبب في ذلك الى ان مقدار سمك شريحة الزيت يزداد بازدياد عدد الوسائد شكل (9).

لحجم وسادة معين فان اقل سمك شريحة الزيت نحصل عليه لظروف عمل معينة لكرسي تحميل ذو اربع وسائد هو اقل من ذلك لكرسي تحميل ذو ثمان وسائد و هكذا لو كان سمك شريحة الزيت ثابت لكرسي التحميل فان هذا يعني ان حجم الوسادة المطلوب لكرسي تحميل ذو ثمان وسائد هو اقل من حجم الوسادة لكرسي تحميل ذو اربع وسائد و بالتالي يؤدي الى انخفاض في قيمة قوى الاحتكاك.

وسائد ولقيمة 0.0036 cd/d شكل (13) [2]. نلاحظ ان مقدار انحدار منحنى العلاقة يزداد كلما كان عدد الوسائد اقل حيث عند قيمة رقم سمرفيد 17.2413 كانت قيمة معامل الاحتكاك لكرسي تحميل ذو اربع وسائد 4.6551 ولكرسي تحميل ذو ثمان وسائد 6.785 كذلك نلاحظ تقارب المنحنيين عند رقم سمرفيد قليل وهذا يطابق تصرف العلاقة في الشكلين (12) و(13) حيث عند قيمة رقم سمرفيد 1.4285 كان مقدار معامل الاحتكاك لكرسي تحميل ذو اربع وسائد 4.2851 ولكرسي تحميل ذو ثمان وسائد 3.48 ويتضح ان مقدار معامل الاحتكاك يقل كلما كان عدد الوسائد اكثر ويعود السبب في ذلك الى ان مقدار سمك شريحة الزيت يزداد بازدياد عدد الوسائد شكل (9) فعند حجم وسادة معين فان اقل سمك شريحة الزيت لكرسي تحميل ذو اربع وسائد هو اقل من سمك شريحة الزيت لمسند ذو ثمان وسائد وهكذا لو كان سمك شريحة الزيت لكلي كرسيي التحميل ثابت فان هذا يعني ان حجم الوسادة لكرسي التحميل ذو ثمان وسائد هو اقل من حجم الوسادة لكرسي التحميل ذو اربع وسائد وبالتالي يؤدي إلى انخفاض في قيمة معامل الاحتكاك.

في الشكل (14) تم رسم علاقة بين الحمل اللابيدي ومعدل الجريان حيث تم رسم ثلاثة منحنيات مستخرجة من البرنامج لقيم 0.0023 cd/d ، 0.0026 ، 0.0029 مع منحنى رابع عملي [1] عند قيمة 0.0018 cd/d . نلاحظ ان العلاقة خطية ما بين الحمل اللابيدي ومعدل الجريان حيث أن معدل الجريان ثابت مع تغير الحمل اللابيدي لكل قيم cd/d وهذا يعني ان الحمل لا يؤثر على مقدار تدفق الزيت لكلي العلاقتين النظرية والعملية وان معدل التدفق يعتمد بصورة اساسية على قيمة cd/d فعند cd/d مقداره 0.0029 كان مقدار معدل الجريان 0.00279 وعند

سمرفيد مقدارها 17.998 كانت قيمة معامل الاحتكاك 7.991 عند 0.0029 cd/d وعند قيمة رقم سمرفيد مقدارها 17.998 كانت قيمة معامل الاحتكاك 8.999 عند 0.0026 cd/d مقدارها 0.0026 وعند قيمة رقم سمرفيد مقدارها 17.998 كانت قيمة معامل الاحتكاك 7.991 عند 0.0023 cd/d وعند رقم سمرفيد مقداره 17.998 كانت قيمة معامل الاحتكاك 16.23 عند 0.0018 cd/d ونلاحظ ان مسار المنحنيات تقترب من بعضها البعض كلما كانت قيم رقم سمرفيد اقل حيث عند cd/d مقداره 0.0029 كانت قيمة رقم سمرفيد 1.4289 وقيمة معامل الاحتكاك 5.5 وعند cd/d مقداره 0.0026 كان رقم سمرفيد 1.4285 وقيمة معامل الاحتكاك 6.1214 وعند cd/d يساوي 0.0023 كانت قيمة رقم سمرفيد 1.4285 وقيمة معامل الاحتكاك 8.4625. من استعراض القيم اعلاه نلاحظ ان تصرف المنحنيات الثلاث المستخرجة من البرنامج عند قيم 0 cd/d 0.0023، 0.0026، 0.0029 تطابق تصرف المنحنى العملي المستخرج وهذا يعني ان زيادة مقدار cd/d يؤدي الى انخفاض معامل الاحتكاك ويعود السبب في ذلك الى ان مقدار سمك شريحة الزيت و Cr تزداد بزيادة cd/d كذلك نلاحظ ان علاقة Cr مع معامل الاحتكاك هي علاقة عكسية حيث كلما انخفضت قيمة Cr كلما زاد مقدار معامل الاحتكاك حيث لنفس قيمة عدد سمرفيد نلاحظ ازدياد معامل الاحتكاك بنقصان Cr وكذلك فان علاقة Cr مع رقم سمرفيد هي علاقة عكسية لذا نلاحظ ان لنفس قيم عامل الاحتكاك نلاحظ ارتفاع قيمة رقم سمرفيد بنقصان Cr . كذلك تم مقارنة منحنى العلاقة اعلاه ما بين منحنى تم استخراجه من البرنامج عند قيمة cd/d 0.0036 مع منحنى عملي لكرسي تحميل ذو ثمان

الوسائد منه لكراسي التحميل التقليدية ويعود السبب في ذلك الى مناطق الالتقاء تكون اكثر في كراسي التحميل متعددة الوسائد وبذلك فان معدل التدفق يزداد.

