

Global Alliance to
Eliminate Lead Paint



مرفق البيئة العالمي (صندوق البيئة العالمي) 9771: أفضل الممارسات العالمية بشأن قضايا سياسة المواد الكيميائية الناشئة التي تثير القلق في إطار النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية

المكون 1: تشجيع العمل التنظيمي والطوعي من قبل الحكومة والصناعة للتخلص التدريجي من الرصاص في الدهان

المبادئ التوجيهية الفنية لإعادة تركيب (صياغة) الدهانات المحتوية على الرصاص

الفهرس

1	المقدمة	2
2	ملخص	3
3	الشروط والتعاريف	5
4	الرصاص في الدهان	7
4-1	الخصائص الخطرة لمركبات الرصاص المستخدمة في الدهانات	9
5	عملية الاستبدال	11
5-1	تحديد البدائل الممكنة	12
5-2	تقييم البدائل المحتملة	13
6	إحلال (إستبدال) الخضابات المحتوية على الرصاص	15
6-1	نظرية اللون	16
6-2	مؤشر اللون	17
6-3	عملية التشتيت	18
4-6	إحلال خضاب الرصاص الأحمر المقاوم للتآكل (PR 105)	23
5-6	إحلال بدائل الرصاص الأبيض (PW1)	27
6-6	إحلال (إستبدال) كرومات الرصاص الثنائي (PY 34) و كبريتات موليبدات كرومات الرصاص (PR 104) ⁷	27
7	إحلال (إستبدال) المجففات المحتوية على الرصاص	58
7-1	دور وتركيب المجففات	58
7-2	خصائص المجففات المختارة	60
7-3	فقدان القدرة على الجفاف	63
7-4	تقييم البدائل	64
7-5	إعادة صياغة تركيبة الدهان	68
	الخاتمة	72
	الملحق 1 - نصائح لإيجاد معلومات عن البدائل الأقل خطورة	74
	الملحق 3 - التركيبات (الصياغات)	75
	الملحق 4 - قائمة المزودين	83

التحالف العالمي للقضاء على الدهان المحتوي على الرصاص (التحالف أو تحالف الطلاب المحتوي على الرصاص) هو شراكة طوعية شكلتها الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الصحة العالمية لمنع التعرض للرصاص من خلال تشجيع التخلص التدريجي من الدهانات التي تحتوي على الرصاص. تحالف الدهان المحتوي على الرصاص الموجه من قبل المجلس الاستشاري الذي ترأسه وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) ويتألف من ممثلين حكوميين من كولومبيا وجمهورية مولدوفا وكينيا وتايوان وممثلين من الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة (IPEN)، والتحالف الصحي والبيئي (HEAL)، والمجلس الدولي للدهان وحرر الطباعة (IPPIC)، ومبادرة رابطة المحامين الأمريكية لسيادة القانون (ABA-ROLI)، و (AkzoNobel) وهي شركة متعددة الجنسيات لصناعة الدهانات، و (Boysen) وهو مصنع دهان آسيوي، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO).

الغاية الأساسية للتحالف هو منع تعرض الأطفال للدهانات المحتوية على الرصاص والتقليل إلى أدنى حد ممكن من الدهان المحتوي على الرصاص في بيئة العمل. الهدف العام هو التخلص التدريجي من تصنيع وبيع الدهانات المحتوية على الرصاص والقضاء على مخاطر التسمم بالرصاص. وفي سبيل تحقيق هذا الهدف يركز التحالف جهوده على تشجيع إنشاء الأطر التنظيمية الوطنية المناسبة التي من شأنها إيقاف تصنيع واستيراد وتصدير وبيع منتجات الدهان المحتوي على الرصاص والمنتجات المطلوبة بالدهان المحتوي على الرصاص. ويهدف التحالف إلى أن يكون لدى جميع البلدان تشريعات من شأنها أن تعمل على حظر الدهان المحتوي على الرصاص بحلول عام 2020 (1).

وفقاً للتحالف، وحتى أيلول 2018، يوجد 71 دولة لديها ضوابط ملزمة تشريعياً للحد من إنتاج واستيراد وبيع الدهان المحتوي على الرصاص، والتي تمثل 36.8 ٪ من كافة البلدان. ومع ذلك، هنالك ما يصل إلى مائة دولة من الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط لم تضع بعد قيوداً تشريعية على مستويات الرصاص في الدهان، و بعض الدول الأخرى لديها حدود مرتفعة جداً لمستويات الرصاص في الدهان لا تحمي الصحة العامة أو لديها ثغرات في تطبيق قوانين الرصاص في الدهان .

للمساعدة في تعزيز القوانين المتعلقة بمستويات الرصاص في الدهان (التي تعرف بأنها تشريعات أو تعليمات أو مواصفات إلزامية، شريطة أن يكون القانون يتضمن أحكام إنفاذ وعقوبات لعدم الامتثال)، يدعم مرفق البيئة العالمي (GEF) مشروع النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية (SAICM) بشأن أفضل الممارسات العالمية لقضايا السياسات الكيميائية الناشئة المثيرة للقلق. ويتعلق المكون الأول من المشروع بالتخلص التدريجي من الرصاص في الدهان (المشار إليه فيما بعد باسم مشروع الدهان المحتوي على الرصاص التابع لمرفق البيئة العالمي). وسيعمل المشروع مع الحكومات على تشجيع قوانين الرصاص في الدهان، ومع الشركات الصغيرة و المتوسطة الحجم (SMEs) للعمل على إعادة صياغة تركيبة الدهان المحتوي على الرصاص.

تم تطوير هذه المبادئ التوجيهية لإعادة صياغة نسب الرصاص في الدهان كجزء من أعمال النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية ومرفق البيئة العالمي لمشروع الرصاص في الدهان لتوفير المعلومات حول إعادة صياغة تركيبة الدهان. كما تتضمن هذه المبادئ التوجيهية معلومات عن المواد الأخرى التي تم تطويرها من قبل التحالف العالمي للقضاء على الرصاص في الدهان لتشجيع قوانين الدهان المحتوي على الرصاص، مثل القانون النموذجي والإرشادات بشأن تنظيم استخدام الدهان المحتوي على الرصاص (أو القانون النموذجي) (3). تم تطوير القانون النموذجي لتزويد

الدول بالإرشادات حول كيفية تطوير قوانين جديدة أو تعديل القوانين الحالية. كما يمكن للدول استخدام القانون النموذجي للمساعدة في تطوير قوانينها الخاصة، وفقًا للأطر التشريعية القائمة والظروف الوطنية الأخرى.

استخدمت الدول التي سنت قوانين للحد من محتوى الرصاص في الدهان بشكل عام أحد النهجين التاليين: (1) وضع مجموعة من الحدود التنظيمية الخاصة بالمواد الكيميائية استنادًا إلى مخاطر مركبات الرصاص الفردية التي تستخدم كخضابات أو مضافات في الدهان (تستخدم حاليًا في نظام (REACH) التابع للاتحاد الأوروبي) أو (2) وضع حد تنظيمي واحد للتركيز الكلي للرصاص في الدهان من جميع المصادر، وقد نجح كلا النهجين في الحد من محتوى الرصاص في الدهان.

يوصي القانون النموذجي بوضع حد تنظيمي واحد للتركيز الكلي للرصاص في الدهان. والذي يحدد الأهداف الرئيسية التالية لقانون عملي للدهان المحتوي على الرصاص:

- منع تصنيع وبيع واستيراد الدهان الذي يحتوي على مستويات رصاص فوق الحد القانوني المحدد؛

- تطوير طرق للامتثال والإنفاذ؛

- تحديد المسؤوليات والترتيبات المؤسسية لإدارة وإنفاذ قانون الدهان المحتوي على الرصاص.

يقترح القانون النموذجي أحكامًا تشريعية لحظر بيع الدهان أو عرضه للبيع أو صنعه للبيع وتوزيعه والاتجار به و استيراده في حال تجاوزه الحد القانوني المقرر لمستويات الرصاص. الحد القانوني المقترح هو 90 ملغم/كغ، بناءً على وزن المحتوى غير المتطاير للدهان (وزن طبقة الدهان الجافة). تم اقتراح هذا الحد لكونه يوفر أفضل حماية صحية ممكنة، إضافة لكونه ممكنًا من الناحية التقنية. يوصي القانون النموذجي بأن تضمن الصناعة (المصنعون والموزعون والمستوردون) أن مستوى الرصاص في الدهان أقل من الحد المسموح به. وينبغي على الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم أن لا تستخدم أي مضافات تحتوي على الرصاص وينبغي أن تسعى لضمان مستويات منخفضة من الرصاص في المواد الخام.

توفر هذه المبادئ التوجيهية التقنية أداة لمساعدة الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم للوصول إلى حد قانوني منخفض للمحتوى الكلي للرصاص في الدهان من خلال تطوير تركيبات لا تستخدم عن قصد أي من مركبات الرصاص ، كما تأخذ بعين الاعتبار محتوى الرصاص المتبقي المحتمل في المواد الخام.

2. ملخص

تم تطوير هذه المبادئ التوجيهية التقنية للمساعدة في التعامل مع كل من القيود القائمة على قدرات الشركات والمعوقات التقنية التي تحول دون استبدال مركبات الرصاص في الدهانات مع التركيز على احتياجات الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم من أجل إعادة صياغة تركيبة الدهان بفعالية وكفاءة.

يُعرّف الدهان بأنه مادة خضاب للتغطية وتشكّل، عندما يتم تطبيقها على الأسطح (الركائز) (فلمًا) جافًا معتمًا له خصائص واقية أو زخرفية أو تقنية محددة. تلبى الدهانات خواص تقنية متعددة مثل المقاومة الكيميائية أو مقاومة الظروف الجوية، وتأثير الإشارة أو التمويه، والمؤثرات الزخرفية، والعزل أو الخصائص الموصلة، وخصائص مضادة للجراثيم، وما إلى ذلك. يتم صياغة تركيبة الدهان أيضًا للتكيف مع مجموعة متنوعة من الأسطح وطرق التطبيق. وبما أن هناك العديد من

التركيبات الأولية المختلفة المحتوية على الرصاص فيما يتعلق باللون وخصائص الدهان الأخرى، فإن هذه المبادئ التوجيهية التقنية توفر فقط معلومات عامة عن عمليات إعادة صياغة تركيبة الدهان. سيتم تقديم تحليلات متعمقة وبيانات أكثر تحديداً من خلال المشاريع التجريبية للشركات المشاركة في مشروع التخلص من مركبات الرصاص في الدهان والممول من مرفق البيئة العالمي ، وفقاً لاحتياجاتها المحددة.

وتتفق المصطلحات المتعلقة بالدهان في هذه المبادئ التوجيهية التقنية مع المواصفات الدولية (ISO 4618: 2014) .

تتكون تركيبة الدهان من عدد كبير من المكونات مثل المواد الرابطة والمواد المضافة والملدنات والمائات والخضابات. يتم تحديد أداء الدهان بشكل أساسي من خلال المواد الخام المكونة (للفلم)، ومع ذلك ، فإن الخضابات، والمواد المائنة و المضافات وعمليات الإنتاج السليمة وأساليب التطبيق هي أيضاً عوامل مهمة يجب مراعاتها. ومن المتطلبات الهامة لهذه المكونات أن لا تكون خطرة على صحة الإنسان والبيئة.

تتطلب مركبات الرصاص في الدهانات (في الغالب خضابات ومجففات) متطلبات تقنية صارمة، ولكنها مع ذلك تشكل خطراً على البيئة وصحة الإنسان. وينبغي للشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم أن لا تستخدم أي مواد خام تحتوي على الرصاص ويجب أن تسعى لضمان مستويات منخفضة من الرصاص في مكونات المواد الخام. ومع ذلك، ينبغي أن يكون لبدائل مركبات الرصاص المستخدمة أقل الخصائص الخطرة الممكنة.

وتشير المبادئ التوجيهية التقنية إلى مخاطر مركبات الرصاص وبدائلها وذلك حسب اتفاقيات النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية (GHS). يسهل نظام (GHS) تعريف وتصنيف أخطار المنتجات الكيميائية، ويوفر المعلومات المتعلقة بالصحة والسلامة عن طريق بيانات السلامة الموجودة على الملصقات وصحيفة بيانات سلامة المادة. تم وضع هذا النظام تحت رعاية الأمم المتحدة، والهدف من ذلك هو إنشاء نظام متوافق لتصنيف الأخطار، ووضع الملصقات وصحائف بيانات السلامة (SDS) على الصعيد العالمي.

تُستخدم اتفاقيات النظام العالمي المتوافق لوضع الملصقات لبيان الأخطار وتمكين الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم من الاختيار من بين البدائل المتاحة.

وتبدأ المبادئ التوجيهية بوصف موجز للخصائص الخطرة للرصاص ومركبات الرصاص المستخدمة في تركيبات الدهان (الفصل الرابع، القسم 4-1).

تعتبر مركبات الرصاص المستخدمة في الدهانات خطرة للغاية على صحة الإنسان والبيئة وينبغي أن تكون لها الأولوية في عملية الاستبدال. كما ينبغي أن يؤدي التحول إلى البدائل إلى تقليل المخاطر الكلية على صحة الإنسان والبيئة. ويقدم الفصل الخامس إرشادات بشأن النهج العام والخطوات في عملية الاستبدال لمساعدة الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم على اختيار بدائل ليست خطرة أو أقل خطورة من مركبات الرصاص التي ترغب في استبدالها.

