أثر التكنولوجيا الحديثة لمعالجات الاسطح على الملائمة البيئية الخارجية لأجزاء المنشأت المعدنية

The Impact of Modern Surface Treatment Technology on the External Environmental Suitability of steel Structure parts

أ.م. د / شيماء اسماعيل اسماعيل محمد عامر

أستاذ مساعد فنون تطبيقية - قسم الغزل والنسيج والتريكو- جامعة حلوان

Assist. Prof. Dr/ Shaimaa Ismail Ismail Mohamed Amer

Assistant Professor, Spinning, Weaving and Knitting Department - Faculty of Applied Arts - Helwan University

shaimaaismailamer@gmail.com

الباحث /حاتم سامح رمضان

طالب ماجستير

Researcher. Hatem Sameh Ramadan

Master student

hatemsameh02@gmail.com

الملخص:

تتناول هذه الدراسة أثر التكنولوجيا الحديثة لمعالجات الأسطح على الملائمة البيئية الخارجية لأجزاء المنشآت المعدنية سواء الداخلية او الخارجية، حيث بدأت الإتجاهات التكنولوجية الحديثة فى مجال المعالجات السطحية المعدنية بالاهتمام المتزايد للأثر البيئي للعمليات الصناعية، مما ادى لاستكشاف الحلول الابتكارية للحفاظ على البيئة.وتتضمن منهجية البحث استعراضًا شاملاً للمراجع العلمية لفحص التطورات في تقنيات معالجة الأسطح وتأثيراتها البيئية.وسيتم طرح معظم التقنيات الحديثة مثل الطلاءات القائمة على تكنولوجيا النانو، ومعالجات الأسطح الصديقة للبيئة، والطلاءات المضادة للتآكل.وتُظهر النتائج أن التكنولوجيا الحديثة لمعالجات الأسطح تلعب دورًا هامًا في تحسين الملائمة البيئية الخارجية لأجزاء المنشآت المعدنية من خلال تقليل التآكل وتمديد العمر الإفتراضي وتقليل متطلبات الصيانة. بالإضافة إلى ذلك، تسهم هذه التقنيات في تعزيز كفاءة الطاقة والحفاظ على الموارد، مما يعزز الاستدامة البيئية بشكل عام، حيث يهدف البحث الى إلقاء الضوء على اثر استخدام تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في المعالجات السطحية لعناصر المنشأت المعدنية لتحقيق الملائمة البيئية للمنشأ المعدني وزيادة العمر الافتراضي لعناصره والكفاءة الوظيفية ، وتتمحور اهمية البحث فى الاستفادة من التطبيقات التكنولوجية الحديثة فى المعالجات السطحية للمنشأت المعدنية لإضفاء مميزات جديدة لاسطح عناصر المنشأت المعدنية وزيادة العمر الافتراضى له وإثراء ملائمته البيئية، كما يبنى البحث على فرضية اساسية وهى الاستفادة من اساليب التكنولوجيا الحديثة فى تطوير المعالجات السطحية تحدث اثر كبيرعلى الملائمة البيئية والوظيفية للمنشأت المعدنية، وسنتبع فى هذا البحث المنهج الوصفى التحليلى للتكنولوجيا الحديثة فى مجال المعالجات السطحية لعناصر المنشأت المعدنية والاعتبارات البيئية التى يجب مراعاتها لعناصر المنشأت المعدنية.ويختص البحث حدود مكانية وهى المنشأت المعدنية بجمهورية مصر العربية وتتعرض الدراسة لحدود موضوعية وهى الاجزاء الخارجية لتلك المنشأت.

الكلمات المفتاحية
النانوتكنولوجى-خصائص المواد- الملائمة البيئية – المنشآت المعدنية .

Abstract:
This study deals with the impact of modern technology for surface treatments on the external environmental suitability of parts of metal facilities, whether internal or external. new technological trends in the field of metal surface treatments began with increasing attention to the environmental impact of industrial processes, which led to the exploration of innovative solutions to preserve the environment.
The research methodology includes a comprehensive review of scientific references to examine developments in surface treatment technologies and their environmental impacts. Most modern technologies such as nanotechnology-based coatings, eco-friendly surface treatments, and anti-corrosion coatings are being introduced. The results show that modern surface treatment technology plays an important role in improving the external environmental suitability of metal structural parts by reducing corrosion, extending their service life, and reducing maintenance requirements. In addition, these technologies contribute to enhancing energy efficiency and preserving resources, which enhances environmental sustainability in general, as the research aims to shed light on the impact of using modern technology applications in surface treatments of metal structure elements to achieve the environmental suitability of the metal structure and increase the life span of its elements. And functional efficiency. The importance of research revolves around taking advantage of modern technological applications in surface treatments for metal structures to add new features to the surfaces of metal structure elements, increase their lifespan, and enrich their environmental suitability.The research is also based on a basic hypothesis, which is to benefit from modern technological methods in developing surface treatments, which have a significant impact on the environmental and functional suitability of mineral facilities.In this research, we will follow the descriptive analytical approach of modern technology in the field of surface treatments for metal structural elements and the environmental considerations that must be considered for metal structural elements.The research is concerned with spatial boundaries, which are mineral facilities in the Arab Republic of Egypt, and the study is subject to objective boundaries, which are the external parts of those facilities.

Key words:
Nano-nanotechnology-materialproperties-environmentalsuitability-steel structures.