الاستنتاجات

- 1-تزداد قوة الاحتكاك اللابعدية بازدياد الحمل اللابعدى ويزداد انحدار منحنى العلاقة اعلاه بانخفاض قيمة cd/d ، وتأثير انخفاض cd/d هو ازدياد قيمة القدرة الضائعة في كراسي التحميل بسبب زيادة قوة الاحتكاك .
- 2-يقبل انحدر منحنى قوة الاحتكاك اللابعدية مع الحمل اللابعدى بازدياد عدد الوسائد وهذا يؤدي الى انخفاض القدرة الضائعة بسبب انخفاض قوة الاحتكاك.
- 3-ان حدود عمل اللامركزية النسبية هي من (0.4 - 0.8) وان اعلى قيمة لزاوية الهيئة هي 43° .
- 4-تزداد قيمة معامل الاحتكاك بازدياد رقم سمرفيد وان معدل الانحدار لمنحنى العلاقة اعلاه بنقصان cd/d ، كما ويزداد معدل الانحدار لنفس قيمة cd/d كلما كان الحمل اقل حيث ان نقصان cd/d يؤدي الى انخفاض قيمة سمك شريحة الزيت وهذا يؤدي الى ازدياد قوى الاحتكاك .
- 5-يزداد معدل الجريان بازدياد cd/d ويزداد اكثر بزيادة عدد الوسائد لنفس cd/d حيث ان زيادة معدل الجريان يؤدي الى انخفاض درجة حرارة كراسي التحميل وهذا يعني المحافظة على سمك شريحة الزيت من خلال المحافظة على لزوجة الزيت.

المصادر

1. Mounir Amin J. "A Further Investigation into the Behavior of the Floating Pad Journal Bearing", Master Thesis, Baghdad University, 1989.

cd/d 0.0026 كان مقدار معدل الجريان 0.00183 وعند cd/d 0.0023 كان مقدار معدل الجريان 0.00139 وعند cd/d 0.0018 كان مقدار معدل الجريان 0.000396 حيث نلاحظ أنه بارتفاع قيمة cd/d يزداد معدل التدفق ويعود السبب في ذلك الى زيادة سمك شريحة الزيت اي زيادة قيمة الخلوص بين المحور وكرسي التحميل. ولنفس العلاقة أعلاه تم رسم منحنيين الاول مستخرج من البرنامج عند قيمة ($cd/d = 0.0036$) والثاني منحنى عملي لكرسي تحميل ذو ثمان وسائد عند قيمة ($cd/d = 0.0036$) أيضاً شكل (15) [2]. نلاحظ تطابق تصرف المنحنيات مع تصرف المنحنيات في شكل (14) وكذلك فان مقدار معدل الجريان يزداد بأزدياد عدد الوسائد فعند كراسي تحميل ذو أربع وسائد كان معدل الجريان 0.00306 وعند كراسي تحميل ذو ثماني وسائد كان معدل الجريان 0.0035 ويرجع السبب في ذلك الى أزداد عدد مناطق التقارب في كراسي التحميل ذو ثمان وسائد وبالتالي ازدياد الحاجة للزيت.

أما علاقة معدل الجريان مع cd/d فيوضح شكل (16) منحنيين الأول مستخرج من البرنامج عند قيمة ($0.0029, 0.0026, 0.0023$) cd/d والثاني لكرسي تحميل تقليدي دائري ولنفس قيم cd/d [9]. نلاحظ في المنحنيين ان معدل التدفق يزداد بأزدياد cd/d فعند ($\frac{cd}{d} = 0.0029$) كان معدل التدفق لكرسي تحميل ذو اربع وسائد 0.0027 ولكراسي تحميل تقليدي 0.0004 اما عند قيمة 0.0023 $cd/d =$ فان معدل التدفق لكرسي تحميل ذو اربع وسائد 0.0013 ولكراسي تحميل تقليدي 0.0003. نلاحظ أيضاً إن معدل انحدار منحنى cd/d -معدل الجريان يكون اكبر عند كراسي التحميل متعددة

- Operation at High Speed and Light Load" Dresser – Rand, 2003.
6. Cameron A. "Basic Lubrication Theory", John Wiley & Sons, 1979.
 7. Robert Scott "Journal Bearing and Their Lubrication", Machinery Lubrication Magazine, Issue # 200507, July 2005.
 8. Bruce T.K. "Wear In Rolling Element Bearing and Gears – How Age and Contamination Affect Them", Machinery Lubrication Magazine, Issue # 200409, July 2004.
 9. Donald F.W, Richard Booser.E. "Bearing Design and application" Mc Graw – Hill book.
 2. Bielec M.K., Leopard A.J. "Tilting Pad Thrust Bearing: Factors Affecting Performance and Improvements With Directed Lubrication" Glacier Magazine, AT341/70, 1970.
 3. Garnner D.R. "Design a plain bearing ", Glacier Magazine, LB441/79, 1979.
 4. Martin F.A., Ruddy A.V. "The Effect of Manufacturing Tolerances on the Stability of Profile Bore Bearing" Glacier Magazine, LB494/84, 1984.
 5. Stephan L.E. "Pad Temperature In Tilting Pad Journal Bearings Influenced by