بالإضافة إلى توفير اللون وتشكيل المؤثرات وتوفير قوة التغطية ، هنالك مطالب فنية أخرى يجب أن يليها الخضاب، بما في ذلك عدم القابلية الكاملة للذوبان في البيئة المحيطة ، وثبات جيد للتعرض للضوء والظروف الجوية، ومقاومة الحرارة، وعدم التأثير بالمواد الكيميائية وكذلك خصائص السلامة البيئية والصحية. يعرض الفصل السادس خصائص

الخضابات البديلة. على سبيل المثال تتم مقارنة الخصائص المضادة للتآكل للخضابات البديلة مع الخصائص المضادة للتآكل لأكسيد الرصاص.

إن عملية إعادة صياغة تركيبة الطلاء النهائي تتطلب تطابق الألوان، لذا تم عرض موجز عن نظرية اللون. لتوفير التوجيه حول وظيفة التدرج اللوني والشفافية والصفاء اللوني للخضابات، سيتم عرض المقارنة اللونية لبدائل (PY 34) و(PR 104). كما سيتم مقارنة الديمومة، والتشتيت، والثباتية الحرارية، والنضوح، والاحتفاظ باللمعة، والتوافر، والجوى الاقتصادية وخصائص البيئة والصحة والسلامة.

نظرًا لأن ألوان الدهان وخصائصه تعتمد بدرجة كبيرة على عملية التشتيت و مضافات التشتيت، تم التطرق لهذا بشكل مختصر في هذا الفصل.

وأخيرا ، يقدم الفصل السابع معلومات عن وظيفة وأنواع المجففات، وبدائل المجففات المحتوية على الرصاص. للمزيد من المعلومات يمكن الاطلاع على قائمة المراجع المرفقة.

3. الشروط والتعاريف

المضاف (Additive) (ISO 4618: 2014) أي مادة، تضاف بكميات صغيرة إلى مادة طلاء، لتحسين أو تعديل خاصية أو أكثر من الخصائص

النضوح (Bleeding) (ISO 4618:2014) - نقل مادة ملونة من مادة إلى مادة أخرى على اتصال بها، مما قد ينتج عنه تلطix أو إزالة للون (تغير باللون) غير مرغوب

مواد الطلاء (Coating material) (ISO 4618: 2014) - منتج في صورة سائلة أو عجينة أو مسحوق، والذي، عند تطبيقه على الأسطح (الركائز)، يشكل طبقة لها خصائص واقية و / أو زخرفية و / أو غيرها من الخصائص المحددة.

صفاء اللون (Chroma) نقاء أو كثافة اللون الذي يمكن وصفه أو رؤيته على أنها ألوان: "متسخة" أو "مغسولة" في المظهر العام.

اللون (Colour) (ISO 4618: 2014) () - الإحساس الناتج عن إدراك ضوء تكوين طيفي معين من قبل العين البشرية (ملاحظة: يتميز اللون بالدرجة، والصفاء ، والإضاءة (الضياء)).

التآكل (Corrosion) (ISO 8044:2015) () التفاعل الكيميائي الفيزيائي بين المعدن وبيئته مما يؤدي إلى تغييرات في خصائص المعدن، والتي قد تؤدي إلى إعاقة كبيرة في وظيفة المعدن أو البيئة أو النظام التقني والتي تشكل جزءًا منها.

مثبطات التآكل (Corrosion inhibitor) (ISO 8044:2015) - مادة كيميائية عندما تكون موجودة في نظام التآكل بتركيز مناسب تقلل من معدل التآكل، دون تغيير كبير في تركيز أي عامل تآكل.

التركيز الحجمي الحرج لمواد الخضاب (Critical pigment volume concentration) (ISO) (CPVC) (4618: 2014) - قيمة تركيز حجم الخضاب الذي تمتلئ فيه الفراغات بين الجزيئات الصلبة بالرابط، و فوق هذا التركيز يتم تغيير خصائص معينة من (الفلم) بشكل ملحوظ.

اللون المتسخ أو الباهت (Dirty or dull colour) لون بصفاء منخفض.

الديمومة (Durability) (ISO 4618:2014) - قدرة الطلاء على مقاومة الأثار البيئية الضارة.

الأصباغ (Dyestuff) (ISO 4618: 2014) مواد التلوين، والقابلة للذوبان في وسط التطبيق.

الطفو (Floating) (ISO 4618: 2014) - فصل واحد أو أكثر من الخضابات من مواد الطلاء الملونة مما يتسبب في ظهور خطوط أو مناطق ذات لون غير متساو (غير منتظم) على سطح الطلاء.

التلبد (Flocculation) (ISO 4618: 2014) - تشكيل خضابات ومواد مائنة ضعيفة التماسك تظهر كتكتلات في مادة طلاء.

فيضان الدهان (Flooding) (ISO 4618:2014) - حركة جزيئات الخضاب في طلاء سائل ينتج لونها، على الرغم من كونه موحداً على السطح كله، إلا أنه يختلف اختلافاً ملحوظاً عن لون (الفلم) الرطب المطبق حديثاً.

مادة مائنة (Extender) مادة على شكل حبيبيات أو مسحوق، غير قابلة للذوبان في الوسط وتستخدم لتعديل أو التأثير على بعض الخصائص الفيزيائية.

المالي (Filler) مادة طلاء ذات نسبة عالية من المواد المائنة، تهدف في المقام الأول إلى تمهيد عدم الانتظام في الأسطح ليتم دهنها وتحسين مظهرها السطحي.

ملاحظة 1 للتوضيح : يستخدم مصطلح "مالي" على نطاق واسع أيضاً بمعنى المادة المائنة.

قوة التغطية (Hiding power) (ISO 4618: 2014) - قدرة الطلاء على طمس اللون أو اختلافات اللون على السطح.

تشدّف (Metamerism) (ISO 4618:2014) - ظاهرة يتم إدراكها عند وجود عينتين لهما نفس اللون تحت مصدر إضاءة، ولكن لهما انعكاسات طيفية ومنحنيات إرسال مختلفة.

الدهان (Paint) (ISO 4618: 2014) مادة طلاء مخضبة والتي عند تطبيقها على السطح، تشكل (فلمًا) معتمًا وجافًا له خصائص واقية أو زخرفية أو تقنية محددة.

الخضاب (Pigment) (ISO 4618: 2014) ملون يتكون من جزيئات غير قابلة للذوبان في وسط التطبيق (مثل مواد الطلاء أو البلاستيك).

التركيز الحجمي للخضاب (Pigment volume concentration) (ISO 4618: 2014) (PVC) - يعبر عنها كنسبة مئوية، من إجمالي حجم الخضاب و/ أو المادة المائنة و / أو غيرها من الجزيئات الصلبة التي لا تشكل (الفلم) في المنتج إلى الحجم الإجمالي للمادة غير المتطايرة.

المواد الخام (Raw material) المواد التي تستخدم كمدخلات في التصنيع.

تاريخيًا، تمت إضافة مركبات الرصاص إلى الدهانات الزخرفية والصناعية وغيرها من الطلاءات لتعزيز اللون، والحد من التآكل على الأسطح المعدنية أو تقصير زمن الجفاف. اليوم أصبحت الخضابات والمجففات غير المحتوية على الرصاص متاحة على نطاق واسع للاستخدام في الدهانات. ويمكن أيضًا أن تحتوي المكونات المستخدمة في الدهان على مستويات عالية من الرصاص الموجودة فيها بشكل طبيعي. بعد تطبيق الطلاء المحتوي على الرصاص، تؤدي عمليات التجوية والتفتت أو التنشيط للدهان إلى إطلاق جزيئات الرصاص في الغبار والترية داخل وحول المنازل والمدارس والملاعب والمواقع الأخرى. وتم تحديد الدهان الزخرفي المستخدم منزليًا بوصفه المصدر الرئيس لتعرض الأطفال للرصاص الموجود في الدهانات. يمكن أيضًا جلب الغبار المحتوي على الرصاص إلى الأسر على ملابس الأشخاص الذين يعملون في الصناعات التي يتولد فيها هذا الغبار، بما في ذلك مصانع الدهانات التي ما زالت تستخدم مركبات الرصاص.

فالتربة والغبار الملوثان بالرصاص يتم تناولهما بسهولة وامتصاصهما، وخاصة من قبل الأطفال الصغار أثناء اللعب على الأرض أو في الهواء الطلق وعندما يضعون أيديهم أو أشياء أخرى في أفواههم. كما يمكن للأطفال تناول الرصاص من خلال اللعب المطيلية بالدهان المحتوي على الرصاص. قد يتعرض كل من الأطفال والبالغين للرصاص الموجود في رقائق الدهان والغبار عند إزالة الدهان القديم المحتوي على الرصاص.

لا يوجد مستوى معروف من التعرض للرصاص يمكن اعتباره آمنًا. يمكن أن يسبب الرصاص ضررًا دائمًا للدماغ والجهاز العصبي، مما يؤدي إلى انخفاض معدل الذكاء وازدياد المشاكل السلوكية. وقد يسبب التعرض للرصاص فقر الدم أيضًا، ويزيد من مخاطر تلف الكلى وارتفاع ضغط الدم، ويضعف الوظيفة الإنجابية. الأطفال الصغار والنساء الحوامل (اللواتي قد تتعرض الأجنة لديها والتي ما زالت في مرحلة النمو) معرضون بشكل خاص للآثار الضارة للرصاص. حتى أن مستويات التعرض المنخفضة نسبيًا يمكن أن تسبب أضرارًا عصبية خطيرة غير قابلة للشفاء. وقد قدر معهد المقاييس الصحية والتقييم استنادًا إلى بيانات عام 2016، أن التعرض للرصاص قد تسبب في حدوث 540.000 حالة وفاة وفقد 13.9 مليون سنة بسبب العجز والوفاة الناتجة عن قضايا صحية طويلة الأجل (معهد المقاييس الصحية والتقييم GBD).

إن التأثير السلبي على نمو أدمغة الأطفال الناتج عن التعرض للرصاص له تكاليف اقتصادية باهظة يتحملها الأطفال المتضررون وأسرهم ومجتمعاتهم ككل. وتشمل هذه التكاليف: تكاليف الرعاية الصحية، والخسائر في الإنتاجية، والإعاقة الذهنية. وتحمل البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل أكبر عبء اقتصادي للتعرض للرصاص. تقدر التكاليف السنوية (بالدولار الدولي) للتعرض للرصاص في العالم، استنادًا إلى فقدان معدل الذكاء، ما يلي: أفريقيا: 134.7 مليار دولار؛ أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي: 142.3 مليار دولار؛ وآسيا: 699.9 مليار دولار. وللاطلاع على التكاليف السنوية حسب البلد، يمكن زيارة خريطة جامعة نيويورك للتكاليف الاقتصادية للتعرض للرصاص (التكاليف الاقتصادية للتعرض للرصاص في جامعة نيويورك):

[.https://med.nyu.edu/pediatrics/research/environmentalpediatrics/leadexposure](https://med.nyu.edu/pediatrics/research/environmentalpediatrics/leadexposure)

قد تكون تكلفة إزالة الدهانات الزخرفية المحتوية على الرصاص عن الأسطح في المنازل والمدارس والمباني الأخرى كبيرة. وعلى النقيض من ذلك، فإن التكلفة الاقتصادية للتخلص من استخدام مركبات الرصاص في الدهانات الزخرفية

الجديدة منخفضة. في الواقع، نجحت العديد من الشركات المصنعة بالفعل في إعادة صياغة تركيبات منتجات الدهان الخاصة بهم لتجنب الإضافة المتعمدة للرصاص. وفقا لصناعة الدهانات، فإن إعادة صياغة تركيبية الدهانات المنزلية والزخرفية للتخلص من مركبات الرصاص أمر قابل للتنفيذ، ويمكن إدارة الآثار التقنية والتكاليف. وعلى نحو متزايد فإن منتجي الدهانات يصرحون للعموم بأنه بات ممكناً إزالة مركبات الرصاص من جميع أنواع الدهانات.

وعلى نحو متزايد، تتطلع الحكومات في جميع أنحاء العالم إلى وضع قوانين للقضاء على الرصاص في الدهان. وينبغي أن يكون مصنعو الدهانات على علم بهذه الأنشطة في بلدانهم أو في البلدان التي يصدرن إليها منتجاتهم، من أجل توجيه قراراتهم بشأن إعادة صياغة تركيبية الدهانات.

الرصاص هو معدن سام موجود بشكل طبيعي في القشرة الأرضية، وقد أدى استخدامه على نطاق واسع إلى تلوث بيئي شامل، وإلى التعرض البشري وقضايا هامة تتعلق بالصحة العامة في أجزاء كثيرة من العالم. وقد حددت منظمة الصحة العالمية الرصاص كواحد من عشر مواد كيميائية كمصدر قلق رئيس للصحة العامة.

كما أن الرصاص المنبعث في البيئة من أي مصدر، بما في ذلك من الدهانات المحتوية على الرصاص، سام أيضاً للنباتات والحيوانات والكائنات الحية المجهرية. في جميع الحيوانات التي خضعت للدراسة، تبين أن الرصاص يسبب آثاراً ضارة في العديد من الأعضاء وأجهزة الجسم، بما في ذلك الدم والجهاز العصبي المركزي، والكلية، والجهاز التناسلي والجهاز المناعي. يتراكم الرصاص حيويًا في معظم الكائنات الحية، مع التعرض البيئي الذي يحدث من خلال مصادر ومسارات متعددة.

في ما يلي حقائق رئيسة عن الرصاص وفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO): :

- الرصاص مادة سامة تراكمية تؤثر على أجهزة الجسم المتعددة وهي ضارة بشكل خاص على الأطفال الصغار لأن أجسامهم لها القدرة على امتصاص الرصاص بمقدار 4-5 أضعاف قدرة أجسام البالغين.