المقدمة:

تـأتي المنشـآت المعدنيـة فـي المرتبـة الثانيـة مـن حيـث الإنتشـار بعـد المبـاني الخرسـانية حيـث تتـألف هـذه المنشـآت مـن ألـواح وقطاعـات مصـنوعة مـن الصـلب، ومـع تطـور التكنولوجيـا، أصـبحنا اليـوم نشـهد اسـتخدام مـواد معدنيـة أخـف وذات خصـائص أفضـل مـن الصـلب، الألمنيـوم كمثـال، ويمكـن أن تعـرف المنشـآت المعدنيـة علـى أنهـا هياكـل مجمعـة بوصـل خصـائص أفضـل مـن الصـلب، الألمنيـوم كمثـال، ويمكـن أن تعـرف المنشـآت المعدنيـة علـى أنهـا هياكـل مجمعـة بوصـلات مختلفـه تعطـي الشـكل والهيكـل المطلـوب. ومـع ذلـك، فـإن للمنشـآت المعدنيـة بعـض السـلبيات، منهـا وسـائل تغطيـة المنشـآت ومعالجـة أسـطحها. حيـث تعتبـر هندسـة الأسـطح، التـي تشـمل المعالجـات والطـلاءات السـطحية، حـلاً فعـالاً للمشـاكل التـي يمكـن أن تواجـه المنشـآت بيئيـاً، حيـث تسـاعد علـى تحسـين مقاومـة التآكـل وتطيـل عمـر العمـر الإفتراضـي للمنشـأ، وتلعـب المعالجـات السـطحية دوراً مهمـاً للغايـة فـي تطـوير المنشـآت المعدنيـة وتحسـين أدائهـا، ويتوقـع الخبـراء نمـواً قويـاً فـي هـذا المجـال فـي المسـتقبل. حيـث تعـد المنشـآت المعدنيـة عنصـراً أساسـياً فـي البنيـة التحتيـة للمجتمـع، ويجـب النظـر إلـى تطـوير التكنولوجيـا والمعالجـات السـطحية للمعـدن كجـزء مهـم فـي تحسين أدائها وتوافقها مع متطلبات العصر.

الدراسات السابقة :

(عمرو محمد عبد القادر هداية) الايدلوجية الفكرية فى موائمة التكنولوجيا لعمليات معالجة الاسطح فى التأثيث المعدنى :رسالة دكتوراه بقسم تصميم الاثاث والإنشاءات المعدنية بكلية الفنون التطبيقية ج حلوان عام ٢٠٠٣. وتناول الباحث فى هذا البحث تأثير الايديولوجيا على السلوك الإنساني الاستهلاكي وخصائص المنتج و علاقة ذلك بالمعالجة السطحية للمنتجات المعدنية وتناول ايضا التأثيرات البيئية والاستخدامية على المنتجات وعلاقتها بالتغطيات الاسطح وتعرض بشكل سريع فى بحثه عن بعض اساليب التكنولوجيا المستخدمة فى بعض وسائل تغطيات اسطح المنتجات التأثيث المعدني. (احمد محمد صبرى) المعالجات السطحية قبل التغطية وأثرها على كفاءة مظهر السطح المعدنى:رسالة ماجستير بقسم المنتجات المعدنية والحلى بكلية الفنون التطبيقية ج حلوان عام٢٠٠٩. وتناول الباحث فى هذا البحث المعالجات لاسطح المنتجات قبل التغطية بطبقة الغطاء النهائية للمنتج للحصول على أسطح معالجة بشكل صحيح واقتصرت الدراسة على المنتجات الفلزية فقط وتناول الطرق الكيميائية والحرارية فقط لمعالجات الاسطح قبل التغطية للسطح النهائى للمنتج مثل المعالجات الكهروكيميائية والميكانيكية والتغطية بالمينا. (ايمن على عبد الحليم) الاستفادة من التقنيات الحديثة فى تصميم نظم تكسيات المنشأت المعدنية لتحقيق التوافق البيئى:رسالة ماجستير بقسم تصميم الاثاث والانشاءات المعدنية بكلية الفنون التطبيقية ج حلوان عام ٢٠١٢. تناول الباحث فى بحثه عن الاستفادة من التقنيات الحديثة فى تصميم نظم التكسيات المعدنية من منظور تطور العلاقة بين الشكل والتقنية نحو تحقيق التوافق البيئى والتأثير الجمالى فى بيئاتها الاستخدامية واقتصرت الدراسة في البحث على التغطيات السطحية من الجانب

الجمالي والشكلي ولم يتم التعرض لأنواع التغطيات الاخرى وربط التغطيات الحرارية بالسطحية للوصول بأفضل صورة للسطح النهائى للمنشأ المعدنى فى بيئة استخدامه.

1- المعالجات السطحية للمنشآت المعدنية:

١-١ معالجة الاسطح للمنشأت المعدنية بين الوصف والتحليل:

تتعرض الهياكل المعدنية في كثير من الأحيان لظروف بيئية قاسية يمكن أن تسبب التآكل والصدأ والأكسدة، وبما ان السطح هو الوجه الخارجي للمنشات المعدنية و الجزء الاكبر أهمية واهتمام من جانب المصمم في المنشأ وهذا لأنه الجزء المرئي الأول بالنسبة للمستخدم وأيضا الوجه الأول للعوامل البيئية المحيطة بالمنشأ، لذا يجب أن يحظى بالاهتمام الاكبر عند معالجة وطلاء المنشأ و هناك العديد من المنشآت التي لا تحتاج نفس مستوى جودة التشطيب لكل أجزاء السطح لذلك تعرف الاسطح الهامة في المنشأ على أنها الاسطح المرئية مباشرة ، وتمثل عاملاً رئيسيا لمظهر المنشأ ككل. (kellertechnology, 2022) وبالتالي يمكن تعريف او وصف المعالجة السطحية للمنشآت المعدنية بأنها : تُستخدم المعالجات السطحية بشكل شائع لتعزيز متانة الهياكل المعدنية. ويمكن أن تعمل هذه المعالجات على تقوية سطح المعدن وحمايته من التلف والتأكل، مما يزيد من عمره الافتراضي ويقلل من الحاجة إلى الإصلاح والصيانة. هناك العديد من خيارات شائعة لمعالجة الأسطح، بما في ذلك تقنيات إزالة الشحوم والكشط والمعالجة الكيميائية، والتي يمكن استخدامها لحماية الأسطح المعدنية ولتعزيز متانتها هذا و تتضمن عملية تصنيع المعدن خيارات معالجة السطح ، وتهدف هذه المعالجات إلى تعزيز متانة الهياكل المعدنية ومنع التآكل أو تحسين المظهر فهي تعتبر الوقاية من العوامل الخارجية لتعزيز متانة الهياكل المعدني. (kellertechnology, 2022)

ويمكن تعريف معالجة سطح المنشأ المعدني أيضا بأنه عملية تغيير سطح المنشأ بهدف تحسين مظهره أو خصائصه المختلفة (الميكانيكية - الكيميائية) وهي بمثابة: - طريقة مصممة لتعديل سطح الخامة من أجل الحصول على خصائص معينة (الصلادة ومقاومة التآكل .... وغيرها) وتحقيق قيم أفضل. (ا.م.د.محمد العوامى , ا.م.د.ياسر عيد، ٢٠٢٠)