35

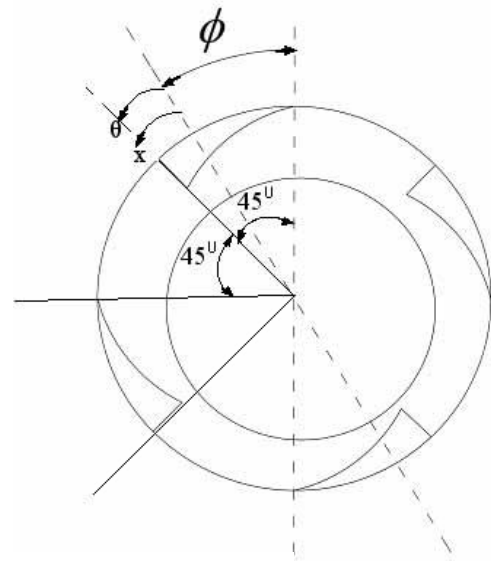
الملاحظات	الناضجة والتخميد	مقاومة التددوم	سعة التحميل	نوع المسند
				الاسطوانية
جيدة ومناسبة للحمل الدوار				اسطوانية ذات الاخدود المحيطي
محصنة الاستقرار بالنسبة للتدوران باتجاه واحد				اسطوانية ذات الاخدود المحوري
ذات معاملات نابضة وتحميدا اقياً بسيطاً				ذات الشكل الليموني
				ذات المنحنيات الاربعة
				ذات المنحنيات الثلاثة
مناسبة الاستخدام لاتجاه دوران واحد فقط				ذات الاسفانق لاربعة
الحمل الحركي ممكن ان يسبب فشل محاور الاسند		STABLE		ذات الوسائد المعطلة طوعياً

36

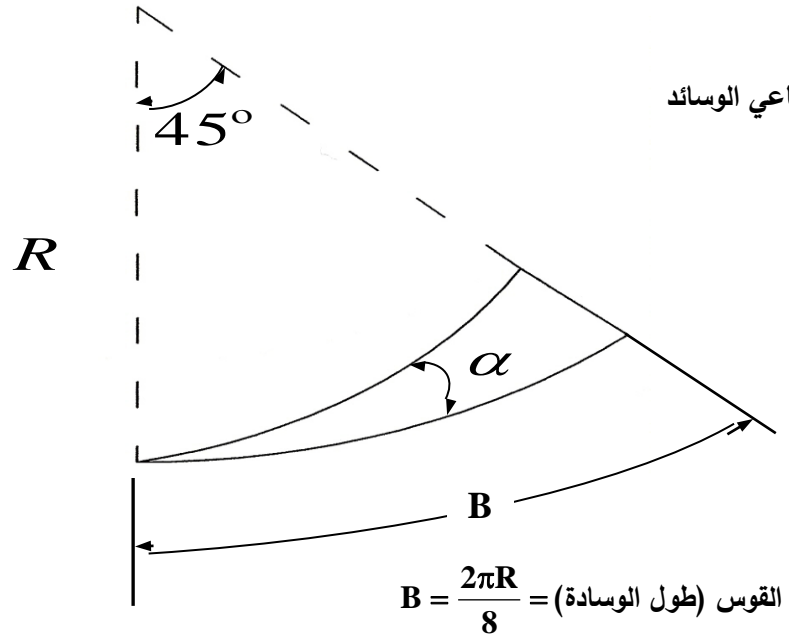
شكل (2) يوضح مقارنة أنواع مختلفة من كراسي التحميل من حيث الحمل والتخميد والناضجة

نوع المسند	مقاومة لتدويم سعة التحميل
اسطوانية الشكل	
الشكل الليموني	
ذات الاربعة منحنيات	
ذات الثلاثة منحنيات	

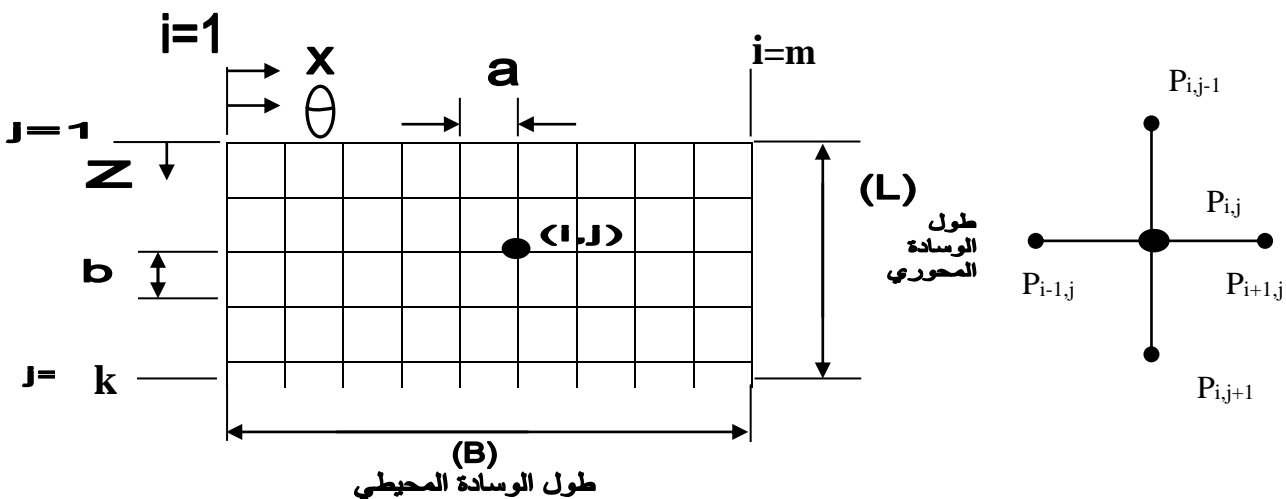
نوع المسند	مقاومة لتدويم سعة التحميل
اسطوانية الشكل	
الشكل الليموني	
ذات الاربعة منحنيات	
ذات الثلاثة منحنيات	



