

## **Determining How Low the Performance of The Pavement Layers of Runway and Studying Maintenance Is. (Lattakia International Airport Is an example)**

**Dr. Adel Deeb\***

**(Received 24 / 6 / 2022. Accepted 18 / 9 / 2022)**

### **□ ABSTRACT □**

The airports sector is concerned with the management, operation and maintenance of airports to ensure the smoothness of passenger and aircraft traffic and to ensure the security and safety of air operations, in addition to developing commercial services, to bring them to global best practices, for the development of the air transport market, which helps to develop financial resources from its navigational and non-navigational sources.

Airport is the take-off and arrival facility for passenger or cargo aircraft, it is located on flat ground containing routes, facilities and services for the movement of aircraft, in addition to providing fuel and maintenance, the runway must therefore feature special specifications commensurate with the size and type of aircraft using the airport.

Runway are supplied by high flexible factors of pavement layers to be able to resist the loads which they expose to and this because of the repeated taking off and landing of aircrafts. Because of the frequent loads and climate conditions , flexible asphalt layers as well as solid concrete pavement layers expose for cracks and distortions which causes allow performance of the pavement layers and this demands taking essential requirements for raising the performance in order to be able to do its role well , and also putting a methodology to develop the performance by raising the classification number of the runway , so that they can receive the high loads aircrafts during the investment period of the airport .

After conducting field and laboratory investigations for airport pavement layers, studies have found the runway of the airport needs more strength in order to raise its performance level to be able to receive all kinds of civil aircrafts in the reconstruction stage of our country.

**Keywords:** Airport pavement layers – Pavement classification number PCN – Runway.

---

\* Associate Professor - Department of Transportation and communication engineering - Faculty of Civil Engineering - Tishreen University – Lattakia – Syria.

## تحديد مدى انخفاض أداء طبقات رصف مهابط المطارات ودراسة حاجة المهابط للصيانة (نموذج مطار اللاذقية الدولي)

د. عادل ديب\*

(تاريخ الإيداع 24 / 6 / 2022. قُبِلَ للنشر في 18 / 9 / 2022)

### □ ملخص □

يعنى قطاع المطارات بإدارة وتشغيل وصيانة المطارات لتأمين انسيابية حركة الركاب والطائرات ولضمان أمن وسلامة العمليات الجوية، بالإضافة الى تطوير الخدمات التجارية، للوصول بها الى أفضل الممارسات العالمية، من أجل تنمية سوق النقل الجوي، مما يساعد على تنمية الموارد المالية من مصادرها الملاحية وغير الملاحية. المطار هو مرفق إقلاع ووصول طائرات الركاب أو البضائع، وهو محطة تقع في أرض مسطحة تحتوي على مسارات ومرافق وخدمات لحركة الطائرات، بالإضافة إلى توفير الوقود والصيانة، وبالتالي فإن مدرج الهبوط يجب أن يتميز بمواصفات خاصة تتناسب مع حجم ونوع الطائرات التي تستخدم المطار.

تزود مهابط المطارات بطبقات رصف ذات معاملات مرونة عالية، لتكون قادرة على مقاومة الحمولات التي تتعرض لها نتيجة الإقلاع والهبوط المتكرر للطائرات، حيث أن طبقات الرصف المرنة الاسفلتية والصلبة البيتونية، تتعرض نتيجة الأحمال المتكررة والظروف المناخية، لتشوهات وتشققات، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى أدائها، وهذا يستوجب اتخاذ الإجراءات الضرورية لرفع مستوى هذا الأداء، لتتمكن من القيام بدورها بشكل جيد، ووضع منهجية لرفع هذا المستوى، عن طريق زيادة الرقم التصنيفي للمهبط، حتى يتمكن المطار من استقبال الطائرات ذات الحمولات الكبيرة خلال فترة استثمار المهبط.

توصلت الدراسة بعد إجراء التحريات الحقلية والمخبرية لطبقات رصف المطار، إلى حاجة مهبط المطار للتقوية وذلك لرفع سوية أداء المهبط، ليستطيع استقبال جميع أنواع الطائرات الحديثة في مرحلة إعادة إعمار سورية.

**الكلمات المفتاحية:** المطار - طبقات رصف المطار - رقم تصنيف الرصف. PCN.

\* أستاذ مساعد - قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## مقدمة:

تزداد مهابط المطارات بطبقات رصف ذات معاملات مرونة عالية، لتكون قادرة على مقاومة الحمولات التي تتعرض لها نتيجة الإقلاع والهبوط المتكرر للطائرات، حيث تتعرض طبقات الرصف المرنة الاسفلتية والصلبة البيتونية، نتيجة الأحمال المتكررة والظروف المناخية، إلى تشوهات وتشققات، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى أدائها، وهذا يستوجب اتخاذ الإجراءات الضرورية لرفع مستوى هذا الأداء، لتتمكن من القيام بدورها بشكل جيد، ومن وضع منهجية لرفع هذا المستوى عن طريق زيادة الرقم التصنيفي للمهبط، حتى يتمكن المطار من استقبال الطائرات ذات الحمولات الكبيرة خلال فترة استثمار المهبط.

## أهمية البحث ومواده:

### إشكالية البحث:

نظراً للظروف الحالية التي تشهدها سورية، وخاصةً مطار اللاذقية الدولي، لجهة استقباله للطائرات الكبيرة (IL86) وبسبب وجود تشققات في طبقات الرصف الاسفلتية نتيجة العوامل المناخية، فقد برزت أهمية وضرورة معرفة مدى انخفاض أداء طبقات الرصف، لتتمكن من رفع مستوى الأداء، عن طريق زيادة الرقم التصنيفي للمهبط.