ويمكن تعريفه أيضا بانه تغيير سطح المنتج او عناصره من حالة الى أخرى وذلك من اجل تحقيق عدة وظائف منها مثلا وظائف اقتصادية او الوظائف الاستخدامية - الجمالية – البيئية (ا.م.د.محمد العوامى , ا.م.د.ياسر عيد، ٢٠٢٠)

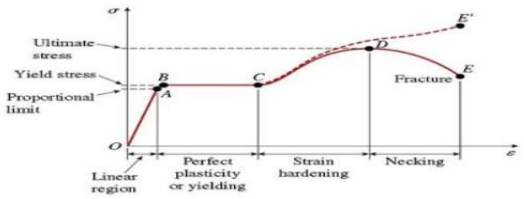
١-٢ الأسباب التي أدت إلى الاهتمام بتطوير المنشات المعدنية واستخدامها: (د.لجين، ٢٠١٦)

1. المنشآت ذات البحور الكبيرة.
2. المنشآت المخصصة لأغراض ذات طبيعة الخدمة الشاقة لتحمل المنشأت الحديدية للاجهادات العالية.
3. المنشآت الصناعية مثل المصانع والورش.
4. المنشآت ذات الطبيعة البنائية الضخمة كالمطارات والموانئ وغيرها.

وكما ذكرنا من قبل ان المنشأ المعدنى يعتبر فى المرتبة الثانية من حيث الانتشار بعد المبانى الخرسانية وهذا لانها لها العديد من المزايا ولكن لها ايضا العديد من العيوب وسنتناول بعض من المزايا الهامة والعيوب لها .

١-٣ مزايا المنشأت المعدنية التي تميزها عن المنشأت الأخرى:(د.لجين، ٢٠١٦)

1. القدرة العالية لمقاومة الاجهادات حيث تتمتع بقوة شد وضغط عالية.
2. يتكون المنشأ المعدني من عناصر وأجزاء قابلة للفك والتركيب مما يسهل عملية النقل والتركيب في اى مكان مما يجعله اقتصاديا لسهولة صيانته وطول عمره الافتراضي.
3. المقاومة العالية للاهتزازات الديناميكية (الزلازل) .
4. يعطى للمصمم تصميم بحور كبيرة دون وجود أعمدة لتحمل الإجهادات العالية
٥. سهولة التنبأ بتشوه عناصر المنشأ المعدني المصنوعة من الحديد قبل الانهيار حيث يظهر التشوه للعناصر الحديدية للمنشأ المعدني جلياً بنسبة من (٢٠-٥٠ %) كما يوضح مخطط رقم ١.



مخطط رقم (١) يوضح نقطة تشوه المعدنه قبل الانهيار (د.لجين، ٢٠١٦)

١-٤ عيوب المنشأت المعدنية: (د.لجين، ٢٠١٦)

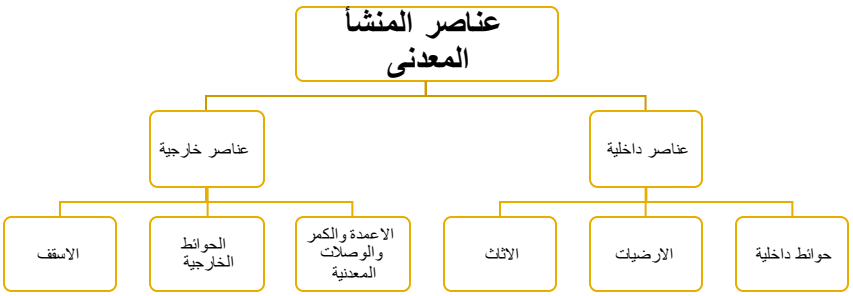
1- الصدأ فالمنشآت المعدنية تحتاج الى عملية معالجة لجميع عناصرها للحماية كما انها تحتاج صيانة دوريه لتلافى الصدأ والانهيار .

2- القدرة المنخفضة على مقاومة الحريق مقارنة بالمنشأت الخرسانية .

3- وجود نقاط ضعف للتأكل وهى الوصلات بين عناصره .

١-٥ عناصر المنشآت المعدنية:

يمكن تقسيم المنشآت المعدنية الى عناصر داخلية وعناصر خارجية فالعناصر الداخلية تتأثر بطبيعة الإستخدام وهدف المنشأت ونوعية المستخدمين وفترات الإستخدام ونوعيات التغطيات الداخلية للمنشأ أما العناصر الخارجية فتتعرض لاجهادات مختلفة وعوامل جوية مختلفة فهى تحتاج لانواع تغطيات اخرى عن العناصر الداخلية ويوضح مخطط رقم ٢ بعض العناصر الداخلية والخارجية .



مخطط رقم (٢) يوضح عناصر المنشأ المعدنى الداخلية والخارجية(الباحث)

وهذه العناصر تختلف من منشأ الى اخر سواء الداخلية او الخارجية فالمنشأ السكنى (الكرفان) تختلف عناصره من حيث المكونات ومن حيث المواد المستخدمة في تلك العناصر عن المنشأ السياحى او المنشأ الصناعي او المنشأ التجاري فكلا له عناصر خاصة به.