- يتوزع الرصاص في الجسم على الدماغ والكبد والكلية والعظام. يتم تخزينه في الأسنان والعظام، ويتراكم مع مرور الزمن. عادة ما يتم تقييم التعرض البشري من خلال قياس تركيز الرصاص في الدم.

- ينطلق الرصاص المخزن في العظام إلى الدم أثناء الحمل ويصبح مصدرًا للتعرض بالنسبة للجنين الذي يكون في مرحلة النمو.

- لا يوجد مستوى معروف من التعرض للرصاص يمكن اعتباره آمناً.

- يمكن الوقاية من التعرض للرصاص. والتخلص من التعرض للرصاص عند مصدره هو أكثر الإجراءات فعالية لحماية الناس والبيئة من الآثار الضارة للرصاص.

يعرض الجدول التالي المواد الخام المستخدمة في الدهانات والتي قد تحتوي على مركبات الرصاص.

الجدول رقم (1): المواد الخام التي قد تحتوي على مركبات الرصاص

نوع الدهان	الخضابات	الموائى	المجففات
دهان أساس وطلاء نهائي الذي	X	X	X

نوع الدهان	الخضابات	الموائى	المجففات
يجف في الهواء			
دهان أساس، وقواعد أخرى	X	X	
معجونة أساس		X	
طلاء نهائي وقواعد اخرى	X	X	

تجدر الإشارة إلى أن الموائى الاصطناعية لا تحتوي على مركبات الرصاص، ولكن الموائى غالبًا ما تكون مواد خام طبيعية وقد تحتوي على مركبات رصاص. وباستخدام هذه الموائى، يمكن إضافة مركبات الرصاص من غير قصد. وقد تكون الدهانات أيضًا ملوثة عن غير قصد بمركبات الرصاص عندما تحتوي الخضابات الطبيعية، مثل أكاسيد الحديد، على الرصاص.

وهناك إمكانية لتلوث الدهان بالرصاص أثناء الإنتاج أيضًا، وذلك إذا استخدمت نفس المعدات لإنتاج دهان خال من الرصاص بعد إنتاج الدهان الذي يحتوي على الرصاص دون تنظيف المعدات.

1-4 الخصائص الخطرة لمركبات الرصاص المستخدمة في الدهانات

يعرض الجدول التالي الخصائص الخطرة لأكثر مواد الدهان الخام استخدامًا والتي تحتوي على الرصاص.

الجدول رقم (2):- الخصائص الخطرة لمركبات الرصاص المستخدمة في الدهانات

بيانات الأخطار حسب (GHS)	مؤشر اللون*	رقم المادة الكيميائية (CAS #)
الخضابات		
H350: قد يسبب السرطان H360: قد يضر بالخصوبة أو بالجنين H373: قد يضر بالأعضاء من خلال التعرض الطويل أو المتكرر H400: شديد السمية للحياة المائية	خضاب أحمر 104	كرومات الرصاص كبريتات الموليبدات الحمراء (PbCrO ₄) (CrH ₂ O ₄ .Pb) (12656-85-8)
H410: شديد السمية للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	خضاب أصفر 34	كرومات الرصاص (PbCrO ₄)/ (7758-97-6)
	خضاب	كروم أخضر (خليط من

	أخضر 15	كرومات الرصاص و الحديد الأزرق)
	خضاب أخضر 48	كروم أخضر ثابت؛ خضاب أخضر 48 (خليط من كرومات الرصاص وفثالوسيانين الأزرق)
H272: قد يزيد شدة النار؛ مؤكسد H302: ضار إذا تم ابتلاعه H332: ضار إذا تم استنشاقه H351: يشتبه في تسببه بالسرطان H360: قد يضر بالخصوبة أو بالجنين H372: يضر بالأعضاء من خلال التعرض الطويل أو المتكرر H410: شديد السمية للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	خضاب أحمر 105	أكسيد الرصاص الرباعي - (Pb ₃ O ₄) (1314-41-6)
H302: ضار إذا تم ابتلاعه H332: ضار إذا تم استنشاقه H360: قد يضر بالخصوبة أو بالجنين	خضاب أصفر 46	أول أكسيد الرصاص (PbO) (1317-36-8)
H373: قد يضر بالأعضاء من خلال التعرض الطويل أو المتكرر H400: شديد السمية للحياة المائية H410: شديد السمية للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	خضاب أبيض 1	الرصاص الأبيض (2PbCO ₃ ×Pb(OH) ₂) (37361-76-5)
المجففات		
H302: ضار إذا تم ابتلاعه H332: ضار إذا تم استنشاقه H360: قد يضر بالخصوبة أو بالجنين	/	أوكتات الرصاص (C ₁₆ H ₃₀ O ₄ Pb) (7319-86-0)
H373: قد يضر بالأعضاء من خلال التعرض الطويل أو المتكرر H400: شديد السمية للحياة المائية H410: شديد السمية للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	/	نفثينات الرصاص (C ₂₂ H ₁₄ O ₄ Pb) (61790-14-5)

*يحدد مؤشر اللون (CI) كل خضاب من خلال إعطائه اسم مؤشر لون خاص به ورقم مؤشر لون خاص به (انظر القسم 6-2).

هناك العديد من المنتجات في السوق التي يمكن أن تحل محل هذه المواد الخام لإنتاج الطلاء.

5. عملية الاستبدال

وقد اعترفت الشركات بأن إنفاذ القانون هو المحرك الرئيس لضمان استبدال المواد الكيميائية الخطرة. ومع ذلك ، فإن العديد من الشركات والمنظمات الأخرى قد ذهبت إلى أبعد من هذا الأمر بحيث قامت بإدخال معايير أخرى ، مثل: مستوى المعرفة الفنية لدى الموردين وسياسة المؤسسة ومتطلبات سلسلة التوريد وتكاليف الرعاية الصحية وحماية العمال وحماية البيئة والضغط من الجمهور أو الضغط من العمال ، وغير ذلك.

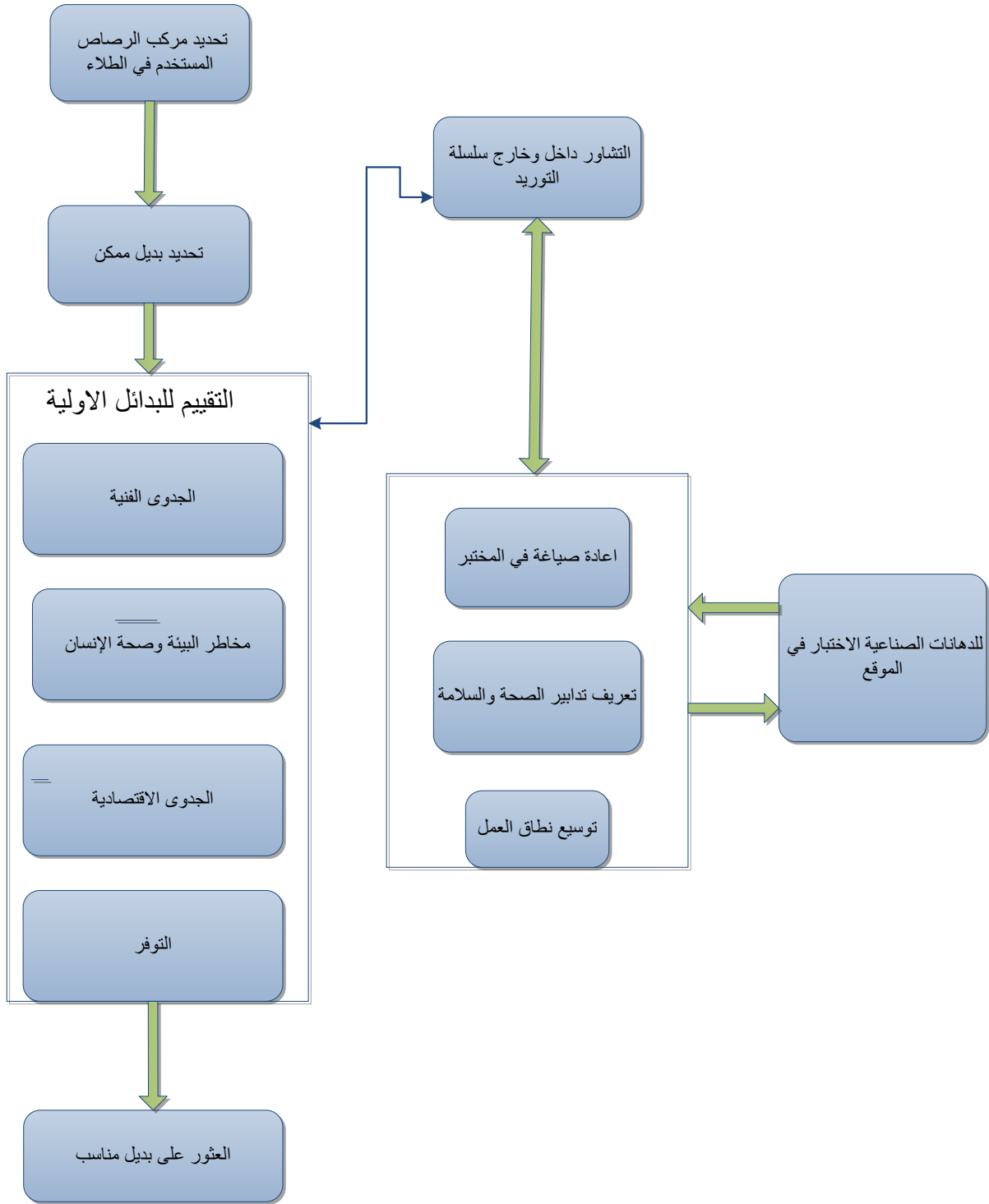
يعتبر الإحلال مبدأً أساسياً للإدارة الجيدة للمخاطر الكيميائية. وينص مبدأ الإحلال للمواد الكيميائية على أنه ينبغي الإحلال بصورة ممنهجة للمواد الكيميائية الخطرة ببدايل أقل خطورة، والأفضل أن تكون هذه البدايل لا يوجد لها مخاطر محددة حتى الآن. كما أن الإحلال لا يؤدي عادة إلى مجرد استبدال مادة كيميائية بأخرى. وقد يؤدي الاختلاف في خصائص المادتين الكيميائيتين (المادة البديلة والمادة الأصلية) إلى نشوء حاجة إلى تغييرات أخرى (تقنية ، وربما تنظيمية أيضاً).

وقد تشمل عملية الإحلال، استبدال للمادة الخطرة، أو استخدام بديل تكنولوجي بدلاً من المادة الأولية، أو استخدام تدبير تنظيمي كبديل لمادة خطرة أو إعادة التصميم الكلي للمنتج .

بالإضافة إلى مركبات الرصاص، هناك العديد من المواد الخام الخطرة الأخرى المستخدمة في صناعة الدهان؛ مثل: المذيبات (مذيبات النفط ، والتولوين)، المضافات (الملدنات: فثالات ثنائي بيوتيل ، الفورمالديهايد: المادة الحافظة الموجودة في الدهانات التي تخفف بالماء)، وخضابات الكروم سداسي التكافؤ (كرومات الزنك)، ومركبات البروم الموجودة في الدهانات المقاومة للحريق، إلخ.

وقد تساعد المعلومات المقدمة في هذا القسم الشركات من حيث الأنشطة الأخرى المتصلة بإحلال المواد الكيميائية الخطرة.

يقدم مخطط التدفق التالي الخطوات اللازمة لاستبدال الرصاص في الدهانات. و تنطبق هذه الأنشطة على أي مادة كيميائية خطرة ذات خصائص خطيرة معروفة تتوافر لها بدائل في السوق ، ولهذا السبب لا توجد حاجة إلى أي بحث إضافي يتعلق بهذه الخصائص. ستساعد هذه العملية بأن تقوم الشركات طوعياً باستبدال المواد الخام المحتوية على الرصاص أو الوصول إلى حدود تركيز الرصاص القائمة أو المتوقعة (مثلاً، على النحو الموصى به في القانون النموذجي أو كما هو مطلوب من قبل بلدان مثل أوروغواي، وكينيا، والفلبين وغيرها) أو لتلبية متطلبات التخلص التدريجي من مركبات الرصاص المحددة (مثل EU REACH).



الشكل رقم (1): مخطط سير العمليات - الأنشطة في إحلال مركبات الرصاص

1-5 تحديد البدائل الممكنة

المادة البديلة هي بديل ممكن لمادة خطرة بحيث تكون قادرة على استبدال الوظيفة التي تؤديها المادة الأصلية. يعد التواصل الفعال في سلسلة التوريد أمرًا أساسيًا لتحديد المواد البديلة والاستخدام العملي لها. كما يمكن أيضًا الحصول على معلومات عن البدائل الممكنة من خارج سلسلة التوريد.

تبدأ عملية تحديد البدائل من خلال النظر في وظيفة المادة. إن المعرفة المفصلة والمحددة بالوظيفة الدقيقة لاستخدام معين، ستسمح للشركة بالبحث عن طرق أخرى لأداء نفس الوظيفة. ومن الضروري النظر في كيفية تأثير استخدام البديل على المنتجات النهائية من حيث الوظيفة المقصودة. وقد يلزم النظر في خصائص المنتجات النهائية على مدى فترة زمنية أطول. على سبيل المثال، قد تحتاج بعض الدهانات إلى توفير مقاومة للظروف الجوية على مدى عمر المنتج المعين.