### أهداف البحث:

يمكن تلخيص أهداف البحث بما يلي:

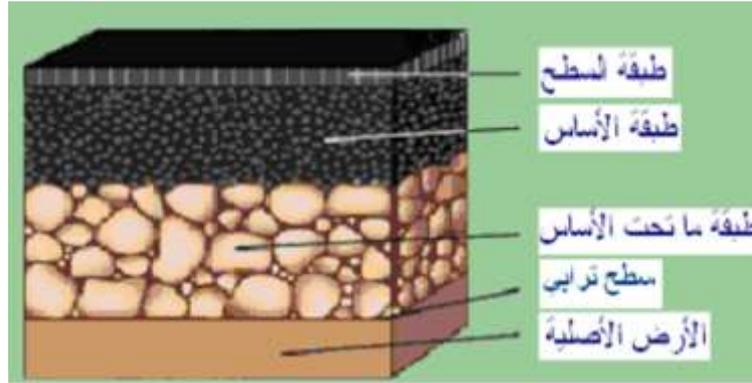
1. تحديد مدى انخفاض مستوى الأداء لطبقات الرصف.
2. وضع خطة منهجية للصيانة تؤدي لرفع مستوى الأداء عن طريق زيادة الرقم التصنيفي للمهبط حتى يتمكن من استقبال الطائرات الكبيرة (400 - B747 - A380) برقم تصنيفي للمهبط - ن 0-400-B747-400.

## طرائق البحث ومواده:

تعمل طبقات الرصف على توزيع الحمولات التي يتعرض لها السطح، مما يساهم في تخفيض شدة الاجهادات، كما تلعب الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المستخدمة في طبقات الرصف دوراً أساسياً في ذلك. وتبعاً للسلوكية الإنشائية لطبقات الرصف، فإنها تقسم إلى:

### 1- الرصف الإسفلتي Flexible Pavement:

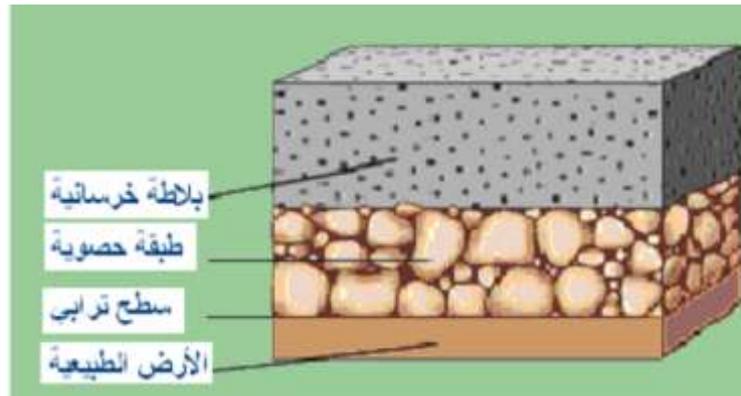
وهو الرصف الأكثر استخداماً، حيث تتكون طبقاته السطحية من البيتون الإسفلتي، أما طبقتنا الأساس وما تحت الأساس، فإنها تتكون من مواد غير معالجة كالبحص المكسر، أو من خليط من البحص والرمل أو من مواد معالجة بأحد الروابط الإسفلتية. ويتميز الرصف الإسفلتي بأن التشوهات التي تحصل في تربة المسار، يمكن أن تؤثر بشكل سلبي على الطبقة الإسفلتية، والتي تتميز بالأصل بمقاومة ضعيفة على الانعطاف. والشكل (1) يبين المقطع النموذجي لطبقات الرصف الإسفلتي. [1]



الشكل (1): مقطع نمذجي في الرصف الاسفلتي

## 2- الرصف الصلب:

يطلق الرصف الصلب على الرصف الذي تكون طبقاته السطحية من البيتون العادي أو من البيتون المسلح أو البيتون مسبق الإجهاد، وتتراوح سماكتها بين (25-35 cm)، حيث تصب مباشرة على سطح الأرض فوق طبقة الأساس، كما يمتاز الرصف الصلب بمقاومته العالية على الضغط والانعطاف، ويبين الشكل (2) المقطع النمذجي لطبقات الرصف الصلب.



الشكل (2): مقطع نمذجي في الرصف الصلب

يستخدم الرصف الصلب في بداية ونهاية المهبط الرئيسي، وذلك لقدرته على تحمل الحرارة العالية أثناء إقلاع الطائرة وأثناء هبوطها، ويستخدم في ساحة وقوف الطائرة لمقاومته للعوامل الغازية المختلفة.

## 3- الرصف المختلط Semi Rigid Pavement

ويسمى أيضاً الرصف نصف الصلب، لأنه من الناحية الإنشائية تكون سلوكيته موزعة بين الرصف الصلب والرصف الاسفلتي، وغالباً ما نشاهده في مهابط المطارات التي نلجأ إلى تطويرها، لرفع الرقم التصنيفي للمهبط، وهذا النوع من الرصف يساعد في التخفيف والتقليل من سرعة وصول التشوهات التي تحدث في تربة المسار إلى الطبقة السطحية.

### تقييم أداء طبقات الرصف:

لقد تطور نظام رصف المطارات بشكل كبير، بحيث يلبي احتياجات تطور صناعة النقل الجوي، لكن الزيادة المطردة في حمولة الطائرات الحديثة، بالإضافة إلى المتغيرات البيئية، تلعب دوراً كبيراً في زيادة التشوهات والتشققات لطبقة الرصف السطحية، مما يفرض على المهندس الإلمام الكامل بحالة الرصف، بهدف إعداد برامج الصيانة والتأهيل، لرفع المقدرة التشغيلية والاستثمارية للمهبط والمطار.