١-٦ الاساليب الحديثة فى معالجات الاسطح المعدنية للاجزاء الخارجية للمنشأ المعدني :

١-٦-١ الطلاء المركب Ni / nano-TiO2:

١-٦-١-١ المعالجة بترسيب النيكل :

يعد الترسيب الكهربائي للنيكل من أكثر عمليات ترسيب المعادن شيوعا، حيث يتم إستخدام أكثر من نصف إجمالي إنتاج النيكل في العالم على شكل طلاءات ويرجع السبب في إستخدامه على نطاق واسع هو الجمع بين هذه الخصائص المميزة بالتزامن مع التكلفة المنخفضة نسبيا للمعدن، وتعتبر مقاومة التآكل إحدى مزاياه في عدد من الأوساط، خاصة في المياه الحمضية، القلوية، العضوية والمعدنية. (قجوج ايمان, قرى حنان، ٢٠٢١)

ظل المصممين والمهندسين يحاولون تطويروتطويع النيكل فى عناصر المنشأ المعدني بصفه خاصة للوصول لعملية تسهل تطبيق طبقة رقيقة من النيكل على سطح الخامات الحديدية في المنشأت المعدنية بهدف تحسين مقاومتها للتآكل وزيادة متانتها، ويتم غالبًا تحقيق ذلك عن طريق تقنيات مثل الكهرباء الكيميائية أو الرش الكهروستاتيكى . (Kramer, _ 2001). يمثل النيكل المعدني الأنود في هذا التفاعل الكيميائي حيث يتكون هذا الأنود عادةً من معدن نقي على هيئة قرص معدني أو بارات مشكلة. (شالة، ٢٠٢٠)

١-٦-١-٢ المعالجة بترسيب النيكل كروم :

يتميز طلاء الكروم المزخرف بضباب مزرق عاكس للغاية ومميز، مما يجعله مرغوبًا لقطع الوصلات المعدنية الدقيقة والهامة فى المنشأت المعدنية وتركيبات السباكة. ويتم ترسيب طلاء الكروم الزخرفي في معظم الحالات على النيكل متعدد الطبقات المطلي بالكهرباء أو طلاء النحاس والنيكل كطبقة رقيقة لمنع تلوين الطبقة السفلية ولإضفاء مقاومة جيدة للتآكل والخدش على السطح. يمكن أن تكون المادة الأساسية أي سطح معدني مناسب للطلاء، عادةً الفولاذ والألومنيوم وسبائك النحاس والزنك. أيضًا، يتم طلاء البلاستيك بمساعدة المحفزات التي تجعل السطح نشطًا لطلاء النيكل بدون كهرباء قبل الطلاء بالتحليل الكهربائي وتوضح مدى لمعان وبريق النيكل كروم وبجانب المظهر اللامع والبريق اضافة الكروم للنيكل يجعله اكثر مقاومة للتأكل واكثر صلادة مما يجعله مناسب اكثر للوصلات المعدنية واستخدامه فى السبائك للوصلات كما يوضح شكل رقم(١). (Yli-Pentti, 2014)

شكل رقم (١) يوضح سبيكة من النيكل كروم لاحدى عناصر وصلات منشأ معدنى (arabic.tobo-group، ٢٠١٩)

١-٦-١-٣ المعالجة بالطلاء المركب Ni / nano-TiO2

تم إنتاج الطلاء المركب Ni / nano-TiO2 من خلال تطبيق تقنية التيار الكهربائي النبضي .(PC). وتم الاطلاع على *مورفولوجيتها السطحية باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح وبنيتها بواسطة جهاز إرتداد الأشعة السينية XRD كما أجريت قياسات صلابة على العينات المنتجة وتم تقييم خصائص مقاومة التآكل باستخدام القياسات الكهروكيميائية في محلول كلوريد الصوديوم ٣,٥%. (B. Ranjith, 2010)

مورفولوجيتها: تشير إلى الخصائص الشكلية والهيئة التكريبية لعناصر المكونة لسطح المراد طلائه .

١-٦-١-٤ الانتاج العالمى للنيكل وكيفية إعادة تدويره:

تشير البيانات إلى وجود موارد أرضية غنية بالنيكل، حيث يتواجد متوسط ١٣٠ مليون طن على الأقل في الموارد التي يبلغ محتوى النيكل فيها ١٪ على الأقل، مع توزيع ٦٠٪ منها في اللانيتات و٤٠٪ في رواسب الكبريتيد. وقد تم اكتشاف موارد النيكل في قشور المنجنيز في قاع البحر. بالإضافة إلى ذلك، تم التوجه نحو مناطق جديدة للتنقيب عن النيكل بسبب نقص اكتشاف رواسب الكبريتيد في المناطق التقليدية. يتم استخدام بدائل للنيكل في الفولاذ المقاوم للصدأ والصناعات البتروكيماوية، مما يسهم في زيادة اهتمام المصممين والمهندسين بإعادة تدوير النيكل. إعادة تدوير المعادن، بما في ذلك النيكل، تُعتبر جزءًا أساسيًا في دورة حياة المعادن، مما يعزز الاستدامة ويحافظ على القيمة الاقتصادية كما هو موضح بشكل رقم (٢) (ISE، ٢٠١٦).

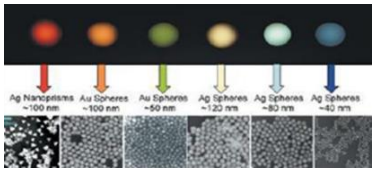
شكل رقم(٢) يوضح مسار اعادة تدوير النيكل (ISE، ٢٠١٦)

١-٦-٢ المعالجات السطحية بإستخدام تقنيات النانو تكنولوجي: (Yadong Yin, 2023)

ظهرت مفاهيم مختلفة؛ لتعريف تقنية النانو، فهناك من يعرفها بأنها "التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف وأحجام وأشكال المواد ومكوناتها، وهذا الأمر يساعد على التحكم في وظائف الأدوات المستعملة في ميادين الطب، والصناعة، والهندسة، والزراعة والعقاقير والاتصالات والدفاع، والفضاء، وغيرها.. "وآخر يعرفها بأنها:" علم أشياء أصغر من الصغر نفسه، حيث هذه الاجزاء الدقيقة أظهرت اتلافات فى الخواص للمعدن الاصلى . ومصطلح "تقنية النانو" مشتق في الأصل من الكلمة الإغريقية نانوس التي تعني القزم الصغير، وتعني أيضاً عالم الأقزام الخرافي المتناهي في الصغر.

١-٦-٢-١ إنتاج مواد جديدة بتقنية النانو :

عند التحكم في المواد بمقاييس النانو تظهر أمام العلماء قوانين فيزيائية مختلفة فمثلاً تكون جزيئات الذهب التي خضعت لتكنولوجيا النانو متناهية الصغر، حمراء اللون وعالية النشاط في التفاعلات الكيميائية، وتختلف تماماً عن جزيئات الذهب الطبيعية وهكذا كلما تغير حجم الحبيبات تغير لونها كما مبين في الشكل رقم ٣ الذي يوضح تغير لون الذهب حسب حجم حبيباته. ويقول العالم *شايلى ماهندرا Shaily Mahendra " نحصل على زيادة هائلة فى مساحة الأسطح عند مستوى جزيئات "النانو" (Yadong Yin, 2023).