من المهم تحديد جميع وظائف المادة لكل استخدام (صناعة معينة أو عميل معين، في بعض الحالات)، بحيث يمكن تحديد البدائل المحتملة التي قد تكون قادرة على استبدال مكافئ للوظيفة المقصودة. و بمجرد تحديد الوظيفة وظروف الاستخدام المحددة بدقة، تصبح المشاورات داخل وخارج سلسلة التوريد أكثر نجاحًا.

يعد التواصل خلال سلسلة التوريد عملية تفاعلية وقد يشمل جميع الأجزاء ذات الصلة من سلسلة التوريد. وهذا أمر مهم في تحديد البدائل الممكنة لجميع الاستخدامات. فمصادر المعلومات المتعلقة بالبدائل الممكنة ضمن سلسلة التوريد ، على سبيل المثال ، هي: المعرفة الخاصة بالشركة (مواصفات المنتج ومتطلبات المستخدم، ومستوى معرفة الموظفين)، والموردون، والمستخدمون، والصناعة أو الجمعيات المهنية. وسيساعد التواصل خلال سلسلة التوريد الشركة على تحديد البدائل الممكنة، وفهم الجدوى التقنية والاقتصادية، والحصول على معلومات عن السلامة وتوافر البدائل.

ويمكن أن يكون من المفيد جمع معلومات عن البدائل الممكنة خارج سلسلة التوريد، مثل المجالات المهنية، ومنظمات البحوث، والمجموعات البيئية، والمنظمات غير الحكومية، والمؤسسات الأكاديمية، وقواعد البيانات [مثل: (SUBSPORT)، نظام (REACH-IT) معلومات ملف المرفق الخامس عشر غير سرية (Non-confidential) (REACH Annex XV dossier information REACH)؛ قواعد بيانات براءات الاختراع] أو الخبراء في هذا المجال.

2-5 تقييم البدائل المحتملة

وعندما يتم تحديد البدائل الممكنة، فإن التحليل هو الخطوة الأولى في عملية تخطيط الإحلال.

ويعتبر البديل مناسبًا إذا كان:

- يوفر وظيفة مكافئة لتلك التي يوفرها مركب الرصاص (عندما تكون الخضابات في الطلاء النهائي هي موضوع البحث، فعادة لا يمكن الحصول على بديل وحيد مناسب ، وبالتالي فإن أكثر من بديل مناسب يمكن استبدالها بالخضاب الأصلي).

- يقلل المخاطر الإجمالية على صحة الإنسان والبيئة، مع مراعاة ملاءمة وفعالية تدابير إدارة المخاطر للشركة .

- مجديًا تقنيًا واقتصاديًا.

- متوفرًا في السوق.

وتتمثل المرحلة الأولى من التحليلات في تقييم الجدوى التقنية. وعند اكتشاف بدائل ممكنة تفي بمتطلبات الوظيفة، من الضروري تحديد فيما إذا كانت عمليات التكيف أو التغييرات ضرورية أم لا. في بعض الأحيان لتحقيق نفس الوظيفة ، يجب معالجة البديل في ظل ظروف مختلفة (انظر القسم 6-6-2).

إذا كان البديل مقبولاً من الناحية الفنية، فإن المرحلة التالية هي تقييم الأخطار والمخاطر على صحة الإنسان والبيئة.⁷ يتألف هذا التقييم من وضع معايير للأخطار والمخاطر المقبولة ومقارنة الخواص الخطرة بين المادة الخطرة (أو الخليط، مثل المجففات) وبدائلها المحتملة.

إن مقارنة الخصائص المتشابهة والتأثيرات بين المواد أو المزائج من تلك المواد لا يكون دائماً بشكل مباشر ولا بسيط. وعندما تصبح الاهتمامات متعلقة بوصف الأخطار أو نقص البيانات، فإن ذلك قد يحتاج إلى تقييم مفصل.

وفيما يتعلق ببيانات الأخطار، ينبغي تحديد الآثار الصحية والبيئية الرئيسة للبدائل، وذلك من أجل تجنب مخاطر معينة والتي لا يمكن السيطرة عليها، والتي تسببها عملية الإحلال. تعد صحيفة بيانات سلامة المادة (MSDS) مصدراً جيداً (هاماً) للمعلومات حول الخواص الكيميائية الخطرة.

تعتبر صحيفة بيانات سلامة المادة (MSDS) وسيلة للتزود بمعلومات شاملة عن المواد أو المزائج المستخدمة كبدايل. ويستخدمها كل من الموظف والعميل كمصدر للمعلومات عن الأخطار، شاملة الأخطار البيئية، وكمصدر للإرشادات حول احتياطات السلامة.

هنالك العديد من الطرق المتطورة لتقييم البدائل، تقسم تلك الطرق إلى تصنيفين⁸:

أ. الطرق التي تجمع بيانات الأخطار، وهي التي تفحص الخواص الخطرة للمواد الكيميائية والتي يجب وضعها في مصفوفة. وينبغي للشركات أن تضع قواعدها الخاصة لتحليل البدائل المختلفة ومقارنتها. ومن هذه الطرق على سبيل المثال: نظام تحليل خيارات منع التلوث (P2OASYS)⁹، وطريقة النظام العالمي المتوافق لتصنيف وترميز المواد الكيميائية¹⁰ (GHS Column Model Method)، وطريقة تقييم بدائل المواد الكيميائية والتابعة لمعهد تخفيض استخدام المواد السامة (TURI)⁵

ب. تستخدم طرق الفحص لتحليل المواد الكيميائية بالاعتماد على أولوية الأخطار المحددة مسبقاً. وهذه تشمل توصيات إنهاء استخدام مواد كيميائية خطيرة معينة وضارة جداً. و تتضمن طرق الفحص هذه أيضاً أدوات لعملية اتخاذ القرار بشأن البدائل.

تشمل هذه الطريقة في هذا التصنيف ما يعرف بالشاشة الخضراء للمواد الكيميائية الأكثر أمناً¹²

قد يكون البديل أكثر أمناً (والمقصود غير مسرطن ولا يسبب الطفرات)، ولكن قد يكون له أخطار أخرى، مثل: التآكل أو القابلية للاشتعال. هذه الأخطار يسهل التحكم بها، حيث أنه من الضروري وصف التدابير اللازمة لإدارة وضبط هذه الأخطار أثناء التطبيق.

يجب أن يكون تقييم البدائل عملية متكررة، حيث أن نتائج التقييم التي يتم الحصول عليها الآن، قد تتغير مع اكتساب معرفة جديدة بشأن الخواص الخطرة ومخاطر المادة الكيميائية.

تحدد الجدوى الاقتصادية الخيار الأقل كلفة بين مجموعة من الخيارات البديلة التي تحقق جميعها الأهداف. قد يشمل التقييم مجموعة من تكاليف الإنتاج المباشرة وتكاليف الإنتاج غير المباشرة الملموسة، بدلاً من مجرد مقارنة بدائل المادة الكيميائية التي نود استبدالها من حيث سعر المنتج.

الخطوة الأولى هي تحديد مدى توافر وتكلفة البدائل المحددة، بناءً على المعلومات المتوفرة لمقارنة التكلفة. ومن أجل التحقق من ملائمة البدائل، فإنه من الضروري تقييم فيما إذا كان الإحلال باستخدام بديل محدد يضيف تكاليف أخرى مثل زيادة استهلاك المواد الكيميائية أو زيادة تكاليف التصنيع أو شراء معدات جديدة. كما يجب أيضاً مراعاة أن الأسعار ليست ثابتة دائماً، وقد يتم خفض هذه الأسعار.

ومع ازدياد الطلب على البدائل نتيجة منع أو حظر استخدام مواد كيميائية معينة، فسيزيد عرض البدائل، والذي قد يقود إلى تناقص الأسعار.

6. إحلال (استبدال) الخضابات المحتوية على الرصاص

من الضروري اختيار مادة الطلاء المناسبة لتحقيق الأداء الأمثل للدهان، مثل: آلية التطبيق، مدى الالتصاق على سطح محدد، عملية (التفاعل) (التصلب))، الحماية الميكانيكية و / أو الكيميائية المطلوبة والمتطلبات الزخرفية. تعتبر تكنولوجيا الطلاء من العمليات المعقدة والتي تتضمن متغيرات كيميائية، وفيزيائية، و بيئية، واقتصادية، وهندسة العمليات، والصحة والسلامة .

تحتوي مكونات الدهانات على الروابط، والمذيبات، والخضابات، والموالي، والمضافات المختلفة. يبين الجدول رقم (3) التالي معلومات حول متطلبات المهام والأداء للخضاب والموالي.

الجدول رقم (3) : متطلبات الأداء والمهام في الخضابات والموالي

مهام الخضاب	المتطلبات للخضاب والمواد المائلة	المهام الخاصة للمواد المائلة
- الامتصاص الاختياري	- التشتيت	- الملء(الحشو)
- تشتت الضوء	- غير قابل للذوبان	- القابلية للحف
- التأثيرات البصرية من جهة الانعكاس أو التداخل	- مقاوم للضوء ومقاوم للظروف الجوية	- تحسين الخصائص الميكانيكية
- الحماية من الأشعة فوق البنفسجية	- مقاومة للحرارة	- تحسين خصائص مقاومة التآكل
- الحماية من التآكل	- مقاوم للمواد الكيميائية	
	- التوافق الفسيولوجي	

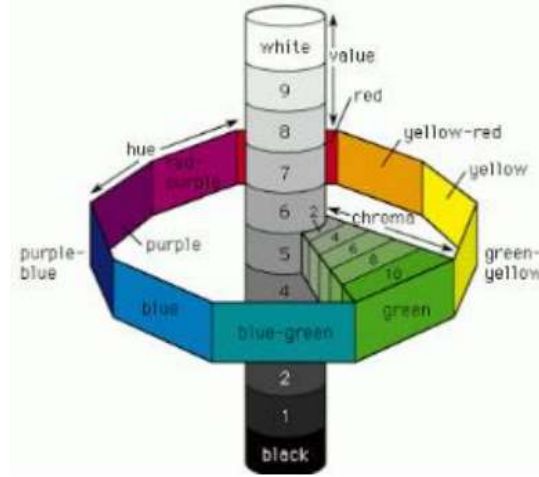
يؤثر حجم الجزيئات وتوزيع حجم الجزيئات للخضاب بدرجة كبيرة على اللون، وقوة التلوين، وقوة تغطية الدهان. كما تعتمد خصائص الدهان على عوامل أخرى متعلقة بالخضاب، مثل: التركيز الحجمي للخضاب، واختيار المضافات المعنية بالتشتيت، والتفاعل المتبادل بين الخضاب والمبلمر المشتت، وعملية التشتيت. تؤثر عملية التشتيت (الطحن) على درجة اللون، وقوة التغطية، والمظهر العام للمعة و(الفلم) المقصود الضباب، والفيضان، والطفو، واللزوجة، والثباتية، ومقاومة الظروف الجوية.

إن إعادة صياغة تركيبة الدهان لا تعني فقط إحلال (استبدال) خضابات الرصاص ببدائل أقل خطورة - بل قد يتطلب ذلك إحداث تغييرات في الطحنة الأساسية، والترطيب، ومضافات التشتيت وعملية التشتيت.

يتم إحلال (استبدال) خضابات الرصاص في طبقة الطلاء النهائي بخضابات أخرى للتلوين. ولمعالجة تلك القضايا، سيعرض هذا الفصل العناصر الأساسية لنظرية اللون، وعملية التشتيت، ومضافات التشتيت.

1-6 نظرية اللون

تعتبر قيمة اللون، ودرجة اللون، وصفاء اللون المصطلحات القياسية المستخدمة في صناعة الدهانات لوصف الأبعاد الثلاثة للألوان. إن فهم هذه المصطلحات ضروري للتعديل الناجح للألوان. يمكن أن تكون الألوان مختلفة في بعد واحد أو اثنين أو في الأبعاد الثلاثة.



قيمة اللون (الدكنة: أي فاتح أو غامق) - يشير هذا البعد إلى درجة الدكنة للون. حيث ينتقل مقياس القيمة عمودياً خلال كرة الألوان (الشكل 2). يكون اللون الأكثر بياضاً في أعلى العمود، ويكون اللون الرمادي المتدرج في الدكنة في الوسط، والأسود في أسفل العمود. يوصف الفرق في قيمة اللون بلون أغمق أو أفتح.

درجة اللون - يتحرك هذا البعد حول الحافة الخارجية لكرة الألوان. ينتقل من الأصفر، والأحمر، والأزرق (الألوان الأساسية) إلى الأخضر.

الشكل رقم (2): كرة الألوان

تنتقل الألوان على مقياس درجة الألوان - يمكن أن ينتقل اللون الأزرق نحو التدرج (التباين) الأكثر حمرة ويصبح أرجوانياً أو في اتجاه التدرج (التباين) الأخضر، ويتحول إلى اللون الأزرق المخضر؛ يمكن جعل اللون الأحمر إما أكثر زرقة (الأرجواني أو المارون: كستنائي؛ أحمر داكن) أو أكثر صفرة (برتقالي)؛ بينما يمكن جعل اللون الأصفر أكثر حمرة أو أكثر خضرة (الألوان الثانوية). يتم وصف الاختلافات في درجة الألوان على سبيل المثال بلون أكثر حمرة أو أكثر خضرة من أي لون آخر.

صفاء اللون (التلون) (الكثافة، الغنى، التشبع) - يشير هذا البعد إلى مستوى كثافة وغنى الألوان. حيث يتحرك على طول النطاق الذي يشع للخارج من المحور المركزي نحو المحيط. الألوان الضعيفة و الباهتة أو الشاحبة تكون أقل صفاء كلما اقتربنا من مركز كرة الألوان، بينما الألوان شديدة الصفاء والأكثر كثافة تكون بالقرب من الحافة الخارجية. يوصف الفرق في صفاء اللون بأنه لون أكثر أو أقل إشباعًا.