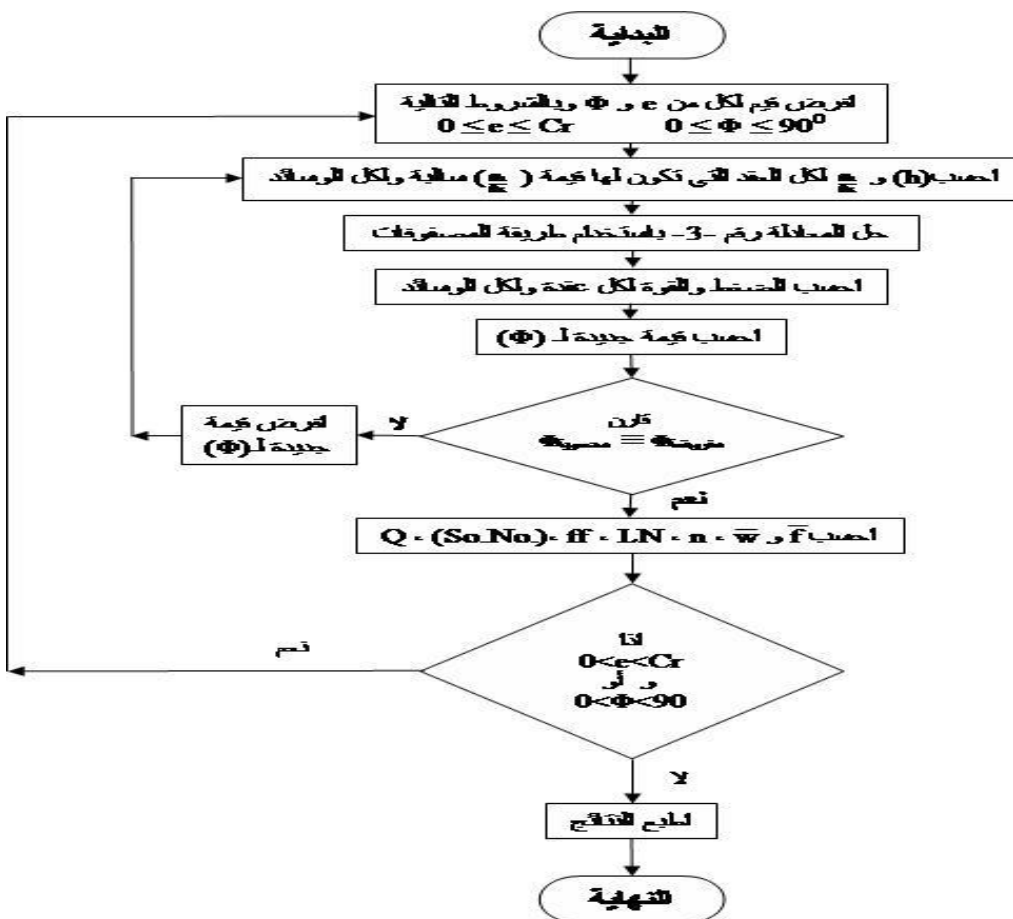
(3) كرسي تحميل رباعي الوسائد



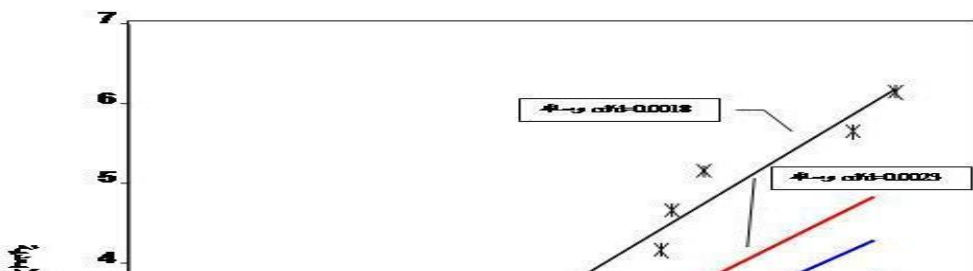
الشكل (4) يوضح زاوية ميلان الوسادة

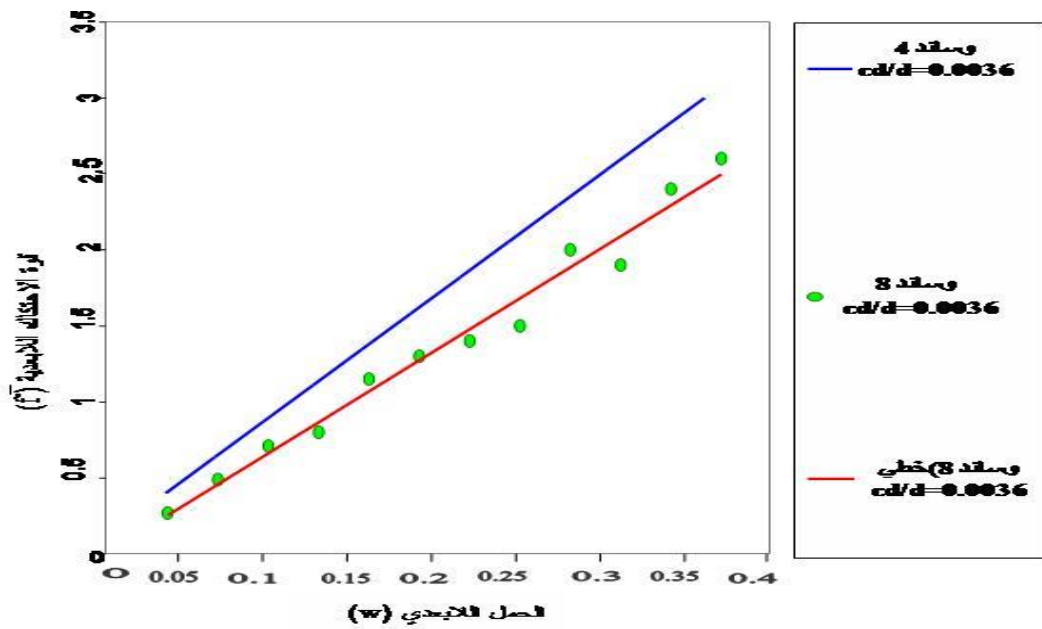


الشكل (5) يوضح سطح المسند مجزء الى فروقات محددة



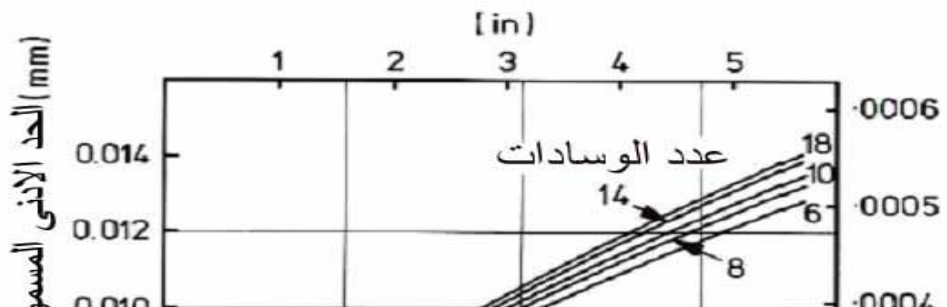
الشكل (6) مخطط انسيابي لحل معادلة رينولدز الخاصة بالمسند ذو اربع وسائد