إن الهدف الرئيسي من تقييم الرصف هو رصد مستوى الأداء للمهبط تحت الخدمة، وذلك من حيث المقدرة على تلبية المتطلبات الإنشائية، ومن حيث تحقيق شروط الراحة والأمان، واعتماداً على نتائج التقييم، فإننا نقوم ببرمجة عمليات الصيانة أو إضافة طبقات تقوية لطبقات الرصف. يمكن وضع طرق التقييم ضمن مجموعتين أساسيتين:

• **التقييم الإنشائي للرصف.**

• **تقييم الشروط السطحية والوظيفية للرصف. [2]**

**التقييم الإنشائي للرصف:**

إن الأسلوب المستخدم في تقييم الأداء الإنشائي للرصف، هو قياس درجة هبوط (Deflection) طبقات الرصف، تحت تأثير حمولات ضاغطة ماثلة لحمولات دواليب الطائرات المور من ناحية القيمة وقدرة التحميل، وكلما زادت درجة الهبوط فإن الرصف يعتبر ضعيفاً من الناحية الإنشائية، ويمكن تقدير العمر الزمني المتبقي للرصف من خلال برامج إحصائية (statistical Motels)، حيث يعتمد على معلومات تاريخية عن مستوى أدائه خلال السنوات الماضية، وعن مسار ومراحل تدني الاستخدام حتى الوضع القائم. [3]

هناك طريقتان لتقييم أداء طبقات الرصف إنشائياً: الطريقة الإتلافية (Distractive Testing)، حيث يتم أخذ عينات من الرصف واختبارها، أو يتم إجراء الفحص ميدانياً وبدون عينات، وهذا ما يعرف بالطريقة اللاتلافية (Non Distractive Testing). [4]

**الطرق الإتلافية:** حيث تؤخذ عينات اسطوانية الشكل أو على شكل بلاطات لعمل الاختبارات التالية:

(1) معامل المرونة المرجعية.

(2) مقاومة الشد.

(3) قياس قوة الضغط للعينات المستخرجة.

**الطريقة اللاتلافية:**

يعتمد تقييم طبقات الرصف الإنشائي على فكرة تحميل الطبقة المراد اختبارها، ومن ثم تحديد هبوط تلك الطبقة، ويكون الاختلاف في طرق قياس الهبوطات بحسب طبيعة التحميل، فهي تقسم إلى تحميل ساكن، وإلى تحميل ديناميكي، والذي يتم فيه استخدام نوعين من الأجهزة (FWD) و (HWD)، وتبين الأشكال (3) و(4) كل من أجهزة التحميل الساكن والديناميكي. [4]

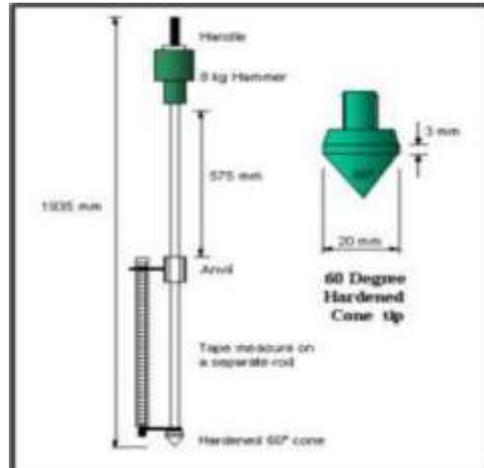




الشكل (4): أجهزة التحميل الديناميكي

استخدم جهاز مخروط الاختراق الديناميكي (Dynamic Cone Penetrometer) DCP لإجراء التحريات الحقلية، حيث يستخدم هذا الجهاز في أعمال الرصف بسبب حجمه الصغير وسهولة استعماله، بالإضافة إلى تكلفة تشغيله المقبولة، ويمكن تحليل نتائج الاختبار بسرعة عن طريق إجراء تجربة بسيطة نسبياً، والتي يتم ربطها مع عدد من المقاييس المعروفة مثل الـ CBR. [5]

يقوم هذا الجهاز بقياس ممانعة التربة للاختراق بواسطة تطبيق حمولات صدم متزايدة، مطبقة بواسطة حمل ساقط من ارتفاع معين، وزن هذا المخروط (8Kg) من مسافة (575mm)، ويتم قياس مقدار الاختراق بعد كل ضربة، وذلك من أجل تأمين قياسات مستمرة لمقاومة التربة على القص، وذلك حتى مسافة 5m تحت سطح الرصف. ويبين الشكل (5) جهاز مخروط الاختراق الديناميكي.



الشكل (5): جهاز الاختراق الديناميكي (DCP) [5]

تفضل الطرق اللاتلافية لأنها تتميز بالسهولة والسرعة وعدم الاضرار لعرقلة الحركة الجوية.

### التقييم الوظيفي لأداء طبقات الرصف:

يهتم الأداء الوظيفي لطبقات الرصف بشكل أساسي بجودة القيادة وقوام سطح الرصف، ويتمثل بإمكانية مرور الطائرات بشكل آمن ومريح، وتعنتي أنظمة صيانة الرصف بتقييم أداء الرصف الوظيفي، وذلك بحصر العيوب السطحية، وإعطاء تقييم شامل يعكس مدى انسياب حركة الطائرات على الرصف.

### التحريات الحقلية والمخبرية:

يبلغ طول مهبط مطار اللاذقية (2800m) وبعرض (45m)، المقاومة الانشائية لطبقات الرصف الحالية متوسطة، حيث أن طبقة المجبول الاسفلتي تحوي بعض التشققات والتموجات، وهناك مناطق غير مستوية تماماً في السطح، وخاصةً عند الأطراف، وتتطلب إعادة التأهيل تحديد بعض العوامل التالية:

❖ تحديد الخواص الجيوتكنيكية اترية الاستناد الطبيعية.

❖ المقاومة الانشائية لطبقات الرصف الحالية.

❖ تواتر الحركة الجوية السنوية.

مع اقتراح الحلول والسماكات المطلوبة، بما يتوافق مع توصيات المنظمة العالمية للطيران المدني (ICAO)، ولتحقق من المقاومة الانشائية لتصميم طبقة التقوية، فقد تم تطبيق نظرية المرونة على طبقات الرصف الحالية، وذلك لتحديد السهم المتولد ضمن تربة الاستناد، ومن ثم حساب إجهادات الشد أسفل طبقة الاسفلت للطبقة الداعمة، بحيث تكون ضمن الحدود المسموحة. كما أنه سوف يتم تحديد رقم تصنيف الرصف (PCN)، بجيت يكون مساوياً أو أكبر من رقم تصنيف الطائرة التصميمية (ACN) المعتمدة للمطار. [6]

$$PCN \geq ACN$$

من أجل الكشف على طبقات الرصف القديمة وتربة الموقع، فقد تم توزيع (18) سبراً على كامل طول المهبط من الرقم (AB1 – AB18)، وقد تم توضيح مواقع السبور في الشكل (6).