الأسود، والأبيض، والرمادي هي ألوان لا صفاء (تلون) لها، أي ألوان بدون درجات (achromatic colours).

إن إنتاج ألوان ساطعة (نابضة بالحياة) وكثيفة يتطلب استخدام ألوان أساس نقية لا تحتوي على ألوان أخرى تتسبب في اتساح الألوان المراد إنتاجها. ومن أجل إنتاج اللون الأخضر، والأصفر، والأزرق الكثيف، يجب أن لا يحتوي على اللون الأحمر، لذلك، يجب استخدام اللون الأصفر المخضر، و الأزرق المخضر فقط. يتم إنتاج اللون البنفسجي النقي من الأحمر المزرق والأزرق المحمر، لا ينبغي للأزرق والأحمر أن يحتوي على اللون الأصفر؛ يتم إنتاج اللون البرتقالي الكثيف من اللون الأحمر والأصفر دون أي محتوى أزرق (بدون لون أزرق)، مع كون الأصفر محمراً والأحمر مصفراً.

اللون الأبيض يبهت أي لون ولا يجعله ناصعًا، عندما يضاف لأغراض التلوين ، فإنه لا يحدث تغيير في درجة اللون.

تقوم كمية صغيرة فقط من اللون التكميلي (الأحمر والأخضر، والأصفر والأرجواني، والأزرق والبرتقالي) في إزالة تشبع اللون. تبدأ على الفور كثافة اللون (صفاء اللون) في الانخفاض عند إضافة مكمل لها.

لجعل اللون أغمق، يتم إضافة كمية صغيرة من الأسود. إن إضافة الكثير من اللون الأسود سيجعل اللون أسودًا تقريبًا. هناك طريقة أخرى لتغميق اللون، وهي بإضافة بعض الألوان التكميلية مما يؤدي إلى إنتاج لون داكن أغنى من مجرد إضافة الأسود.

من أجل جعل اختيار الخضابات أسهل لإعادة تركيب ألوان الدهانات ، فإن البند 6-6 يقدم معلومات حول ألوان بدائل الخضابات لكل من (PY 34) و (PR 104).

2-6 مؤشر اللون

مؤشر اللون (CI) هو نظام الترميز القياسي المنفق عليه عالميًا للخضابات. تم نشره لأول مرة في عام 1925 وتحفظ به حاليًا جمعية الصباغين و علماء الألوان والجمعية الأمريكية لكيميائي النسيج وملونه. يُعرف مؤشر اللون كل ملون من خلال إعطاء كل مركب اسم مؤشر لون ورقم مؤشر لون خاص به. في الجداول التالية، يتم عرض اختصارات مؤشر اللون في الجدول رقم (4) وأرقام التركيب الكيميائي للخضابات في الجدول رقم (5). بالنسبة للخضابات، تكون الأحرف الأولى هي (A) للخضاب الحمضي و (B) للخضاب القاعدي.

الجدول رقم (4): إختصارات مؤشر اللون وأسماء الخضابات

الاختصار	الخضاب	الاختصار	الخضاب
PB	خضاب أزرق	PBk	خضاب أسود
PBr	خضاب بني	PG	خضاب أخضر

الاختصار	الخضاب	الاختصار	الخضاب
PM	خضاب معدني	PO	خضاب برتقالي
PV	خضاب بنفسجي	PR	خضاب أحمر
PW	خضاب أبيض	PY	خضاب أصفر

الجدول رقم (5): الأرقام المرتبطة ببناء الخضاب الكيميائي (مجموعة مختارة)

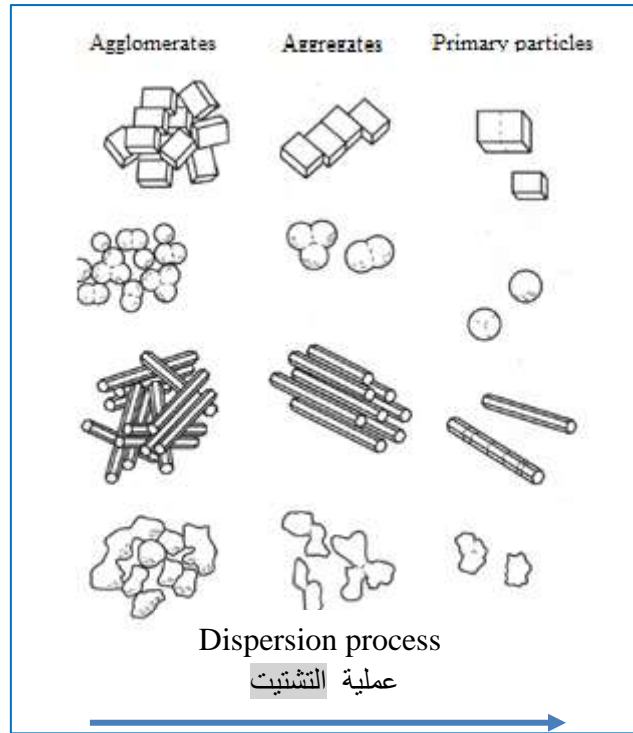
أرقام مؤشر اللون	صنف المادة الكيميائية	أرقام مؤشر اللون	صنف المادة الكيميائية
400000–407999	(Stilbene)	100000–102999	(Nitrosol)
410000–419999	(Diphenylmethane)	103000–109999	(Nitro)
420000–449999	(Triarylmethane)	110000–199999	(Monoazo)
450000–459999	(Xanthene)	200000–299999	(Diazo)

تم منح هذه الترميزات لكل خضاب محدد من قبل فهرس الألوان العالمي، حيث يشير اوا حرفين إلى لون الخضاب العام، بينما يعرّف الرقم المقابل لهذه الأحرف الخضاب بشكل منفرد.

3-6 عملية التشطيب

وفقاً لنماذج الخضاب (EN ISO 18451-1)، هناك ثلاثة أنواع من جزيئات الخضاب، موجودة في مسحوق الخضاب: الجزيئات الأساسية، والمجمعات، والمكتلات

الهدف من عملية التشطيب هو إنتاج تشنتت مستقر وموحد لجزيئات الخضاب المسحوقة بشكل ناعم (دقيق) (الجزيئات الأساسية والمجمعات)، ضمن سائل حمل الدهان (الوسط)، انظر الشكل رقم (3).

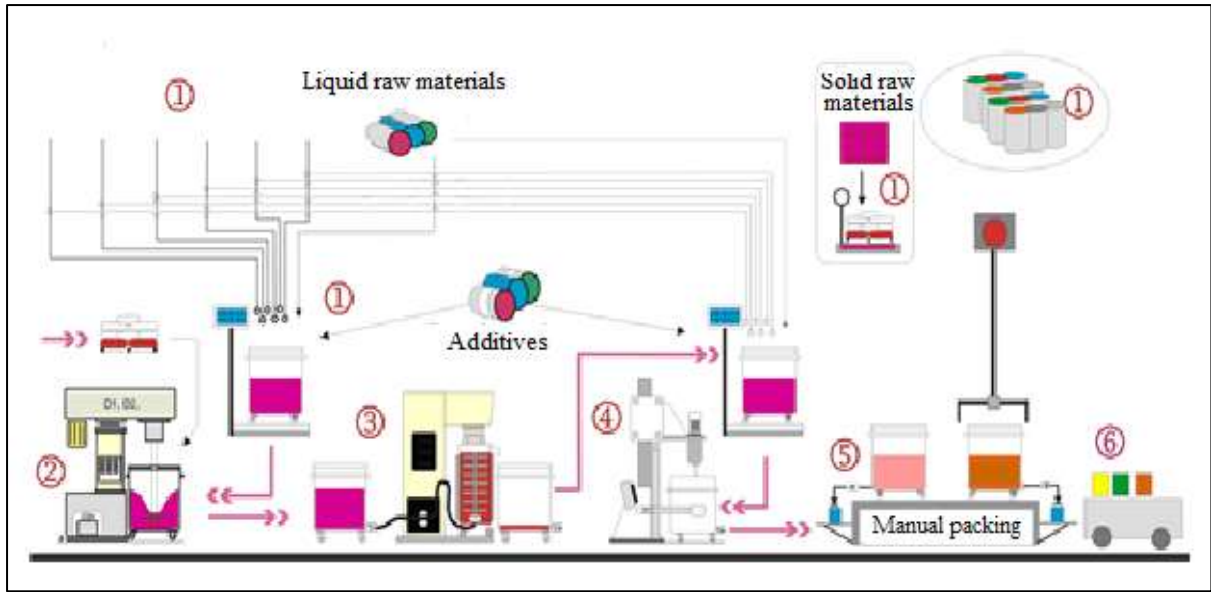


الشكل رقم (3): نماذج الخضاب وفقاً لـ (EN ISO 18451-1)

تتكون عملية التشتيت (الطحن) من المراحل الثلاث التالية:

- التجزئة الميكانيكية للمكتلات في المجمعات والجزئيات الأساسية بواسطة القوى الميكانيكية.
- ترطيب الجزئيات المفصولة (يتم استبدال واجهة الخضاب / الوسط بواجهة الخضاب / الهواء أو واجهة الخضاب / الرطوبة).
- التثبيت - منع إعادة تكثف الجزئيات من خلال آلية الإعاقة التجسيمية (أثر التوزيع الفراغي للجزئيات في إعاقة التفاعل) وذلك بواسطة امتزاز سلسلة مبلمرات أو تنافر إلكتروني كهربائي ساكن (إلكتروستاتيكي) بين الجزئيات ذات الشحنة المتشابهة. تجمع عوامل التثبيت الحديثة بين آلية التثبيت بالكهرباء الساكنة (إلكتروستاتيكية) وآلية الإعاقة التجسيمية. يشار إلى هذا عادة بإسم "التثبيت الكهربائي الساكن (التثبيت الإلكترونيستاتيكي)".

يوضح المخطط في الشكل رقم (4) عملية إنتاج الدهان.



الشكل رقم (4): مخطط عملية إنتاج الدهان

1. توزيع المواد الخام (الراتنجات، المذيبات، الخضابات، الموائى والمضافات) وتزويد خطوط الإنتاج بها.
2. الخلط بالمذيب (الطحن الأولي) - الترطيب والتجزئة الميكانيكية للتكتلات.
3. الطحن (التشتيت) - تجزئة إضافية وتثبيت تشتيت الخضاب.
4. الاستمرار - الخلط بخليط معد سلفاً من المواد السائلة الأخرى (الروابط، والمذيبات، والمضافات) لتجانس تشتيت الخضاب.
5. الترشيح.
6. التعبئة.

أثناء العمليات، تعد المراقبة ضرورية لضبط لزوجة عجينة الطحن، والتحكم في درجة الحرارة ومعدل التدفق في المطحنة، وحجم جزيئات الدهان أثناء الطحن وتدرج (تباين) الألوان حسب الطلب.

أثناء عملية الطحن (العمليات الفرعية للتجزئة الميكانيكية)، ليس من الضروري أن تتم عملية الترطيب والتثبيت بتتابع زمني، بل تحدث جزئياً على التوالي وجزئياً في وقت واحد.

لمراقبة درجة التشتيت أثناء عملية الطحن، يجرى اختبار أساسي لتحديد نعومة الطحن. حيث إنها طريقة قياس سريعة.



الشكل رقم (5): جهاز (هيجمان) لقياس نعومة الطحن

تصف المواصفة القياسية (ISO 1524: 2013) (الدهانات والورنيش وأحبار الطباعة - تحديد نعومة الطحن) طريقة لتحديد نعومة طحن مواد الدهان باستخدام مقياس مناسب مدرج بالميكرومتر. هذه الطريقة قابلة للتطبيق على جميع أنواع الدهانات السائلة والمنتجات ذات الصلة، باستثناء المنتجات التي تحتوي على خضاب على شكل قشور (مثل قشور الزجاج، وأكاسيد الحديد اللماعة، وقشور الألومنيوم).

قد تكون الخضابات مشتتة بشكل جيد، غير أن التثبيث الفعال على المدى الطويل لجزيئات الخضاب مهم؛ وذلك لأن التثبيث غير الكافي قد يسبب آثارًا سلبية مثل تحول اللون أو الترسبات أو تغيرات في لزوجة التثبيث.

هناك حاجة إلى مضافات متخصصة لترطيب وتثبيث مساحيق الخضاب الجافة في المستحضرات السائلة. تعمل مضافات الترطيب على تسريع ترطيب تكتلات الخضاب بوساطة الراتنجات. تحسن مضافات التثبيث تثبيث تشبيث الخضاب. غالبًا ما تعمل مادة واحدة كمرطب ومشتت في ذات الوقت. هناك فرق كبير في عملية الترطيب بين النظم التي تخفف بالمذيبات وتلك التي تخفف بالماء. إن الترطيب في الأنظمة التي تخفف بالمذيبات سهل عمومًا بسبب التوتر السطحي المنخفض للمذيبات العضوية، في حين أن التوتر السطحي للماء أعلى بكثير، وبالتالي هناك حاجة إلى مضافات خاصة أخرى لضمان الترطيب الكافي للخضاب.

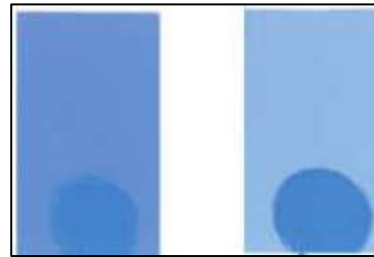
يمكن تثبيث تشبيث الخضاب عن طريق إزالة التلبد أو التحكم بالتلبد. في معظم التطبيقات، يكون استقرار حالة إزالة التلبدات أمرًا مرغوبًا فيه، ولكن في بعض الحالات يكون التلبد المتحكم به هو الأفضل.