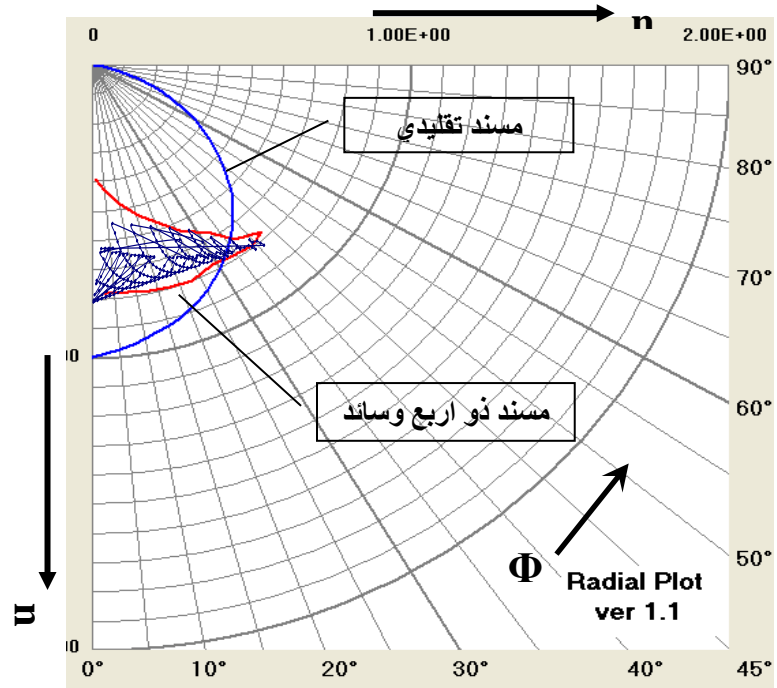


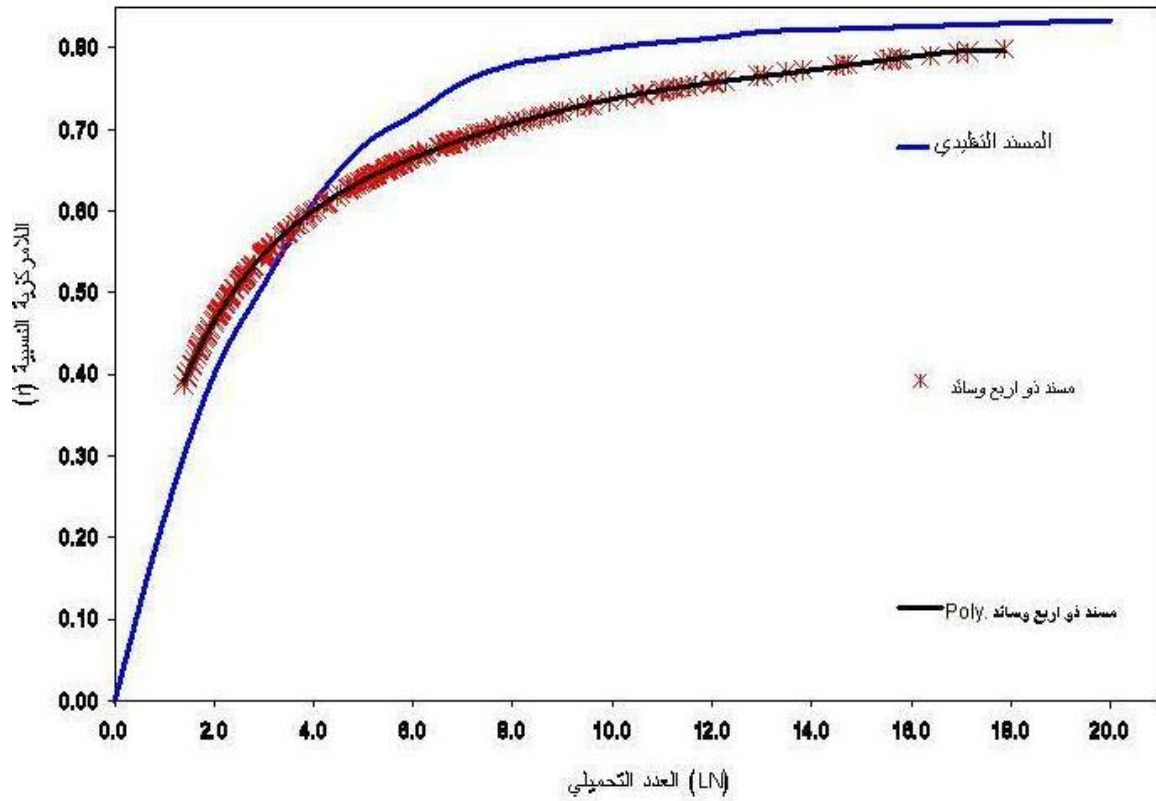
39

الشكل (8) يوضح علاقة (الحمل اللابعدي - قوة الاحتكاك اللابعدي) بين كرسي تحميل ذو اربع وسائد واخر ذو ثمان وسائد^[1]