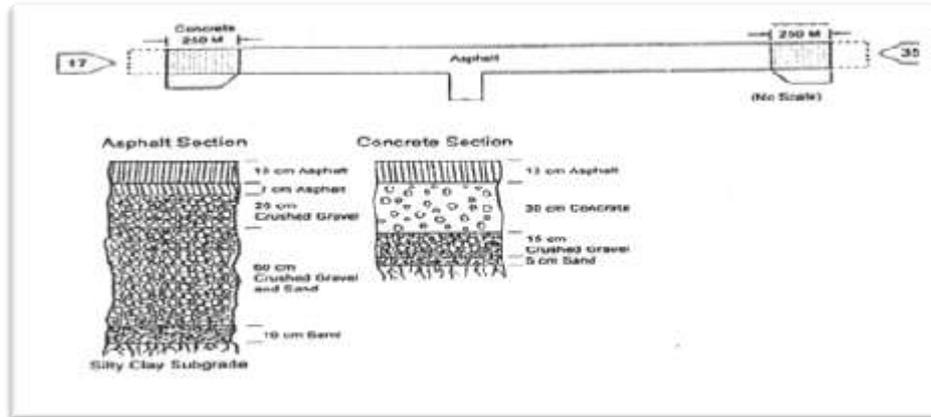
الشكل (6): مواقع السبور لمهبط مطار اللاذقية الدولي

يوضح الجدول (1) من أعمال السبر التي أجريت بألة السبر الدورانية، طبقات الرصف الحالية والمواصفات الفنية والهندسية لمكونات هذه الطبقات.

جدول (1): المواصفات الفنية والهندسية لمكونات طبقات الرصف

طبقة الرصف	معامل المرونة Kg/cm <sup>2</sup>	عامل بواسون	السماكة cm
ASPHALT SURFACE	14060	0.35	13
ASPHALT	4920	0.35	7
CRUSHED GRAVEL	4218	0.4	20
CRUSHED GRAVEL	4218	0.4	60
SAND	2109	0.4	10
subgrade	455	0.49	Semi-infinite

كما يوضح الشكل (7) مقطعاً في طبقات الرصف في بداية ونهاية المهبط من جهة، وفي المنطقة الوسطى من المهبط، أما طبقة الأساس وما تحت الأساس، وباعتبار أنها مكونة من مزيج حصوي رملي مع بعض العناصر الداعمة، فهي مفككة وضعيفة التماسك، ولا يمكن الحصول منها على عينات سليمة الهيكل، لذا فقد تم تحديد مقاومتها الإنشائية بالاعتماد على الطرق اللاإتلافية (NDT)، وذلك باستخدام جهاز الاختراق الديناميكي (DCP).



الشكل (7): مقطع في طبقات الرصف للمهبط يوضح الرصف الصلب في بداية، ونهاية المهبط، والرصف المر في منتصف المهبط

### التحريات المخبرية:

#### • بالنسبة لتربة الاستناد:

بعد التصنيف البصري للعينات، (وضعت العينات ذات الخواص المتشابهة ضمن مجموعات)، ونفذ عليها مجموعة من التجارب، شملت تجارب التصنيف (التركيب الحبي - حدود أتبرغ - حساب دليل المجموعات - ....)، وبعض الخواص الفيزيائية اللازمة (وزن واحدة الحجم الرطب والجاف، الوزن النوعي)، وبعض الخواص الميكانيكية اللازمة، (القصر المباشر - الضغط غير المحصور - CBR - ....)، وبين الجدول (2) نتائج التجارب المخبرية.

جدول (2): النتائج المخبرية لتربة الاستناد

18+17+16	15+14+13	12+11+10	9+8+7	6+5+4	1+2+3	رقم السبر
125	125	125	125	125	125	عمق العينة (سم)
حمراء غضارية عالية اللدونة						نوع العينة
عينات سليمة الهيكل						حالة العينة
1.90	1.83	1.79	1.81	1.84	1.91	الوزن الحجمي الكلي t/m <sup>3</sup>
23.0	18.1	15.3	18.9	20.4	20.8	نسبة الرطوبة %
1.54	1.55	1.55	1.52	1.53	1.58	الوزن الحجمي الجاف t/m <sup>3</sup>
2.72	2.71	2.71	2.96	2.71	2.69	الوزن النوعي
75.9	74.7	74.4	76.6	77.2	70.0	نسبة الفراغ e%
43.2	42.8	42.7	43.4	43.6	41.2	المسامية n%
82.4	65.6	55.7	66.4	71.6	79.9	درجة الإشباع Sr%
7	10	8	8	7.5	10.5	زاوية الاحتكاك (درجة)
0.25	0.17	0.2	0.17	0.15	0.18	التماسك kg/cm <sup>2</sup>
1.2	1.6	1.5	1.2	1.3	1.7	الضغط البسيط kg/cm <sup>2</sup>
80	100	100	100	110	115	عامل المرونة kg/cm <sup>2</sup>
58	55	56	58	58	53	نسبة المار من المنخل N200%
53	48	52	55	51	49	حد السيولة LL%
28	28	26	24	25	27	حد اللدونة PL%
25	20	26	31	26	22	دليل اللدونة PI%
12.1	8.8	11.9	14.3	12.3	9	دليل المجموعات (GI)
3.4	4.8	3.5	2.7	3.3	4.5	CBR%
A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	A7-6	تصنيف (AASHTO)