بشكل عام يؤدي إزالة التلبد إلى استخدام أكثر كفاءة للخضاب، كما يعمل على تحسين سلوك الانسياب ليصبح الحصول على تحميل خضابي (وهي نسبة الخضاب في الدهان مقارنة مع كميات الروابط والمكونات الأخرى) أعلى ما يمكن. ونظرًا لصغر حجم جزيئات الخضاب المزال منه التلبد، فيتم الحصول على لمعة عالية وتزداد قوة اللون. هذه الخصائص ذات أهمية خاصة في طبقات الطلاء النهائية والتي تتطلب مظهرًا عامًا أمثل وخصائص سطحية ممتازة (المقصود دهانات السيارات).

بدون مضافات، تكون جزيئات الخضاب على اتصال مباشر مع بعضها البعض كاندماج غير متحكم به. وعلى النقيض من ذلك، في حالة التلبد المتحكم به، تكون جزيئات المضاف دائمًا بين جزيئات الخضاب دون أي اتصال مباشر.

تشكل حالة التلبد المتحكم فيها تركيبية شبكية ثلاثية الأبعاد تؤدي إلى سلوك انسياب هلامي للطلاء. من خلال هذه التركيبات، تكون اللزوجة عالية إلى حد ما في حالة السكون. ومع ذلك، عندما يتم تطبيق قوى القص، فإن تليدات الخضاب تتحطم وتصبح اللزوجة أقل. يمكن إعادة بناء التلبدات بعد إزالة قوى القص، وبالتالي فإن سلوك القوام (الارتخاء والترسب والثباتية الممتازة على الأسطح العمودية وبسماكة (فلم) عالية) يمكن تحقيقه. من خلال التلبد المتحكم به، يمكن أيضًا التحكم بالفيضان والطفو نظرًا لأن الخضابات المختلفة مرتبطة ببعضها في التلبدات، وبالتالي لا يمكن فصلها عن الخليط. قد يؤدي التلبد المشترك إلى تقليل اللمعة، وعند ذلك يجب تقييم الدهانات بحثًا عن تأثيرات أخرى محتملة غير مرغوب فيها. إن التطبيقات الأساسية لمضافات التلبد المتحكم بها موجودة في دهانات الأساس، وطبقات الطلاء السفلي، وأنظمة طلاء الحماية.

وكمؤشرات لتحقيق ثبات الدهان المخضب، فيجب أخذ اللمعة والشفافية بعين الاعتبار. وكمؤشر للمخاليط، يجب تقييم سلوك الفيضان/الطفو باستخدام فحص الحت والترسيب. (فلم) الدهان غير المنتظم بعد الحت (الشكل رقم (6)) يشير إلى ضعف ثبات جزيئات الخضاب. ويشير اختلاف اللون بين المنطقة المحتوتة والمنطقة غير المحتوتة إلى درجة التلبد وكذلك مدى الفيضان.



الشكل رقم (6): فحص الحت (Rub-out)



لإجراء فحص الترسيب، يتم تخفيف تشتيت الخضاب، وتصب في مخبر مدرج وتخزن لفترة من الوقت (الشكل رقم (7)). تظهر تدريجيًا طبقة خالية من الخضاب مع الأنظمة الملبدة، وهذه الطبقة عمومًا لها حدود واضحة. في المقابل، تُظهر الأنظمة الغروانية المستقرة منطقة إنتقالية بين محلول الرابط الرائق والحالة المخضبة.

الشكل رقم (7): فحص الترسيب

عندما يبدأ خضاب واحد بالتشتت، يمكن تحسين كمية المضاف وظروف الطحن لتحقيق أفضل جودة طحن ممكنة. وعندما يتم طحن عدة خضابات معًا، فمن الضروري التوفيق بين عوامل الطحن. إن عملية الطحن المشترك للخضابات غير موصى بها، وذلك بسبب اختلاف خصائص الخضابات المختلفة فيما يتعلق بعملية الطحن. يمكن استبدال الخضاب الذي يصعب طحنه، إن أمكن، أو يتم طحنه بشكل منفصل أو إضافته كمركز خضاب.

إن إضافة كميات كثيرة جدًا أو قليلة جدًا من المضاف قد يكون ضارًا على ثباتية تشتيت الخضاب. تعتمد الكمية المناسبة من مضافات الترطيب والتشتيت على نوع الخضاب، حيث أن المضافات تلتصق على سطح الخضاب. إذا كانت كمية المشتت منخفضة للغاية، فلن تتحقق الفوائد الكاملة. بينما إذا كانت الكمية مرتفعة للغاية، فإن سماكة حاجز (حاجب) الحماية تنخفض نتيجة الاكتظاظ على سطح الخضاب والتي تؤثر على الثباتية. إن التصاق أو صلابة (فلم) الدهان قد تتأثر سلبيًا بسبب الجزيئات الحرة في (فلم) الدهان.

يقدم المنتجون معلومات عن أنواع المضافات والكميات المناسبة لأنواع محددة من الخضابات وأنواع الدهانات (دهانات ذات أساس مائي أو ذات أساس مذيبي)، ومع ذلك، ينبغي تطوير سلسلة من الفحوصات المخبرية للحصول على الجرعة المثالية.

يعرض الجدول التالي مستويات استخدام المضافات الموصى بها.

الجدول رقم (6): مستوى استخدام المضافات الموصى بها¹⁴.

نوع مضاف الترطيب و التشتيت	الخضابات غير العضوي	الخضابات العضوي	التركيبية الكلية
المبلمرات فائقة الجودة ذات الوزن الجزيئي المنخفض.	المضاف (0.5 – 2 %) من وزن الخضاب	المضاف (1 – 5 %) من وزن الخضاب	المضاف (0.1 – 1 %) من وزن التركيبة الكلية
المبلمرات ذات الوزن الجزيئي المرتفع.	المضاف (1 – 10 %) من وزن الخضاب	المضاف (10 – 80 %) من وزن الخضاب	المضاف (0.2 – 3 %) من وزن التركيبة الكلية

عند تطبيق الفحوصات المخبرية على الإنتاج، فإنه لا يمكن تحقيق نتائج طحن مماثلة، إلا إذا تم تحقيق شروط طحن مكافئة.

4-6 إحلل خضاب الرصاص الأحمر المقاوم للتآكل (PR 105)

يعتبر خضاب الرصاص الأحمر (مينيوم PR 105) واحد من أقدم وأشهر أنواع الخضابات المقاومة للتآكل مع خصائص ممتازة في مقاومة التآكل، وتستخدم بشكل رئيس في دهانات الأساس للمعادن.. وهو يعمل كمثبط غير مباشر، ويحتاج إلى تفاعل مع نظام الراتنج المختار. عند استخدامه في زيت بذر الكتان أو غيره من الروابط الراتنجية الزيتية، فإنه يتفاعل مع المجموعات الحمضية في الراتنج لتشكيل صابون الرصاص، الذي له تأثير مانع للتآكل.



الشكل رقم (8): خضاب الرصاص الأحمر

يتم تحقيق الحماية من التآكل دون تدخل كيميائي إذا تم تقليل انتشار ونفاذية العوامل المسببة للتآكل، مثل: الأكسجين، والماء، والأملاح بشكل كبير، وذلك عن طريق صياغة تركيبة مناسبة. إن الخضابات الصفائحية (الرقائقية) مثل سيليكات الألومنيوم، أو أكسيد الحديد الرقائق، أو معدن اللُّكَاثُ (الميكال)، هي الأنسب لتحقيق هذه الخاصية.

يتأثر الأداء المضاد للتآكل لدهان الأساس بعوامل عديدة، مثل: نوع الراتنج، علاقة التركيز الحجمي للخضاب (PVC) بالتركيز الحجمي الحرج للخضاب، نوع الخضاب المقاوم للتآكل والخضابات الأخرى والموائى، وظروف التشتيت والتركيبية الكاملة. إن جميع تلك العوامل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار أثناء عملية إعادة صياغة تركيبة الدهان.

يبين الجدول التالي معلومات عن بدائل الخضاب لخضاب الرصاص الأحمر

الجدول رقم (7): البدائل المحتملة لخضابات الرصاص المقاومة للتآكل

آلية العمل	الخضاب	نوع الخضاب
ربط محفزات التآكل مثل الكلوريدات أو الكبريتات عن طريق تكوين مركبات غير قابلة للذوبان و / أو تثبيت قيمة الرقم الهيدروجيني للطلاء الذي يكون في اتصال مع وسط التآكل. لذلك، فإنه من الضروري أن تكون هناك ذائبية طفيفة في وسط التآكل.	أكسيد الزنك (ZnO) فوسفات الزنك (ZnPO ₄) فوسفات الزنك المعدل فوسفات الكالسيوم فوسفات الكالسيوم المعدل	خضابات مقاومة للتآكل نشطة كيميائيًا

نوع الخضاب	الخضاب	آلية العمل
خضابات مقاومة للتآكل نشطة كهروكيميائيًا	كرومات الزنك*($ZnCrO_3$) فوسفات الزنك($ZnPO_4$) فوسفات الزنك المعدل فوسفات الكالسيوم فوسفات الكالسيوم المعدل	كبت الفعالية الكيميائية للأسطح من خلال تشكيل طبقات رقيقة، مثل طبقات الكروم أو طبقات الفوسفات. الذائبية والتفاعلية هي العوامل الحاسمة للخضابات النشطة.
الخضاب النشط المقاوم للتآكل والمستخدم في الحماية المهبطية.	غبار الزنك	نوع خاص من الخضاب النشط والذي يعمل من خلال الحماية المهبطية عند تطبيقه على الأسطح الحديدية. يعمل كمصعد ذواب (مصعد فلزي يستخدم في الحماية المهبطية) ويحمي الأسطح المعدنية. يجب صياغة تركيبة الدهان للحصول على اتصال كهربائي جيد بين أسطح المعادن و جزيئات الخضاب الذوابة. إن أهم المتطلب لتمكين خضابات الأساس الغنية بالزنك من توفير الحماية من التآكل للمادة، هي أن يكون التركيز الحجمي للخضاب مقارب أو أعلى من التركيز الحجمي الحرج للخضاب.
الخضابات السلبية (غير الفعالة) المقاومة للتآكل.	أكسيد الحديد للماع سيليكات الألومنيوم	الخضابات الحاجبة - تعمل من خلال تعزيز (فلم) الدهان وتقليل نفاذيته تجاه العوامل المسببة للتآكل. وهذه الخضابات خاملة كيميائيًا و تأخذ جزيئاتها شكلًا لويحيًا أو صفائحًا . تشكل هذه الأشكال جدارًا من الجزيئات المسطحة التي تحمي الأسطح من ملامسة الماء والمحاليل الكهربائية (الإلكتروليت).

*تحتوي كرومات الزنك على كروم سداسي التكافؤ والذي لا يمكن اعتباره خيارًا بديلًا.

يعتبر فوسفات الزنك الخيار الأول لاستبدال خضاب الرصاص المقاوم للتآكل. إن فوسفات الزنك خالٍ من الرصاص والكروم سداسي التكافؤ، وعلى الرغم من ذلك، فإن أداءه في مقاومة التآكل ليس جيدًا كما هو الحال مع هذه الخضابات. يعتبر مزيج فوسفات الزنك وأكسيد الزنك خيارًا جيدًا لخفض الأسعار والحصول على خصائص جيدة لمقاومة التآكل. يميل أكسيد الزنك إلى التفاعل مع الأحماض الدهنية الموجودة في الرابط، مما يؤدي إلى تكوين صابون الزنك، الذي يعمل كحاجب للعوامل المسببة للتآكل.

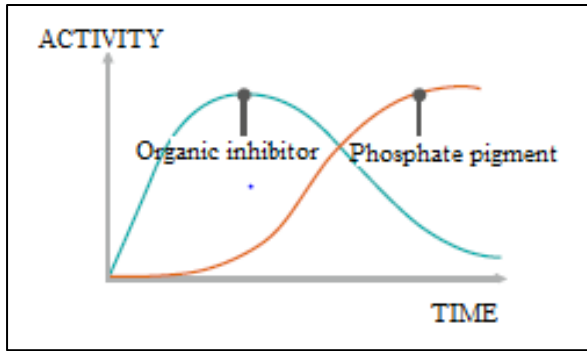
يعرض مثال رقم (3) صياغة تركيبة طلاء أساسي ألكيدي مع فوسفات الزنك. في حين يقدم المثال رقم (4) صياغة طلاء أساسي من إيبوكسي إستر مرتبطاً مع فوسفات الزنك وأكسيد الزنك، انظر الملحق رقم (3).

أدى إنتاج الخضاب المقاوم للتآكل بالاعتماد على خضابات الأورثوفوسفات المعدلة وخضابات فوسفات الزنك المتعددة إلى تحسن كبير في كفاءة أداء فوسفات الزنك التقليدي. ونظرًا لأن فعالية الخضاب تعتمد على الوسط (سائل حمل الدهان)، يوصي منتج الخضابات بالعديد من فوسفات الزنك لأنواع مختلفة من الأوساط (سوائل حمل الدهان).

ينتمي الزنك إلى مجموعة المعادن الثقيلة، وقد ازداد الطلب في السنوات الأخيرة على الدهانات المقاومة للتآكل الخالية من الزنك. يعتبر فوسفات الكالسيوم بديلاً عن فوسفات الزنك القياسي، حيث يعرض الجدول رقم (8) ملامحه كخيار بديل للرصاص الأحمر. كما تم المزيد من التطوير على الخصائص المقاومة للتآكل بواسطة أورثوفوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم وفوسفات المعدل كبداية خضابية لأداء طويل الأمد في مقاومة التآكل.