شكل رقم(٣) يوضح التغير فى لون عنصر الذهب وخواصه الفيزيائية بتغيير حجم حبيباته

١-٦-٢-٢ تقنية النانو والحديد Nano Technology and Steel:

إن الإجهاد هو العلامة الهامة التي تقود إلى ضعف المباني خاصة المبنية بالمواد الصلبة مثل الكباري والأبراج، والضغط الذي تتعرض له المنشأة يقوم بتأثير ملحوظ في فترة عمر البناء الهندسي لذلك فإن تقدم تكنولوجيا النانو قد يقود إلى استخدام مواد أكثر فاعلية في تطوير خواص الحديد وجعله أكثر متانة وصلابة وتحمل للإجهاد، وقد يغير ويعدل من صفات الحديد المستخدم في البناء بمقياس النانو ويجعل وصلاته أكثر قوة وصلابة. (Yadong Yin, 2023) شايلى ماهندرا :أستاذ مساعد في قسم الهندسة المدنية والبيئية بجامعة كاليفورنيا الأمريكية، وله اسهامات عديدة فى مجال العلوم والرياضيات الجبر ونظرية الاعداد . ولقد قدمت تقنيات النانو تكنولوجي مزايا مختلفة لتحسين خصائص الصلب:بعض هذه الخصائص تحتوي على القوة مقاومة التآكل مقاومة المنطقة الضعيفة نتيجة اللحام وحرارته Farhad Kheir) ، وتقوية مناطق الضعف في الهياكل المعدنية وهذه المزايا بإختصار هي : القوة والمتانة تحت معظم الظروف – مقاومة عالية للتآكل – مقاومة الإجهادات وزيادة مقاومة منطق اللحام لإتسامها بالضعف.

ويؤثر الفولاذ على أداء المبنى في الحصول على فراغات واسعة دون وجود أعمدة وتقليل كلفة الصيانة. مثل استاد أستانا في كازاخستان (٢٠٠٩) كما موضح بشكل رقم (٤)، حيث تم الإعتماد على فولاذ النانو المرن القابل للتشكيل والمقاوم للتآكل والحرارة في كامل هيكل المبنى ذو المساحات الكبيرة وعلى أربعة أقسام هي (سقف ثابت سقف قابل للطي، الشرفة العليا، الجدران الجانبية، مما أعطى شكلا ديناميكياً للملعب مع فراغ داخلي خالى من العناصر الإنشائية بالإضافة لتفاعلة مع البيئة عن طريق السقف الفولاذي القابل للطي (Serap GUCLU & ,.CELTIKCI, N. T).

شكل رقم (٤) يوضح إستاد أستانا فى كازاخستان

١-٦-٢-٣ بعض المعالجات السطحية لتطبيق النانوتكنولوجى:

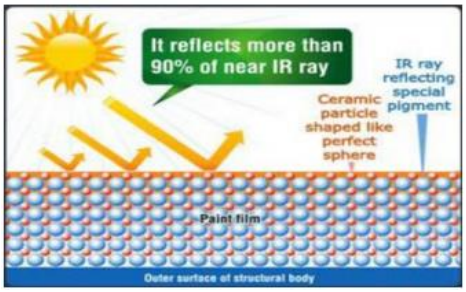
لاحظ العلماء أن هناك مجموعة من الظواهر الطبيعية التي تطرأ بمضي الزمن على بعض الأسطح المطلية بالدهانات مثل التآكل والإتساخ ورائحة الرطوبة ، بل وهناك ما هو خطرا ويسبب بعض المشاكل الصحية لذا كان الاهتمام بما يسمى تطوير نظافة الأسطح أي تطوير الطلاء ليصبح ذاتي التنظيف ، ولقد تمكن العلماء بالفعل من تحقيق هذة الخاصية للأسطح (الأسطح الصحية) بواسطة طلاء النانو الذي يحتوي على مبيد حيوي " Biocide" ذاتي التنظيف يعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات والأوساخ والمكون الأساسي لهذا الطلاء صديق للبيئة وهو صغائر جزيئات الفضة "Nanoparticles Ag" و ثاني أكسيد التيتانيوم "Tio2-Nanoparticles" و تطوير هذا الطلاء يتيح إستخدامه ليس في المسكن أو المكتب فحسب وإنما في الفراغات الداخلية التي ترتبط بالرعاية الصحية كالمستشفيات والمدارس والمطاعم ، مما يساعد على الحدمن استعمال المبيدات البيولوجية السامة والمنظفات الصناعية ."كما تم عمل مادة للطلاء تظل جافة حتى لو وضعت في الماء لمدة ٤ أيام وتقوم بالتنظيف الذاتي لسطحها وهذه المادة نجحت بعد التجارب التي استمرت خمس سنوات عليها."(Yadong Yin, 2023)

وسيتم إستعراض بعض هذه المعالجات الخاصة بتطبيق تقنيات النانوتكنولوجي

●دهانات " ANZ " احدث الدهانات الخارجية والداخلية بإستخدام تكنولوجيا النانو:

يعمل الدهان على تكوين طبقة ذات مواصفات عالية التطوير بتكنولوجيا النانو تتكون من بلورات وجزيئات بالغة الدقة كروية الشكل بدون فراغات مرتبة بشكل هندسي دقيق تعمل على تشتيت وعكس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون، حيث تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن (٢٠) درجة مئوية.كما هو موضح بشكل(٥) ،

وهذا الدهان مناسب بشكل كبير للعناصر الاساسية الخارجية للمنشأ المعدنى المعرضة للعوامل الجوية الخارجية لحرارة الشمس مثل الاعمدة والكمر الحديد.