وقد تبين من النتائج أن تربة الاستناد هي حسب تصنيف (AASHTO) عبارة عن (A7-6)، وحسب تصنيف المؤسسة الفيدرالية الأمريكية (FAA)، فإنها تقترب في سلوكيتها نحو المجموعتين (E-10، E-8)، أي أنها تميل في سلوكيتها نحو الترب الغضارية السيلتية ذات اللدونة العالية، وبالتالي ذات خواص جيوتكنيكية ضعيفة جداً، مما يفرض علينا تأمين تصريف جيد. وللمحافظة على ثبات المحتوى المائي، وبالتالي على ثبات تربة الاستناد، من أجل تحديد

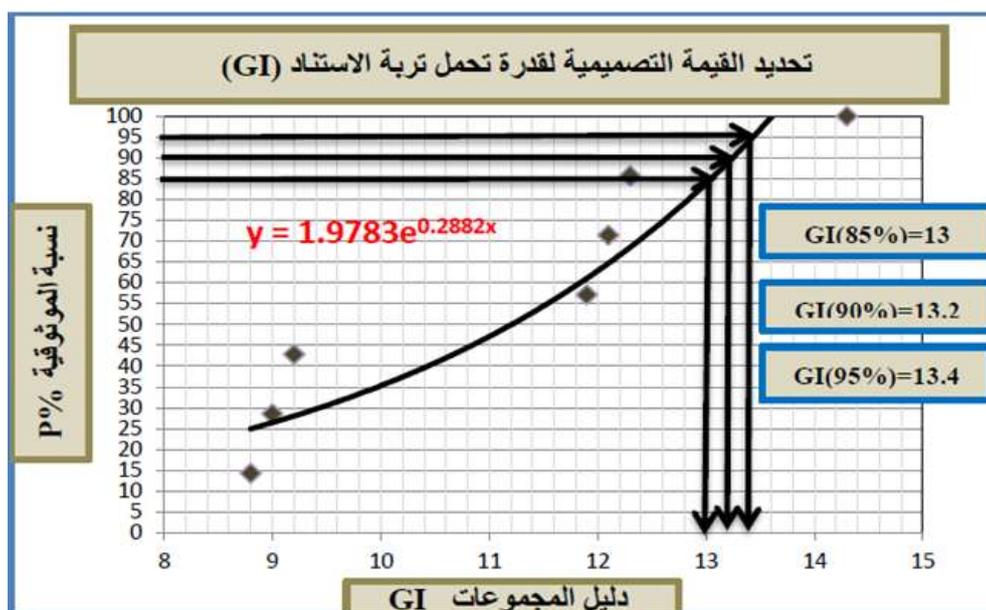
قدرة التحمل التصميمية، [ أي دليل المجموعات (GI)، ونسبة التحميل الكاليفورنية ( CBR ) ]، فقد تم معالجة النتائج وفق نظريات الاحتمال.

أُخذت القيم العائدة لنسب الموثوقية % (95-90-85)  $P=$ ، حيث تم حساب قيمة  $P\%$  بترتيب قيم GI و CBR ترتيباً تنازلياً، وتم إعطاء رقم لكل قيمة بدءاً من الرقم (1) للقيمة الأدنى حتى الرقم (6) للقيمة الأعلى، ومن ثم تحسب  $P\%$  بتقسيم كل رقم على العدد الكلي، وتضرب بـ 100 للحصول على نسبة مئوية. يبين الجدول (3) قيم (GI، CBR) مع قيم نسبة الموثوقية ( $P\%$ ).

جدول (3): قيم (GI، CBR،  $P\%$ ) لتربة الاستناد للمهبط

رقم السبر	GI	CBR	$P\%$
13+14+15	8.8	4.8	14.3
1+2+3	9	4.5	28.6
10+11+12	11.9	3.5	57.1
16+17	12.1	3.4	71.4
4+5+6	12.3	3.3	85.7
7+8+9	14.3	2.7	100

من الجدول السابق، نلاحظ أن أعلى قيمة ( $GI=14.3$ ) عند كل من السبور (9،8،7)، والذي يوافق نسبة موثوقية (100%)، وأدنى قيمة ( $GI=8.8$ ) عند كل من السبور (16،15،14)، والذي يوافق نسبة موثوقية (14.3%). وبالمقابل فإن أعلى قيمة لـ ( $CBR=4.8$ ) عند كل من السبور (16،15،14)، والذي يوافق نسبة موثوقية (14.3%)، وأدنى قيمة ( $CBR=2.7$ ) عند السبور (9،8،7)، والذي يوافق نسبة موثوقية (100%). يبين الشكل (8) تحديد القيمة التصميمية لقدرة تحمل تربة الاستناد (GI)، من أجل نسب الموثوقية % (95،90،85)  $P=$ .

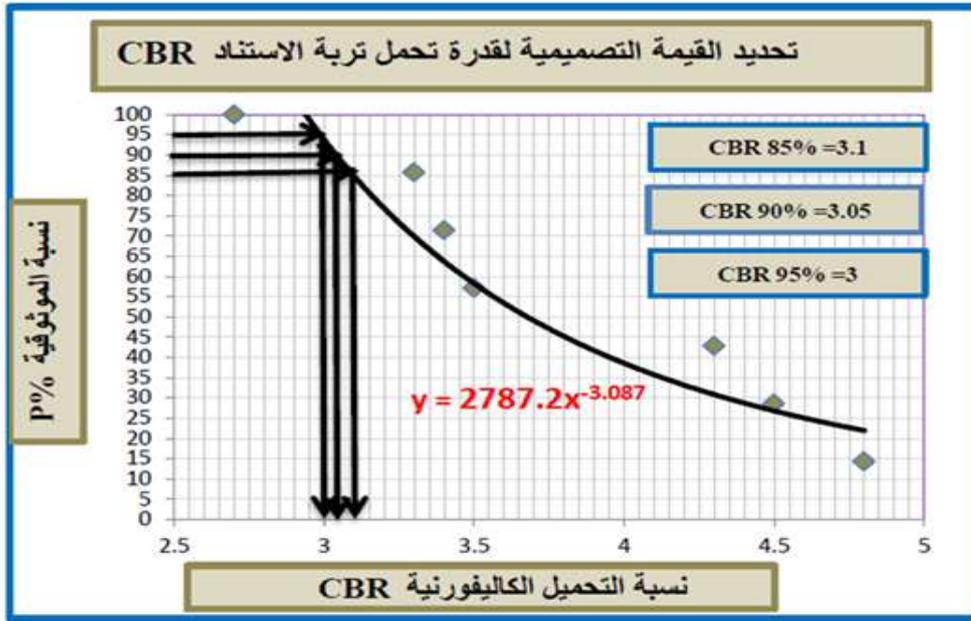


الشكل (8): تحديد القيمة التصميمية لقدرة تحمل تربة الاستناد (GI)