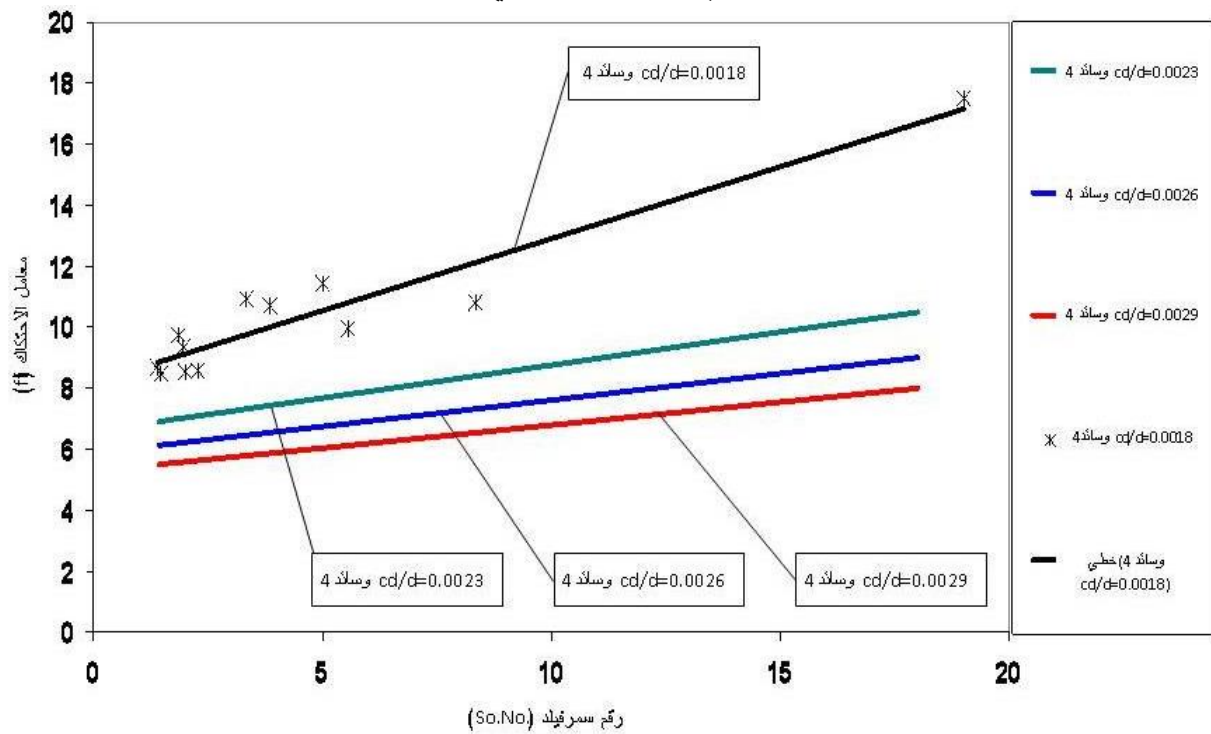


شكل (9) يوضح تأثير عدد الوسائد على مقدار سمك طبقة الزيت

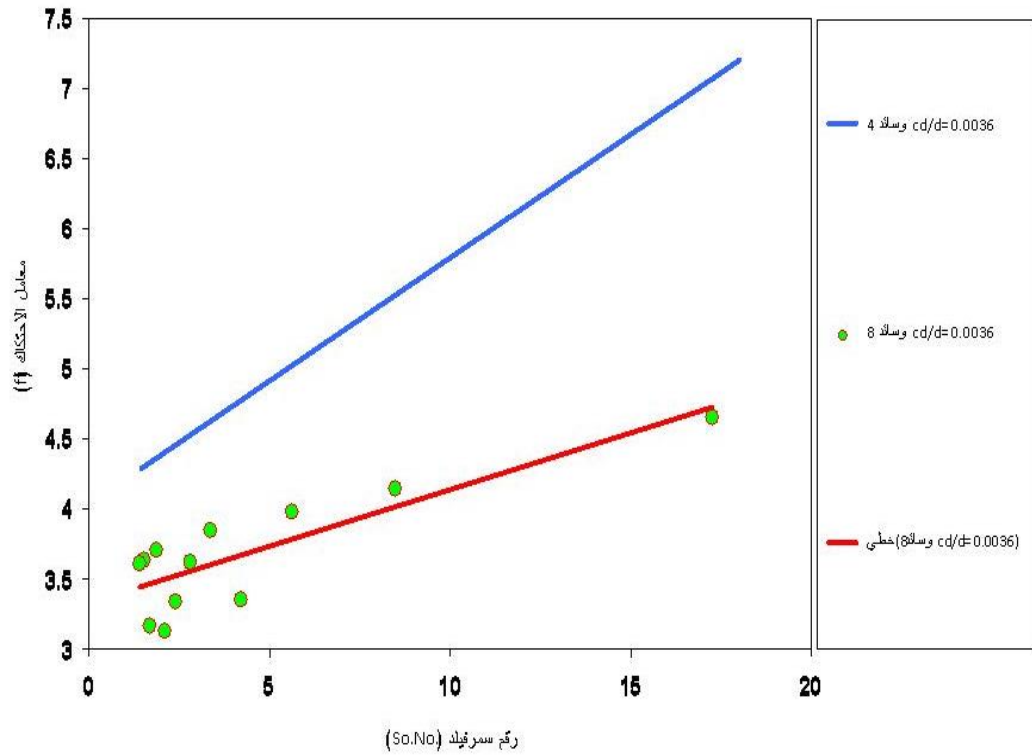