يعد اختيار المواد المألثة مهمًا أيضًا لأن المكونات الرئيسية الموجودة في طلاء الأساسي مواد مألثة (حوالي 32٪ في المثال رقم (3)). إن الخواص الفيزيائية للمواد المألثة، مثل توزيع الحجمي والشكلي، ومؤشر الانكسار، والكثافة، والصلابة، واللون، بالإضافة إلى التركيب البلوري والكيمياء السطحية تعطي للمعدن وظائفه. يمكن أن يكون للمواد المألثة تأثير إيجابي على الخواص الميكانيكية ومقاومة التآكل. إن استخدام مواد مألثة ذات جزيئات لويحية (مفلطحة) الشكل يمنع الماء والأكسجين والمواد الكيميائية الأخرى من الوصول إلى الأسطح وذلك من خلال تداخل الجزيئات في (الفلم).

أثبت التالك اللويحي (Platy talc) (سيليكات المغنيسيوم المائي) فعاليته كمقاوم للتآكل، وهو مادة مألثة طاردة للماء، مما يحد من تغلغل الماء والعوامل المسببة للتآكل في (فلم) الدهان، إضافة إلى ذلك، فإنه يقلل من التآكل، ويقلل من تقشير وتبثر فيلم الدهان. ونتيجة لشكل جزيئاته وخموله الكيميائي، فإن التالك يعزز أيضًا الالتصاق، مما يزيد من ديمومة الدهان



حيثما أمكن، يمكن استخدام المضافات العضوية غير السامة لتحسين الحماية من التآكل التي يوفرها الطلاء. يوفر هذا المزيج مجموعة ممتازة من خصائص الأداء من حيث التآزر المقاوم للتآكل، انظر الشكل رقم (9)

الشكل رقم (9): تآزر مقاومة التآكل¹⁵

إن معدن اللُّكَّاتُ (الميكَا) والصلصال الصيني هما أيضًا مواد مألثة وظيفية، ونتيجة لشكلها، فإنها تعمل على تحسين خصائص مقاومة التآكل في الطلاء الأساس

المثال رقم (4) (الملحق رقم (3)) يعرض تركيبة طلاء إيبوكسي إستر أساس مع مثبط التآكل.

1-4-6 تقييم البدائل

إن لون تركيبة الدهان الأحمر المحتوي على الرصاص والمقاوم للتآكل هو برتقالي (الشكل 8). وهو الأمر الذي لا توفره البدائل المتاحة، ولكن لكون الدهانات المقاومة للتآكل لا تُطبق أبدًا بدون طبقة طلاء نهائي، فهذا المطلب ليس بتلك الأهمية. يجب على الشركة التواصل مع عملائها الصناعيين لشرح مزايا التركيبة الجديدة الخالية من الرصاص.

يقدم الجدول التالي تقييمات لبدائل الرصاص الأحمر.

الجدول رقم (8): تقييم البدائل

البديل		الرصاص الأحمر	المطلب
أورثوفوسفات الكالسيوم	أورثوفوسفات الزنك (PW 32)		
يمتلك أورثوفوسفات الكالسيوم وتعديلاته خصائص جيدة جدًا لمقاومة التآكل. لا يمكن أن يكون لون دهان الأساس هو نفسه، لكن الزخرفة ليست وظيفة مهمة في دهانات الأساس.	يمتلك فوسفات الزنك وتعديلاته خصائص جيدة لمقاومة للتآكل. لا يمكن أن يكون لون دهان الأساس هو نفسه، لكن الزخرفة ليست وظيفة مهمة في دهانات الأساس.	خصائص ممتازة لمقاومة للتآكل	الوظيفة
ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج.	ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج.		عملية الإنتاج
وفقًا للبيانات المتاحة حاليًا، لا يتوافق هذا المنتج مع التعريف التنظيمي لمادة خطيرة. ومع ذلك، يجب تطبيق ممارسات النظافة الصناعية الجيدة عند التعامل معه.	H410 : سام جدًا للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد. المنتج ليس خطرًا على الإنسان عند استخدامه بشكل صحيح (استخدام معدات الحماية الشخصية)	H 272 : يمكن أن يزيد من شدة الحريق؛ مؤكسد H302 : مضر في حال الابتلاع H332 : مضر في حال الاستنشاق H351 : يشتبه في تسببه بالسرطان H360 : يمكن أن يضر بالخصوبة أو يضر الجنين H372 : يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض	الخطر على صحة الإنسان والبيئة

البديل		الخصائص الأخرى	المطلب
أورثوفوسفات الكالسيوم	أورثوفوسفات الزنك (PW 32)		
		المطوّل أو المتكرر H410: سام جداً للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد	
السعر أعلى	بديل فعال من حيث التكلفة. اعتمادًا على المنتج ، قد ترتفع التكلفة قليلاً.		الجدوى الاقتصادية
يتوفر أورثوفوسفات الكالسيوم في السوق	هناك العديد من المزودين لمادة فوسفات الزنك في السوق		التوفر

يعد الفحص الموازي للدهان المقاوم للتآكل المحتوي على الرصاص والدهان المعاد تركيبه ضروريًا للحكم على فعالية الإحلال. يتم إجراء فحوصات زمن الجفاف، والخواص الميكانيكية، وفحص خصائص مقاومة التآكل. تعد عملية فحص التعرض الخارجي لخصائص مقاومة التآكل عملية طويلة الأمد، ولكن قد يتم إجراء فحوصات تسريع التآكل، مثل: فحص رش الملح (ASTM B117-11 & DIN EN ISO 9227) وفحص الرطوبة (ISO 6270-1: 2017) بالتعاون مع منتجي الخضابات.

5-6 إحلال بدائل الرصاص الأبيض (PW1)

بالرغم من انخفاض معامل انكساره (1.94)، فقد تم استخدام خضاب كربونات الرصاص الأساسية في تركيبات الدهانات لسنوات عديدة. تم استبدال خضاب ثاني أكسيد التيتانيوم (PW 6) بهذا الخضاب بنجاح و أكثر كفاءة مع ما يقارب عشرة أضعاف قوة التغطية⁽¹⁸⁾. هذه التركيبة المعتمدة على خضاب ثاني أكسيد التيتانيوم ، قد تحتوي على خضاب أبيض أقل في (الفلم) الجاف. ولكن يمكن أن يغطي الفرق باستخدام موالى أقل كلفة لتحقيق نفس النتائج. .

إذا تم إجراء الإحلال في التركيبة ذات الأساس الألكيدي، فيكون من الضروري عندئذ التصرف بحذر فيما يتعلق بالمجففات، حيث يؤدي الرصاص الأبيض إلى الجفاف. يجب زيادة كمية المجفف باستخدام تركيبة جديدة. يوصى باستخدام مجففات الزركونيوم والسترنشيوم (انظر الفصل رقم 7).

6-6 إحلال (استبدال) كرومات الرصاص الثنائي (PY 34) و كبريتات موليبيدات كرومات الرصاص (PR 104)

إن عملية تركيب الدهانات عملية معقدة، وتعتمد على متطلبات يجب تلبيتها. بالإضافة إلى الوسط (سائل حمل الدهان)، يلعب اختيار الخضاب دورًا مهمًا نظرًا لأن المؤثرات الزخرفية والخصائص الفنية مرتبطة به مباشرة.

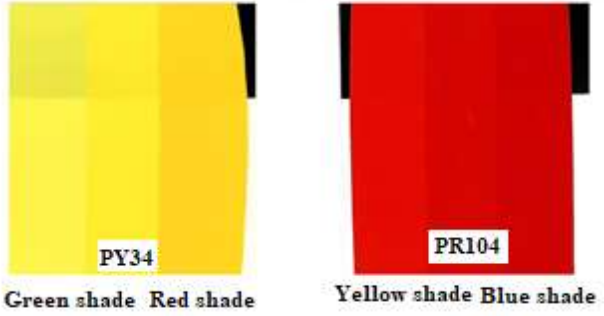
ولتسهيل عملية الإحلال في الشركات، يقدم هذا الجزء معلومات عن خصائص الخضابات البديلة المختارة. إن مطابقة الألوان بشكل دقيق ليست واقعية تمامًا، وذلك بسبب الضغط والاختلافات في ألوان الخضابات البديلة. تعد مقارنة الألوان الموضحة أدناه نقطة انطلاق صلبة من حيث اختيار مجموعات الخضاب.

تتضمن الجدوى الاقتصادية العديد من العوامل الخاصة بالشركة ولا يتم تضمينها في التقييم. حيث يتم عرض التكلفة المباشرة المتعلقة بسعر الخضاب فقط²⁰.

تُستخدم (PY 34) و (PR 104) في الخصائص التي تلبى الأداء الزخرفي، مثل الألوان الناصعة، وتدرج (تباين) الألوان النظيفة، والوضوح العالي (وظيفة الإشارة للدهان)، فضلاً عن المعايير التقنية الضرورية مثل قوة التغطية الممتازة ومقاومة الضوء والظروف الجوية، والثباتية الحرارية، بالإضافة إلى خصائص عدم النضوح.

يعرض الجدول التالي خصائص (PY 34) و (PR 104)

الجدول رقم (9): خصائص (PY 34) و (PR 104)

الوصف	الخصائص
<p>تتدرج الخضابات في سلم الألوان حيث يغطي PY34 التباين من الأخضر إلى المنتصف والتدرج الأصفر المحمر، ويغطي PR104 التدرج من الأصفر إلى البرتقالي المزرق. كلا الخضابين لديه صفاء بمستوى الخضابات العضوية.</p>  <p>تدرج (تباين) أزرق تدرج (تباين) أصفر تدرج (تباين) أحمر تدرج (تباين) أخضر كلاهما يغطي جزء من سلم الألوان الذي يتيح لها توفير مدى واسع من الألوان من الباهت إلى الغامق جدًا.</p>	وظيفة التدرج (التباين) والصفاء
تتشنت الخضابات بسهولة.	التشنت
الخضابات معتمة (غير شفافة) بشكل خاص	قوة التغطية (العتامة)
الثباتية الحرارية ممتازة، مما يعني أنه يمكن استخدامها في الدهانات الزيتية التي يتم تجفيفها بالفرن (بالحرارة) على درجات حرارة أعلى من 200 درجة مئوية.	الثباتية الحرارية

الوصف	الخصائص
الخضابات لها خصائص ممتازة فيما يتعلق بالنضوح (الهجرة إلى طبقة أخرى، أي اختلاط لون الطبقة المبطنة بالطبقة النهائية).	النضوح
يعتمد الثبات في مواجهة الضوء والثبات تجاه الظروف الجوية لكرومات الرصاص على الأنواع المستخدمة وثباتيتها السطحية. إن غالبية كرومات الرصاص المستخدمة في السوق هي أنواع قياسية تتمتع بخصائص ممتازة في مقاومة الضوء والظروف الجوية (الأشعة فوق البنفسجية والأمطار الحمضية والرطوبة).	مقاومة الضوء والظروف الجوية

إن عملية إحلل أو سحب صنف من الخضابات له أثر مباشر على المستخدمين. يحتاج المركبون لتغيير التركيبة لمطابقة اللون. حتى الآن لا يوجد بديل فردي للخضاب لاستبدال دقيق واحد لواحد من خضاب الكروم الأصفر (PY 34) أو خضاب الموليبيدات الحمراء (PR 104). كان النهج الأكثر نجاحًا هو استخدام مزيج من الخضاب العضوي وغير العضوي والذي يمكن أن يعطي خليط الخصائص المطلوبة من في (الفلم النهائي).

هناك العديد من الخضابات البديلة في السوق وجميعها لديها إيجابيات وسلبيات اعتمادًا على الاستخدام المقصود. نتيجة لذلك، فإن تقييم البدائل معقد ويستند إلى عدة معايير، مثل: اللون، والخصائص الفنية، والصحة والسلامة والقضايا البيئية، والجدوى الاقتصادية، والتوفر (انظر مخطط التدفق 1)


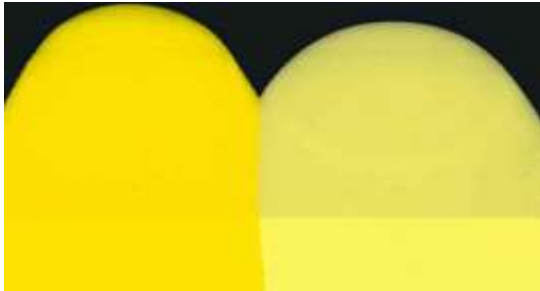

6-6-1 تقييم البدائل غير العضوية الممكنة



إن الخضابات غير العضوية التي يمكن أن تحل بدلاً من (PY 34) (PR 104) هي: فنادات البزموت (PY 184)، وأكاسيد الفلزات المختلطة (PY 53) و (PBr 24)، وأكسيد الحديد الأصفر (PY 42)، وأكسيد الحديد الأحمر (PR 101).