يتبين من المنحني أن نسبة الموثوقية تتناسب طردياً مع قيمة دليل المجموعات (GI)، كما نلاحظ أن قيم GI، والتي هي على التوالي (13.4 ، 13.2 ، 13) عند نسب الموثوقية % (95 ، 90 ، 85)، لا تسبب تغيرات واضحة في قيمة GI. كما يمكن استنتاج المعادلة التالية من المنحني، والتي تربط نسب الموثوقية (P) مع دليل المجموعات (GI).

$$P = 1.9783 * e^{0.2882*GI}$$

ويبين الشكل (9) تحديد القيمة التصميمية لقدرة تحمل تربة الاستناد (CBR)، من أجل نسب الموثوقية P = (95,90,85) %.



الشكل (9): تحديد القيمة التصميمية لقدرة تحمل تربة الاستناد (CBR)

يتبين من المنحني السابق، أن هناك تناسب عكسي بين نسب الموثوقية P% وبين قيمة (CBR)، فكلما زادت نسبة الموثوقية، كلما تناقصت قيمة CBR، كما نلاحظ أنه وعند نسبة الموثوقية % (95 ، 90 ، 85)، فإن قيمة CBR الناتجة هي على التوالي (3.1 ، 3.05 ، 3) لا تسبب تغيرات واضحة في قيمة CBR، ومن المنحنيات السابقة يمكن استنتاج المعادلة التالية، التي تربط نسبة الموثوقية (P) مع قدرة تحمل تربة الاستناد CBR.

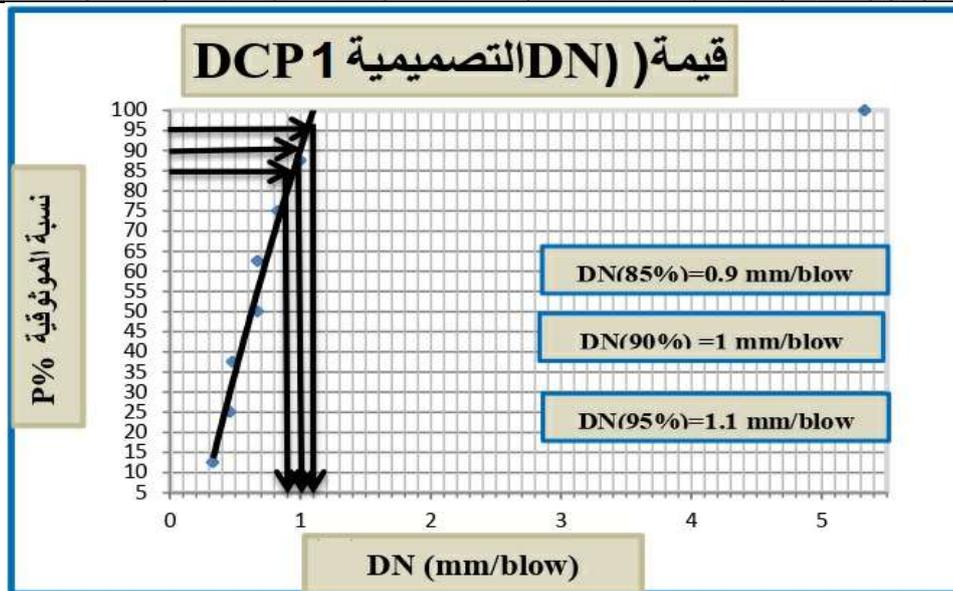
$$P = 2787.2 * CBR^{-3.087}$$

#### • بالنسبة للمهبط:

يتم تحديد قيم CBR للسطح في المهبط، بالاعتماد على قيم (DCP Number) DN، الناتجة من تجربة جهاز مخروط الاختراق الديناميكي. ويبين الجدول (4) والشكل (10)، نتائج التجربة D.C.P للسطح رقم (1) وتحديد قيمة DN التصميمية من أجل نسب الموثوقية P = (95,90,85) %.

جدول (4): نتائج تجربة D.C.P للسبر رقم (1)

تجربة D.C.P									
رقم السبر	(N) عدد الطرقات	العمق (cm)	Ri(mm)	Rf(mm)	$\Delta R=R_i-R_f$	$(\Delta R/N)=DN$	نسبة الموثوقية P%		
							DN	الترتيب	P%
1	3	45	545	561	16	5.33	0.33	1	(1/8)*100=12.5
	6		561	565	4	0.67	0.46	2	(2/8)*100=25
	9		565	568	3	0.33	0.48	3	(3/8)*100=37.5
	12		568	578	10	0.83	0.67	4	(4/8)*100=50
	15		578	593	15	1.00	0.67	5	(5/8)*100=62.5
	18		593	605	12	0.67	0.83	6	(6/8)*100=75
	21		605	615	10	0.48	1	7	(7/8)*100=87.5
	24		615	626	11	0.46	5.33	8	(8/8)*100=100



الشكل (10): تحديد قيمة (DN) التصميمية للسبر (1) من أجل % (90,90,85) P =

يبين الشكل السابق أن قيم DN تتزايد بتزايد نسبة الموثوقية، حيث أن قيم (1.1,1.09) DN= عند نسب موثوقية P = % (95,90,85) على التوالي، كما يلخص الجدول (5) قيم DN الحقلية لبقية السبر على طول المهبط، من أجل نسب الموثوقية P= % (95,90,85).