شكل رقم (٥) يوضح الفرق فى درجات الحرارة بإستخدام دهانات ANZ

●طلاء السيراميك النانو المضاد للبصمات:

الفولاذ المقاوم للبصمات بالسيراميك النانوي له أداء ممتاز ومتانة عالية كما هو موضح بشكل رقم (٦)، توفر طلاء الأكريليك بطلاء السيراميك النانو المحسن المزايا التالية:

مقاوم للدهون ومقاوم للتبييض (التكليح) - استخدام طلاء قائم على الماء غير سام وصديق للبيئة للمساهمة في البيئة - مقاومته للخدش - صلابة ٦ Hمع حمولة ٧٥٠ جرام - يتحمل اختبار رذاذ الملح لأكثر من ١٥ ٠٠ ساعة - مقاوم للمذيبات - يتحمل أكثر من ٣٠٠ جولة من مسح MEK يجتاز معيار SGS وRoHS .

شكل رقم (٦) توضح دهان مقاوم للبصمات و مقاوم للدهون، حيث أن السطح صعب التبييض

شكل رقم (٧) توضح دهان نانو سيراميك منافس للتيتانيوم

ولهذه المميزات والخواص يمكن استخدام هذه التقنية فى الجدارن الخارجية للمنشأ المعدنى او الاسقف ليس فقط ذو جودة عالية ، بل يتكيف أيضًا مع طرق المعالجة المختلفة، ويعزز طلاء السيراميك النانو الصلابة السطحية ، مما يوفر مقاومة للتآكل مماثلة لطلاء التيتانيوم كما موضح بشكل رقم (٧) ، مما يجعله بديلاً قابلاً للتطبيق للفولاذ التيتانيوم من حيث :

- **التكلفة:** إنه أكثر تنافسية من الفولاذ التيتانيوم.
- **طريقة العمل:** يمكن معالجته بأشكال مختلفة تلبي أي متطلبات.
- **التطبيق:** يمكن تطبيق AFP-SUS NCC (مقاوم للشحوم) على لوحات الجدران والسلالم بالنسبة للمنشأ المعدنى وحاويات المظلات وغيرها (Metal, 2022).
- وهناك انواع عديدة لتطبيقات نانوتكنولوجى منها (Yadong Yin, 2023)
- Sol-gel -Layer-by-layer (LBL)
- Self-assemble
- Dip coating
- Spin coating
- Plasma or ion-beam assisted techniques
- Electrochemical deposition
- Vapor deposition
- Spray coating

وكلا منها له وظيفة وتطبيق معين يستخدم من اجله لاضافة خصائص بعينها للمعدن فالهدف هو تعديل خصائص هذه الاسطح كأضافة مميزات مختلفة(توصيلية الكهربائية ، مقاومة الحريق ،الصداء او التنظيف الذاتي وغيرها).

هذا ويمكن تفضيل إستخدام معالجة بعينها من تطبيقات النانو بعدة نقاط وهى :

- نوع الماده المستخدمه وتركيزها.
- حجم وخصائص السطح المراد طلائة والتعديل عليه.
- سمك طبقة الطلاء المراده ومدى تجانسها .
- الاهم التطبيق المراد عمله.

فعلى سبيل المثال ان كان المنشأ المعدنى عيادة او معمل طبى فانك تريد طلاء مساحه كبيره من الاسطح لجعلها مقاومه للحريق ، الصدأ ، مقاومه للبكتريا ، عاليه التوصيل الكهربائي،او اسطح كارهه للماء. فان النوعين Dip coating and Spray coating مناسبين جدا للاسطح ذات الحجم الكبير ولا يهتم بالتجانس وسمك الطلاء بالقدر الكبير.

٢-الإعتبارات والملائمة البيئية للمنشآت المعدنية:

من خلال دراسة العديد من انواع التغطيات المختلفة الحديثة التى تنتج من تطور التكنولوجيا فى حياتنا اليومية يتضح لنا مدى اهتمام المصمم والمهندس بمعالجة الاسطح المعدنية وخاصة الخارجية لما تتعرض له من عوامل بيئية خارجية قاسية وتختلف باختلاف البيئة الواقع فيها المنشأ ولهذا يجب على المصمم قبل اختيار اى نوع تغطية خارجية لعنصر من عناصر المنشا المعدنى لابد من دراسة جيدة للبيئة الواقع فيها هذا المنشأ.

٢-١ انواع البيئات الخارجية المختلفة للمنشأت المعدنية :

المنشأت المعدنية تنتشر فى عصرنا الحالى بشكل كبير لما ذكرناه من قبل من مميزات لا يمكن توافرها فى المنشأت الخرسانية ولذلك نجد انها تنتشر فى كل البيئات الخارجية المختلفة لانشطة عديدة كما يوضح مخطط رقم ٣ البيئات المختلفة واهم ما يميز هذه البيئات والتى تعد نقاط اساسية لتحديد نوع التغطية المناسبة.

مخطط رقم (٣) أنواع البيئات المختلفة التي تتواجد بها المنشآت

٢-١-١-البيئة الحضرية :

- **كثافة السكان** : تعمل كثافة السكان على الاجهادات العالية على عناصر المنشأت والاستخدام المتكرر ولذلك لابد من اختيار التغطية المناسبة للاعمال الشاقة .
- **التلوث البيئى** : البيئة الحضرية معروفة بكثرة التلوث من المصانع وكثرة وسائل النقل والتى تزيد من نسبة الكربون فى الهواء ولذلك لابد من وضع هذه النقطة الهامة فى اختيار التغطية المناسبة لعناصر المنشأت .

- **التراث الثقافى**: لابد فى البئة الحضرية الاهتمام بالمظهر الجمالى والشكل التوافق فى نوع التغطية مع التراث الثقافى من حيث المظهر واللون والشكل النهائى لعناصر المنشأت.

٢-١-٢-البيئة الريفية :

- **الحياة الزراعية :** الحياة الزراعية تعمل عادة على ارتفاع الرطوبة فى الاراضى الزراعية وكثرة الماء قد تضر بالعناصر الاساسية لعناصر المنشأت المعدنية وخاصة فى المنشأت القريبة من الاراضى الزراعية فى تلك البيئة والتى قد تؤدى للتأكل وتلفى عناصر المنشأت ولذلك لابد من الاختيار التغطية المناسبة .
- **تنوع البيولوجى :** توفر البيئة الريفية موطنًا لتنوع بيولوجي كبير، حيث تحتوي على مجموعة متنوعة من النباتات والحيوانات والكائنات الحية الأخرى والتى يصدر عنها غازات مختلفة تؤثر على المنشأت ولابد من اختيار مناسب لذلك فى تغطية المنشأت المعدنية .