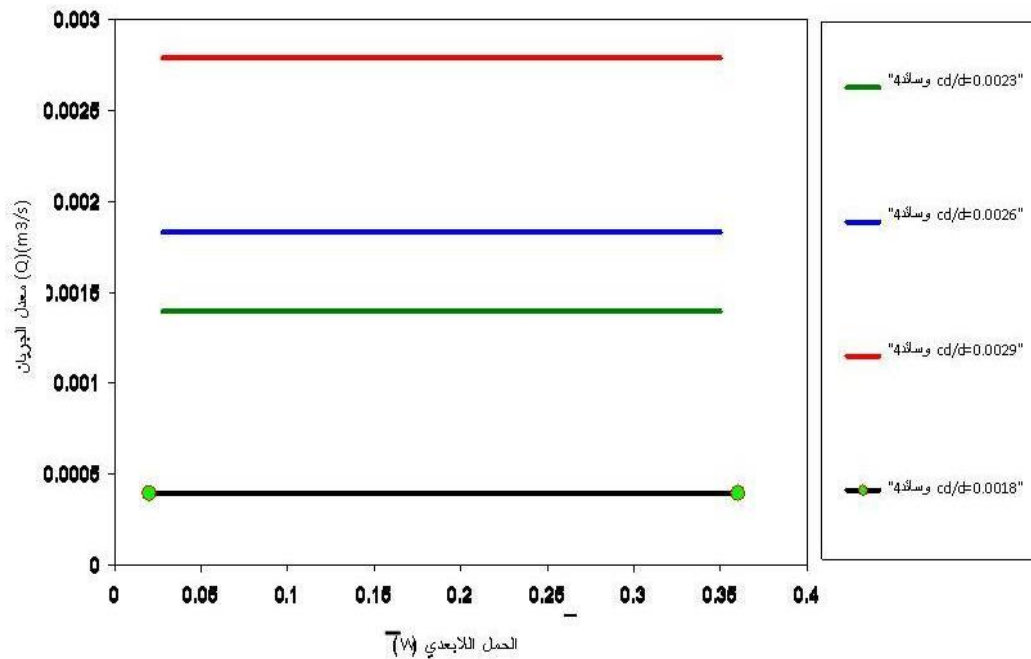
الشكل (11) يوضح علاقة (العدد التحميلي - اللامركزية النسبية) بين كرسي تحميل ذو اربع وسائد وآخر تقليدي [8]