جدول (5): تحديد قيم DN من أجل نسب الموثوقية % (95,90,85) P=

رقم السبر	P (85) % DN (mm/blow)	P (90) % DN (mm/blow)	P (95) % DN (mm/blow)
1	0.9	1	1.1
2	4.2	4.6	5.4
3	3.4	3.9	4.4
4	3	3.4	3.8
5	0.9	1	1.1
6	1.45	1.6	1.8
7	3.45	4	4.4
8	2.5	2.8	3.1
9	5.2	5.8	6.2
10	3.3	3.5	3.7

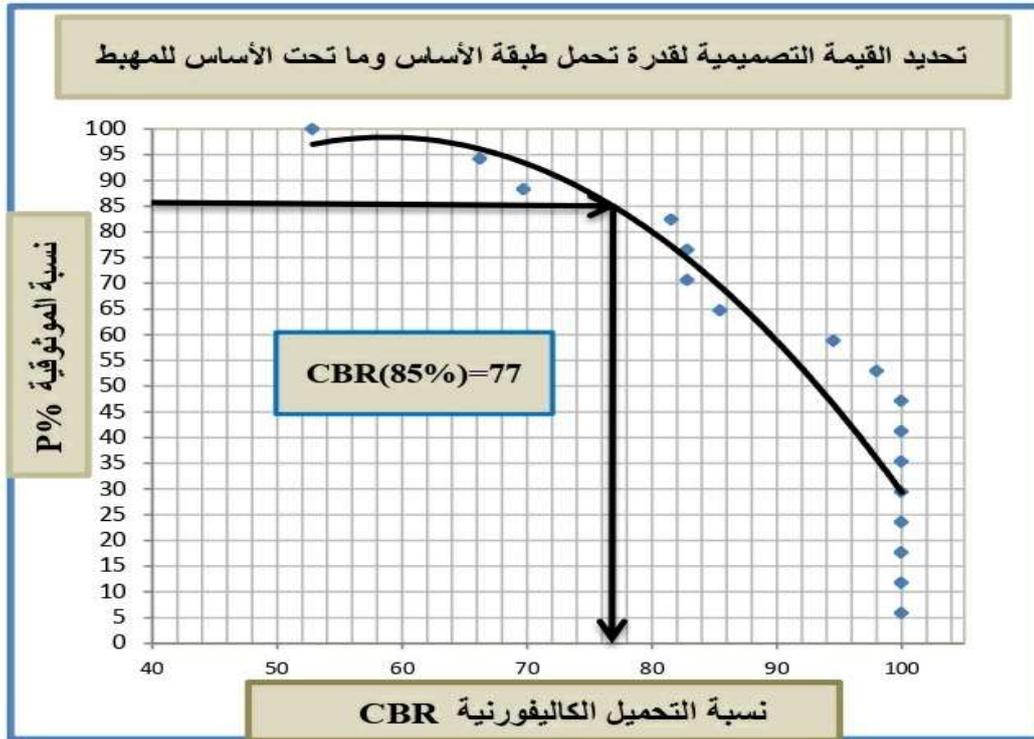
3.2	3	2.8	11
1.7	1.6	1.4	12
4	3.8	3.4	13
5.1	4.6	4	14
1.7	1.6	1.5	15
2.25	2	1.85	16
2.3	2.1	2	17
3.8	3.3	2.9	18

ثم تم حساب قيمة CBR (قدرة تحمل طبقات الأساس) للسبور السابقة، باعتماد نسب الموثوقية % (95,90,85)، P= وبيين الجدول (6) تحديد قيم (CBR) في المهبط باعتماد نسبة الموثوقية % (85) .P=

جدول (6): تحديد قيم (CBR) في المهبط باعتماد نسبة الموثوقية % (85) P=

CBR	Log10(CBR)	DN (85) % (mm/blow)	السماكة (mm)	القراءة الأخيرة (Rf)	القراءة الأولى (Ri)	العمق	رقم السبر
100	2.52	0.9	81	545	626	45	1
66.3	1.82	4.2	370	315	685	30	2
82.8	1.91	3.4	247	656	903	45	3
94.6	1.97	3	242	796	1038	50	4
100	2.52	0.9	148	741	889	55	5
100	2.30	1.45	228	670	898	50	6
81.6	1.91	3.45	276	663	939	55	7
100	2.05	2.5	314	690	1004	30	8
52.9	1.72	5.2	673	232	905	35	9
85.5	1.93	3.3	500	450	950	45	10
100	2.00	2.8	445	435	880	55	11
69	1.29	1.3	789	145	934	55	12
82.8	1.91	3.4	602	293	895	50	13
69.8	1.84	4	313	550	863	50	14
100	2.29	1.5	312	559	871	50	15
100	2.197	1.85	445	436	881	50	16
100	2.161	2	677	165	842	70	17
98	1.99	2.9	222	673	895	50	18

وبالتالي فإن قيمة CBR التصميمية لقدرة تحمل المهبط (CBR = 77%)، من أجل نسبة الموثوقية P=85% كما في الشكل (11).