٢-١-٣-البيئة الصحراوية :

- **الرياح المحملة بالاتربة** : قد تضر الرياح المحملة بالاتربة فى خدش تغطية عناصر المنشأت ولذلك لابد من اختيار تغطية مناسبة عالية الصلادة للمنشأت المعدنية وعناصرها .
- **ارتفاع شدش فى الحرارة** : لابد من اختيار خامة مناسبة لعناصر المنشأت المعدنية حيث تعمل على عدم الاحتفاظ بالحرارة الواقعة عليها باستمرار .

٢-١-٤-البيئة الساحلية :

- **ارتفاع الرطوبة** : لوجود البحار المالحة فى البيئات الساحلية نجد ارتفاع شديد فى نسبة الرطوبة مما يجعلها اكثر عرضة للصدا والتأكل ولذلك لابد من اختيار تغطية مناسبة تحميها من التأكل .
- **كثرة الامطار** : من المعروف عن البيئات الساحلية دائما كثر الامطار وبذلك التعرض الدائم للتأكل لاجزاء المنشأت المعدنية.

٢-٢ اختيار تكنولوجيا معالجة الاسطح الحديثة لملائمة البيئية الخارجية للمنشأ المعدنى :

يعتبر اختيار المعالجة المناسبة للبيئة الخارجية أمراً حيوياً لضمان حماية الهياكل المعدنية والحفاظ على البيئة. حيث يتأثر أداء الطلاء بعوامل متعددة مثل التغيرات الجوية، ودرجات الحرارة، ومستوى التلوث، والاستخدام المتوقع للمنشأ، فعندما تختار طلاء لبيئة ساحلية عالية الرطوبة وعوامل جوية شديدة الرياح فتحتاج الى تغطية لاسطح خارجية للمعدن مقاومة عالية للاجهادات ومقاومة عالية للتأكل ،فنجد دائما المشاريع المقامة على منطقة ساحلية يطلب مدير المشروع او الاستشارى ضمان اعتماد لكل جزء من اجزاء المنشا المعدني لضمان سلامة المنشأ لأطول فترة ممكنة ، ويختلف هذا عن البيئة الصحراوية التى تحتاج الى طلاء عازل لحرارة بشكل كبير حتى يحد من انتقال الحرارة الخارجية للبيئة الداخلية للمنشأ وطلاء عالى الصلادة للرياح الرملية . فمثلا يمكن استخدام طلاء النانو سيراميك الذى ذكرناه من قبل لعناصر الاساسية للاعمدة والكمر للمنشأت المعدنية فى البيئة الصحراوية والاختيار الجيد للمنشأ المعدني ليس فقط للملائمة البيئية الخارجية لظروف الجوية ولكن ايضا لجانب اقتصادى فهو يوفر الكثير من الجهد والمال فى تلف عناصر المنشأ واعادة صيانتهاو تغير عناصره المتكرر.

٢-٣ مفهوم الكفاءة الاقتصادية :

الكفاءة الوظيفية للمنشآت المعدنية تعتبر أساسية لضمان استمرارية الإنتاج وتحقيق الأهداف التشغيلية ، تعكس الكفاءة الوظيفية قدرة المنشأت على تحقيق أداء مثالي في جميع جوانب عملياتها وتشغيلها، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية وتقليل التكاليف وزيادة الربحية.

وفيما يلي بعض الجوانب الرئيسية للكفاءة الوظيفية للمنشآت المعدنية:

- **استخدام الطاقة :** تشمل الكفاءة الوظيفية الحفاظ على استخدام الطاقة بكفاءة عالية، من خلال استخدام تقنيات للتغطية يمكن من خلالها احتفاظ بالطاقة الشمسية او غيرها واعادة الستخدامهاوبذلك تقلل من الفاقد، مما يساهم في تقليل تكاليف التشغيل والتحسين البيئي.
- **إدارة الموارد :** يتعين على المصمم للمنشأت المعدنية إدارة الموارد بكفاءة،وتوظيف كل مادة مناسبة لاجزاء المنشأت المعدنية ، وذلك من خلال تطبيق ممارسات إدارة فعّالة للموارد والتخطيط الاستراتيجي لتحقيق أقصى استفادة منها.
- **جودة المنتج :** يجب أن تكون عمليات الإنتاج في المنشأت المعدنية موجهة نحو تحقيق جودة عالية للمنتجات، مما يتطلب اعتماد معايير الجودة الصارمة وتنفيذ إجراءات التحكم في الجودة على مدار الإنتاج.
- **صيانة اجزاء المنشأت المعدنية :** ينبغي الاهتمام بصيانة اجزاء المنشأت المعدنية بشكل دوري وفعّال، وذلك لضمان استمرارية التشغيل وتجنب تلف عناصر المنشأت الغير المخطط لها والتكاليف الناجمة عنها.
- **تحسين العمليات :** يجب أن تعمل المنشأت المعدنية على تحسين العمليات المختلفة، من خلال تطبيق تقنيات التصنيع المتقدمة وتحليل البيانات واعتماد أساليب التحسين المستمر مثل تقنية الإنتاجية الشاملة.(TPM) من خلال تحقيق الكفاءة الوظيفية في المنشآت المعدنية، يمكن تحسين الأداء العام وتعزيز التنافسية وتحقيق النجاح في السوق.

٢-٤ مخاطر استخدام النانوتكنولوجيا فى معالجة الاسطح المعدنية :

يمكن إجمال مخاطر تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي ضمن الأربعة مجالات التالية:-

- قضايا صحية – تأثيرات المواد النانوية على حيوية الجسم البشري.
- قضايا بيئية - تأثيرات المواد النانوية على البيئة.
- اجتماعية - التأثيرات الناجمة عن إمكانية استخدام الأجهزة النانوية التفاعل البشري.
- المخاطر الخاصة المصاحبة للرؤية المتوقعة لتقنية النانو الجزيئية.

وفى هذا السياق يعكف المتخصصين اولا على توصيف هذه التأثيرات ، وثانيا على العمل الدؤوب لتقليل من هذه التأثيرات

النتائج:

- إن تصميم المنشأ المعدني يجب ان يعمل وفقا لنماذج للعمل التى تتضمن تلبية وظائف المنشأ بما لا يخل بتحقيق الإتزان البيئي للمستخدمين وإحتياجاتهم.