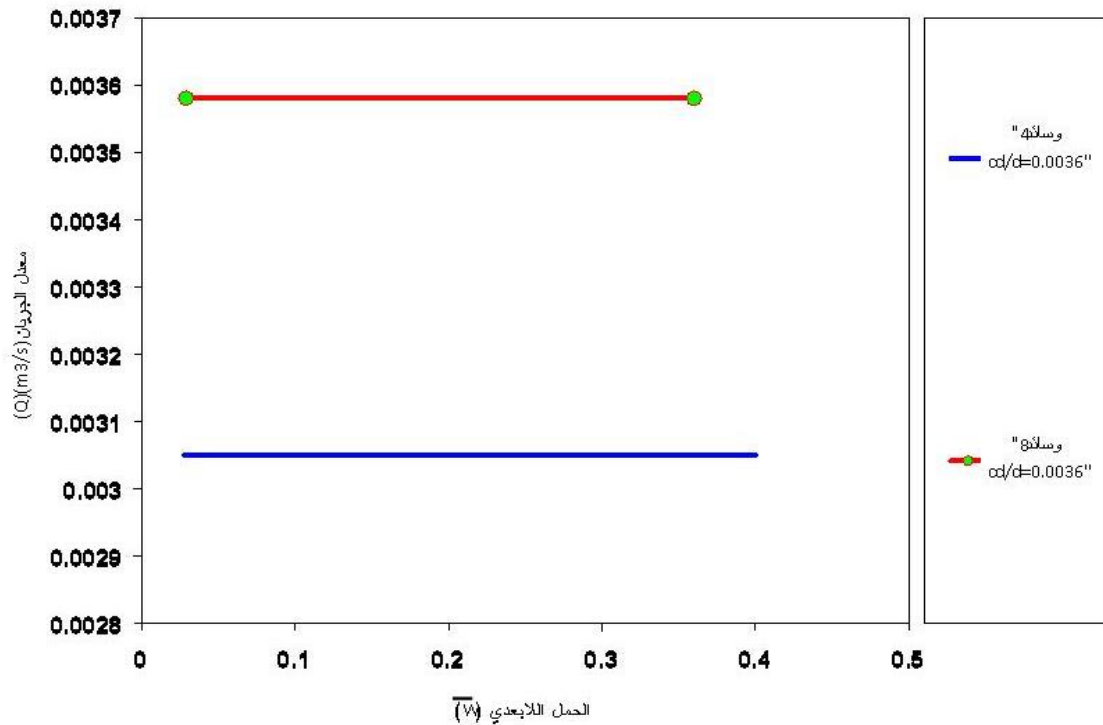
الشكل (12) يوضح علاقة (رقم سمرفيد - معامل الاحتكاك) بين كرسي تحميل ذو اربع وسائد وآخر تقليدي [1]



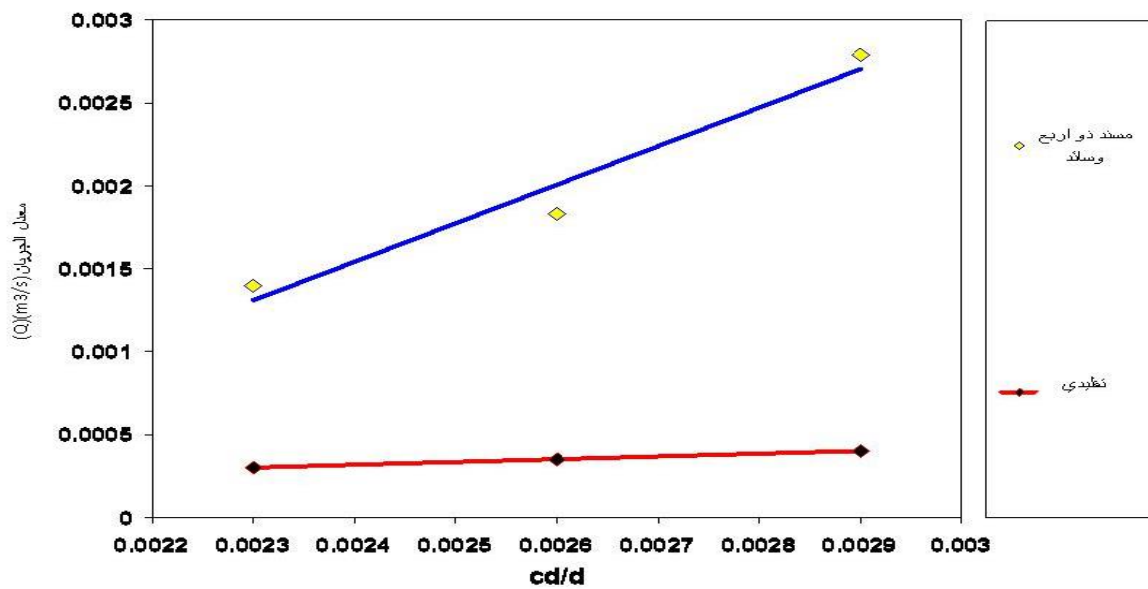
الشكل (13) يوضح علاقة (رقم سمرفيلد - معامل الاحتكاك) بين كرسي تحميل ذو اربع وسائد و كرسي تحميل ذو ثمان وسائد [1]



شكل (14) يوضح العلاقة ما بين (معدل الجريان - الحمل اللابعدي) لكرسي تحميل ذو اربع وسائد واخر تقليدي [1]



شكل (15) يوضح علاقة (معدل الجريان - الحمل اللابعدي) لكروسي تحميل ذو اربع وسائد مع كروسي تحميل ذو ثمان وسائد [1]



شكل (16) يوضح علاقة (معدل الجريان - cd/d) لكروسي تحميل ذو اربع وسائد مع كروسي تحميل تقليدي [9]