الشكل (11): تحديد قيمة CBR للمهبط من أجل  $P = 85\%$

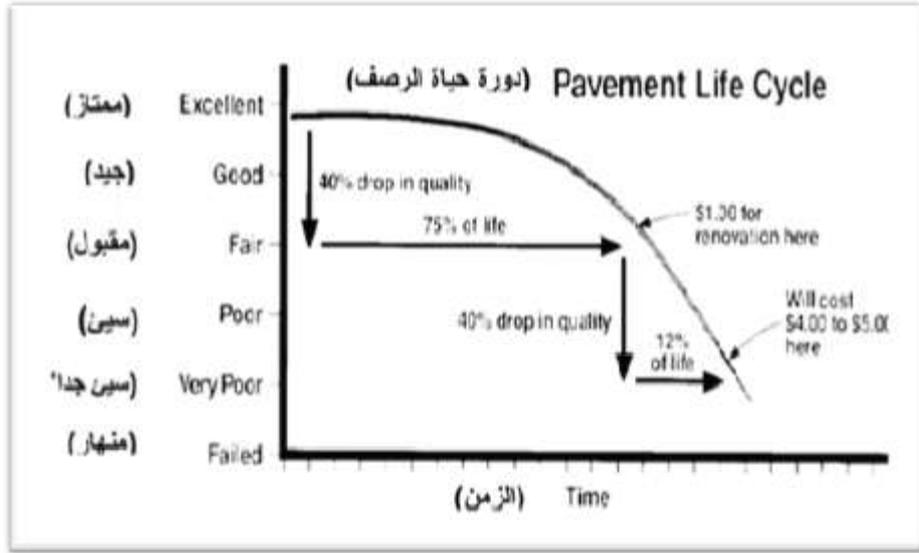
وينفس الطريقة يتم تحديد قيمة CBR التصميمية لقدرة تحمل طبقة الأساس للمهبط، عند نسبة الموثوقية  $P=90\%$  و  $P=95\%$ ، ويبين الجدول (7) إجمالي قيم CBR للمهبط بحسب نسبة الموثوقية  $P = (95,90,85) \%$ .

جدول (7): قيم CBR في المهبط بحسب نسب الموثوقية

نسب الموثوقية P%	95%	90%	85%
قيمة CBR%	50	62	77

#### الطبقة السطحية:

تم تقييم حالة الرصف في مهبط مطار اللاذقية، باستخدام دليل تقييم حالة الرصف PCI ذي المواصفة (ASTMD5340) باعتبار الرصف اسفلتي [8]. إن الأثر الاقتصادي المترتب على تأخير عملية الصيانة يمكن أن يؤدي إلى زيادة النفقات بمعدل (4-5) مرات، مقارنةً بالنفقات التي تصرف على الصيانة، والتي تتم في 75% الأولى من عمر الرصيف، ويظهر الشكل (12) دورة حياة الرصف اعتماداً على PCI. [8]



الشكل (12): دورة حياة الرصف اعتماداً على PCI

ونظراً لصعوبة أخذ العينات في الوقت الراهن، فقد تم الاستعانة بتحريات أجريت في عام 2010 لدى المؤسسة العامة للطيران المدني، حيث قسّم المهبط إلى قطاعات، وأخذت العينات من كل قطاع، حيث تم إجراء التقييم بالمعايير البصرية، وتم تجميع البيانات، ومن ثم تم حساب قيمة PCI لكل قطاع. ويُلخص الجدول (8) القيم المتوسطة لـ PCI لكل قطاع من القطاعات المدروسة.

جدول (8): القيم المتوسطة لكل قطاع من القطاعات المدروسة

رقم القطاع	S1	S2	S3	S4
امتداد القطاع	700m - بداية المهبط	1500 - 700	2200 - 1500	2800 - 2200
عدد العينات المختبرة	5R - 6L	5R - 5L	7R - 6L	8R - 7L
القيم المتوسطة PCI	54.8	60.3	53.73	44.3
التقييم وفق (ASTM D5340)	Fair	Fair	Fair - Good	Fair
التقييم العام	(Fair) Degraded			

ويتبين أن التقييم العام PCI لمهبط مطار اللاذقية هو (53.26) PCI، وهو ضمن الحد المقبول (Fair)، وبالتالي فإن الرصف بحاجة لإعادة تأهيل باستخدام طبقة تقوية إضافية بيتونية أو اسفلتية، ليتمكن المطار من استقبال الطائرات الكبيرة والحديثة، والتي يفوق رقم تصنيفها رقم تصنيف مهبط مطار اللاذقية.

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

- 1) تمت عملية التقييم الإنشائي للطبقة السطحية ولترية الاستناد باتباع الطرق الإلترافية، أما بالنسبة لطبقتي الأساس وما تحت الأساس، فقد أجريت عملية التقييم بالطرق الإلترافية.
- 2) نتج بالتقييم العام لـ PCI لطبقات الرصف للمهبط أنها ضمن الحد المقبول، مما يتطلب إعادة تأهيل باستخدام طبقة تقوية بيتونية أو اسفلتية، لرفع درجة الرقم التصنيفي للمهبط.
- 3) تم التوصل إلى علاقة تربط بين نسبة الموثوقية %P مع دليل المجموعات GI، حيث تبين وجود تناسب طردي بين الموثوقية ودليل المجموعات.
- 4) تم التوصل إلى علاقة تربط بين نسبة الموثوقية مع قدرة تحمل طبقة الأساس، حيث تبين وجود تناسب عكسي إذ تتناقص قيم CBR كلما زادت نسبة الموثوقية.

## References:

- 1- Structural Design of Roads, Road Techniques, General Organization for Technical Education and Vocational Training, Kingdom of Saudi Arabia, 23 pages.
- 2- Assi Marwan, 2003 - Engineering of Pavement Layers (Roads 2). (Directorate of University Books and Publications, Aleppo, 333 page.
- 3- Al-Juaib Abdullah, Jumada Al-Akhirah 1416 AH - The technique of evaluating the performance of road pavement layers and their role in maintaining the road networks in the Kingdom .The Fourth Saudi Engineering Conference, Volume 3.
- 4- Michael j. ODonnell, 2011-Adisory Circular,U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, AC 150/5370-11B.
- 5-Paige - Green,P .,& Du Plessis, L. 2009- Use and interpretation of the dynamic cone penetrometer (DCP)test .
- 6- ACNF computer program “ACN Number Analysis for Classification of Aircraft According to ICAO for Aerodrome Pavings” ICAO International Civil Aviation Organization, Aerodrome, Division of Air Routes and Ground Means.
- 7- ASTM,2018 – Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, Designation: D 6433- 07.
- 8- Vermont Airport Pavment management System Update Report, September 2012.