- إن المعالجات السطحية تزيد من قيمة المنشأت المعدنية من حيث تقليل التكاليف الناجمة عن الصيانة وتحقيق القيمة الوظيفية للمنشأت المعدنية .
- تتحقق الكفاءة الوظيفية بأستخدام معالجة سطحية وفقا للبيئات المناخية فى مصر وهى البيئة الصحراوية والريفية والساحلية والحضرية.
- يتحقق مبدا الاستدامة البيئية عن طريق المعالجات السطحية الحديثة مثل المعالجات المختلفة بتكنولوجيا النانو تكنولوجى .
- المعالجة بترسيب النيكل كروم ملائم بشكل كبير لوصلات المنشأت المعدنية وخاصة المصنعة بالسبك لجعلها اكثر مقاومة للتاكل والصلادة .
- ادت استخدام تكنولوجيا النانو لانتاج مواد جديدة ذات صفات فزيائية مستحدثة تم تطويعها فى مجال المعالجات الحديثة لإضفاء صفات الصلادة والمقاومه للتأكل .

التوصيات:

- يوصى باستخدام ترسيب النيكل كروم للوصلات المنشأت المعدنية لجعلها اكثر صلادة واكثر مقاومة للتأكل .
- يوصى باستخدام تطبيقات المعالجات السطحية الحديثة مثل تطبيقات تكنولوجيا النانو لاسطح المنشأت المعدنية وفقا لبيئتها المختلفة لتحقيق الكفاءة الوظيفية لعناصر المنشأت المعدنية .
- يوصى فى المؤسسات الصناعية الخاصة بصناعة المنشأت المعدنية بأن يتوافر لديها التطبيقات الحديثة لمعالجة اسطح المنشأت.
- يوصى بمراعاة الاخطار الناجمة عن استخدام تكنولوجيا النانو فى مصانع المنشأت المعدنية المستخدم فى معالجة اسطحها هذه التكنولوجيا لما فيها من اضرار على البيئة ان لم تستخدم بشكل صحيح.

المراجع :

المراجع العربية :

- شالة, عبد الواحد -(٢٠٢٠)- الخصائص الميكانيكية ومقاومة التآكل لطلاء النيكل Ni المدعم بجزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم Tio2 و المحضر بتقنية الترسيب الكهربائي باستخدام التيار النبضي .الجزائر: مجلة العلوم والتكنولوجيا
- . shalat, eabd alwahid -(2020)- alkhasayis almikanikiat wamuqawamat altakil litila' alnaykal Ni almudaeam bijuzayyaat thunayiyi 'uksid altiytanyum Tio2w almahdar bitaqniat altarsib alkahrabayiyi biaistikhdam altayaar alnabdi. aljazayar: majalat aleulum waltiknulujia
- قجوج,ايمان , قرى,حنان -(٢٠٢١)- تحضير وسلوك تأكل الطلاء Ni والطليات المركبة Ni-Tio2-Al2O3 الثلاثية . الجزائر: جامعة محمج خيضر بسكرة(قسم علوم المادة).
- qajuji, ayman, qaraa, hnan -(2021)- tahdir wasuluk takul altila' Ni waltuliaat almurakabat Ni-Tio2-Al2O3 althulathia. aljazayar: jamieat muhmaj khaydar bisikratin (qasam eulum almadati).

• محمد,لجين -(٢٠١٦)- أنواع المنشآت الفولاذية واستخداماتها المعاصرة- سوريا: كلية الهندسة - قسم مدنى - بجامعة حماه .

• muhamadu, lijayn -(2016)- 'anwae almunshat alfuladhiat waistikhdamatuha almueasirati- suria: kuliyat alhandasat - qism mudnaa - bijamieat hamah.

• العوامى,محمد , عيد, ياسر -(٢٠٢٠)- توجيه المصمم لأختيار الطريقة الملائمة لمعالجة وإنهاء سطح المنتج المعدني - مصر: الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية .

• aleawamaa, muhamad, eida, yasir -(2020)- tawjih almusamim li'ukhtiar altariqat almulayimat limuealajat wa'iinha' sath almuntaj almaedinii - masira: aljameiat alearabiat lilhadarat walfunun al'iislamia.

• متولى,محمد , شفيق,عماد , سعيد,احمد -(٢٠٢١)- اعتبارات الكفاءة البيئية والاقتصادية للمنشأ المعدني الخفيف بالمجال الصناعي وفقا لمبادىء الاستدامة .مصر ,القاهرة: مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية.

• mutawalia, muhamad, shafiq, eimad, saeid, ahamad -(2021)- aietibarat alkafa'at albiyiyat walaiqtisadiat lilmansha almaedinii alkhafif bialmajal alsinaeii wifqan limubadaa' alaistidamati. misr, alqahirat: majalat aleimarat walfunun waleulum al'iinsaniati

المراجع الاجنبية :

• B. Ranjith, G. P- (2010)-nanocomposite coating - Applied Surface Science.

• Kramer, E. J. -(2001)-Encyclopedia of Materials: Science and Technology- USA: University of Virginia, Charlottesville, Virginia, USA.

• Yadong Yin, Y. L-(2023)- Encyclopedia of Nanomaterials.

• Yli-Pentti, A-(2014).-Comprehensive Materials Processing,Volume 4. -USA: Colorado School of Mines, Golden, CO, USA.

المواقع الالكترونية :

• arabic.tobo-group- (2019)-arabic.tobo-group. Retrieved from arabic.tobo-group: **https://arabic.tobo** -group.com/sale-31583802-weld-neck-nickel-alloy-metal-flange-astm-uns-n08800-8-class-300.html .

• ISE- ISE-(2016)- Retrieved from ISE: **https://ar.institut** -seltene-erden.de/ise-nickel-herstellung-vorkommen-verwendung/.

• Metal, L- Lienchy Metal-(2022)- Retrieved from https://www.lienchy.com/ar/category/anti-finger-print-SUS_NanoCeramicCoating_Finished.html.

• Parts, T. o- kellertechnology-(2022)- Retrieved from .kellertechnology: **www.kellertechnology.com** .