يعرض الجدول التالي المقارنة اللونية لبدائل (PY 34) و (PR 104)

الجدول رقم (10): المقارنة اللونية للبدائل الممكنة للخضابات غير العضوية

المقارنة اللونية	البدائل الممكنة	الخضاب
تمتلك الخضابات صفاء متمائلاً، ولكن (PY 184) تدرجه (تباينه) أفتح من (PY 34) مما يؤدي إلى صعوبة في الحصول على لون أصفر أعمق. يمكن الحصول على هذه الألوان عن طريق إضافة خضابات أخرى.	(PY 34)	فنادات البزموت (PY 184)

المقارنة اللونية	البدائل الممكنة	الخضاب
<p>(PY 34) (PY 184)</p> 		
<p>لون (PY 53) أفتح وأوسخ من لون (PY 34). تكون قوة اللون أو صفاء اللون أقل، مما يحد من العمق والقوة التي يمكن تحقيقها</p> <p>(PY 34) (PY 53)</p> 	(PY 34)	أكاسيد الفلزات المختلطة (PY 53)
<p>صفاء اللون (Chroma) لا يشبه (PR 104). من الممكن استخدام هذا الخضاب في استعمالات معينة ولكن لا يمكن بالمجمل أن يكون بديلاً لـ (PR 104)</p> <p>(PR 104) (PBr 24)</p> 	(PY 34) (PR 104)	أكاسيد الفلزات المختلطة (PBr 24)
<p>صفاء اللون غير متشابه ووظائف التدرج (التباين) ضعيفة مقارنة بـ (PY 42) والذي يكون أعمق، ويمكن الحصول على تدرج (تباين) لوني باهت للون الأصفر.</p>	(PY 34)	أكسيد الحديد (PY 42)

المقارنة اللونية	البدائل الممكنة	الخصاب
(PY 34) (PY 42) 		
صفاء اللون غير متشابه ووظائف التدرج (التباين) ضعيفة مقارنة بهذا الخصب. والألوان دائماً أغمق وأوسخ. (PR 104) (PR101) 	(PR 104)	أكسيد الحديد (PR 101)

جميع بدائل الخصبات غير العضوية لها وظائف مختلفة لصفاء اللون والتدرج (التباين) اللوني. أفضل بديل ممكن لـ (PY 34) هو فاناداتالزموث الذي له صفاء مشابه وخصائص فنية (تقنية) جيدة جداً.

هذه البدائل لها خصائص مماثلة لـ (PY 34) و (PR 104) فيما يتعلق بالعتامة، ونضوح الألوان، حيث يمكن استخدامها خارجياً بسبب مقاومتها للضوء والظروف الجوية. تصل الثباتية الحرارية لتلك الخصبات لغاية 200 درجة مئوية، ما عدا أكسيد الحديد الأحمر (PR 101)، حيث أن مقاومته للحرارة أقل من (PR 104).

يبين الجدول التالي تقييم بدائل الخصبات غير العضوية لـ (PY 34) و (PR 104).

الجدول رقم (11): تقييم البدائل المحتملة / الخصبات غير العضوية

البدائل					(PY 34) (PR104)	المطلب
PR (101)	PY (42)	PBr (24)	PY (53)	PY (184)		
دهانات ذات ديمومة وبسبب الصفاء المتسخ لا يمكن استخدامه في	دهانات ذات ديمومة وبسبب الصفاء المتسخ لا يمكن استخدامه في	دهانات ذات ديمومة، ولكنها أضعف قدرة على الاحتفاظ باللمعة، ولا	دهانات ذات ديمومة، ولكنها أضعف قدرة على الاحتفاظ باللمعة، ولا	دهانات ذات ديمومة، ولكن لا يمكن تحقيق مجال الألوان. خصائص	دهانات ذات ديمومة وذات قوة تغطية ممتازة، ووظيفة	الوظيفة

البدائل					(PY 34)	المطلب
PR (101)	PY (42)	PBr (24)	PY (53)	PY (184)	(PR104)	
الدهانات التي تستخدم في المظاهر الجمالية. خصائص النضوح ممتازة. الثباتية الحرارية أقل من (PR 104)	الدهانات التي تستخدم في المظاهر الجمالية أو حينما يكون للون وظيفة إشارة مهمة. خصائص النضوح ممتازة.	يمكن تحقيق مجال الألوان نفسه. خصائص النضوح ممتازة.	يمكن تحقيق مجال الألوان نفسه. خصائص النضوح ممتازة.	النضوح ممتازة.	الإشارة وتباين الألوان ممتازة. خصائص النضوح ممتازة. القدرة على الاحتفاظ باللمعة، والألوان الساطعة (الناضبة بالحياة) والغامقة لا تتلاشى أو تبهت مع مرور الزمن.	
لا داعي للتغيير في العمليات الإنتاجية.					-----	عمليات الإنتاج
غير مصنفة كمواد خطرة على صحة الإنسان والبيئة.					H350: يمكن أن يسبب السرطان. H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين. H373: يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند	الخطر على صحة الإنسان والبيئة

البدائل					(PY 34)	المطلب
PR (101)	PY (42)	PBr (24)	PY (53)	PY (184)	(PR104)	
					التعرض المطول أو المتكرر. :H400 سام جدًا للحياة المائية. :H410 سام جدًا للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد.	
السعر 4 - 7 يورو لكل كغم.	السعر 4 - 7 يورو لكل كغم.	السعر 6 - 9 يورو لكل كغم.	السعر 6 - 9 يورو لكل كغم.	البديل الأفضل لـ (PY34)، لكنه مكلف أكثر (5 - 6) مرات. (22 - 35) يورو لكل كغم.	-----	الجدوى الاقتصادية
الخضابات وموادها الخام متوفرة بكميات كافية.					محدودية مصادر المواد الخام (Bi, V) ²²	التوفر

2-6-6 تقييم بدائل الخضابات العضوية المحتملة

قائمة الخضابات العضوية التي قد تكون بدائل لـ (PY 34) و (PR 104) والتي تطول وتشتمل على عائلات الخضابات التالية:

أ. خضابات (Azo Diarylides) مثل: (PO 13) و (PO 34) و (PY 14) و (PY 83).

ب. خضابات (Azo Dianisidine) مثل: (PO 16).

ت. خضابيات (Azo Benzimidazolones) مثل: (PO 36) و (PY 151) و (PY 154) و (PY 194).

ث. خضابيات (Monoazo) مثل: (PY 65) و (PY 74) و (PY 97).

ج. خضابيات (Azo) مثل: (PO 67).



ح. خضابيات عضوية بديلة أخرى مثل: (PO 73) و (PY 110) و (PY 138) و (PY 189).


خ. خضابيات (Diketopyrrolopyrrol Red – PR 254).

أ. مجموعة خضابيات (Azo Diarylides)

يبين الجدول التالي مقارنة بعض بدائل الخضابيات المحتملة من هذه المجموعة مع خضابيات (PY 34) و (PR 104).

الجدول رقم (12): المقارنة اللونية لخضابيات مختارة من مجموعة (Azo Diarylides)

المقارنة اللونية	الخضاب
<p>الصفاء غير متشابه، ووظيفة التدرج (التباين) اللوني ضعيفة، حيث يمكن الحصول على تدرج (تباين) باهت للون الأصفر.</p>  <p>PY 34 PY 34 PY 34 PY 83 primrose lemon medium زهرة الربيع ليموني وسط</p>	(PY 83)
	(PO 13)

المقارنة اللونية	الخضاب
Yellow shade PR 104 PO 34 Blue shade PR 104 التدرج (التباين) الأصفر (PR 104) التدرج (التباين) الأزرق (PR 104)	
	(PO 34)
Yellow shade PR 104 PO 34 Blue shade PO 104 التدرج (التباين) الأصفر (PR 104) التدرج (التباين) الأزرق (PO 104)	

إن خضابات (Azo Diarylides) لا توفر وظائف العتامة والتدرج (التباين) اللوني. تلك الخضابات تكون مناسبة للاستخدامات الداخلية بسبب ضعف ديمومتها، وقلة الاحتفاظ باللمعة مقارنة بـ (PY 34) أو (PR 104). كما أن الثباتية الحرارية لها ضعيفة (أي أنها تتفكك وينتج عنها مواد خطيرة على درجات حرارة أكثر من 200 درجة مئوية).

يوضح الجدول التالي تقييماً لبدائل خضابات (Azo Diarylides) لـ (PY 34)، و (PR 104).

الجدول رقم (13): تقييم البديل الممكن / خضاب (Azo Diarylides)

البدائل				(PR 104) و (PY 34)	المطلب
(PY 83)	(PY 14)	(PO 34)	(PO 13)		
الديمومة أقل، لذلك تركيب دهانات من تلك الخضابات مناسبة للاستخدام الداخلي فقط. قوة التغطية منخفضة والثباتية الحرارية قليلة. لا يوجد نضوح في اللون.				دهانات ذات ديمومة عالية ، وذات قوة تغطية ممتازة ووظيفة والإشارة والتباين اللوني ممتازة. خصائص النضوح ممتازة. القدرة على الاحتفاظ باللمعة، والألوان الساطعة (الناضحة بالحياة) والغامقة لا تتلاشى أو تبتهت مع مرور الزمن.	الوظيفة

البدائل				(PR 104) و (PY 34)	المطلب
(PY 83)	(PY 14)	(PO 34)	(PO 13)		
لا داعي للتغيير في العمليات الإنتاجية، ولكن بسبب أن تشتتت الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتًا أكثر وهذا يحتاج مزيدًا من الطاقة.				-----	عمليات الانتاج
بشكل عام، هذه الخضابات الأربعة غير سامة في حال الابتلاع الحاد، وغير مهيجة للجلد والعين، ولا تسبب حساسية للجلد كما أثبتت نتائج الفحوصات المخبرية على الحيوانات. لا يوجد لها تأثير سلبي في حال التعرض المتكرر، ولا تسبب السمية الجينية أو السمية التناسلية. لا تعتبر تلك الخضابات من المواد المسرطنة، ولا تشكل خطرًا على البيئة.				H350: يمكن أن يسبب السرطان. H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين. H373: يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر. H400: سام جدًا للحياة المائية. H410: سام جدًا للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد.	الخطر على صحة الإنسان والبيئة
من أجل تحقيق نفس طيف اللون، والعتامة والحماية للطلاء، فيجب إضافة كميات أكثر من الخضاب.				-----	الجدوى الاقتصادية
السعر 17 - 25 يورو لكل كغم.	السعر 7 - 10 يورو لكل كغم.	السعر 10 - 18 يورو لكل كغم.	السعر 6 - 9 يورو لكل كغم.	-----	
تكمّن المشكلة في توفر مصادر المواد الخام للإنتاج. هنالك عدد قليل جدًا من المصنعين في العالم، مما يجعل من الصعب توقع ماذا سيحدث في حال زيادة الطلب المفاجئ على تلك المواد الخام كنتيجة لاستبدال (PR 104).					التوفر

ب. مجموعة خضابات (Azo Dianisidine)

هذه المجموعة من الخضابات تمتلك خصائص مشابهة لمجموعة (Azo Diarylides). يوضح الجدول التالي مقارنة للخضابات (PO 16) و (PR 104).

الجدول رقم (14): المقارنة اللونية بين لون (PO 16) و (PR 104).

المقارنة اللونية	الخصاب
<p>وظيفة التدرج (التباين) محدودة بالتدرج البرتقالي المزرق، والذي يكون غير كاف لجميع صفاء وطيف (PR 104).</p>  <p>التدرج الأصفر (PR 104) التدرج الأزرق (PR 104)</p>	(PO 16)

تمتلك خضابات (Dianisidine) العديد من خصائص خضابات (Diarylide)، ولكن الثباتية الحرارية لخضابات (Dianisidine) أفضل، حيث تصل إلى 240 درجة مئوية مقارنة بالثباتية الحرارية لخضابات (Diarylides) التي تصل إلى 200 درجة مئوية. كلاهما مناسب للاستخدام الداخلي بسبب ضعف الديمومة، والاحتفاظ باللمعة أقل مقارنة بـ (PR 104).

يوضح الجدول التالي تقييماً لـ (PO 16) كبديل لـ (PR 104).

الجدول رقم (15): تقييم البديل الممكن/ خضاب (Azo Dianisidine)

المطلب	(PR 104)	خضابات (Azo Dianisidine) (PO 16)
الوظيفة	دهانات ذات ديمومة عالية مع قوة تغطية ممتازة، ولها وظيفة الإشارة والتباين اللوني. خصائص النضوح ممتازة. القدرة على الاحتفاظ باللمعة ممتازة، والألوان الساطعة (الناضحة بالحياة) لا تتلاشى أو تبهت مع مرور الزمن.	الديمومة الأقل تجعل الدهانات المركبة من تلك الخضابات مناسبة للاستخدام الداخلي فقط. قوة التغطية أقل والثباتية الحرارية ضعيفة. لا يوجد نضوح في اللون.
عمليات الإنتاج	-----	لا داعي للتغيير في العمليات الإنتاجية، ولكن بسبب أن تشتيت


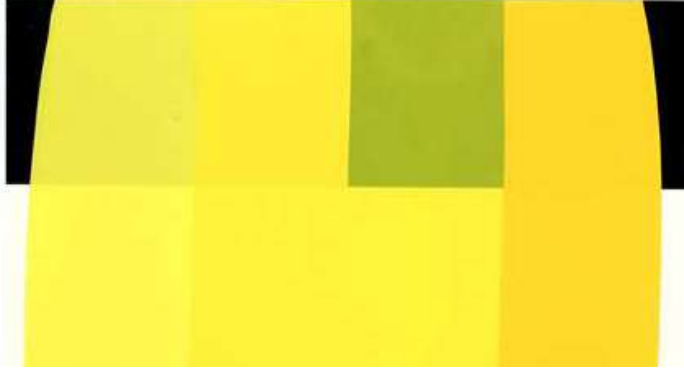
المطلب	(PR 104)	خضابات (Azo Dianisidine) (PO 16)
		الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتاً أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.
الخطر على صحة الإنسان والبيئة	<p>H350: يمكن أن يسبب السرطان.</p> <p>H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين.</p> <p>H373: يمكن أن يسبب ضرراً لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر.</p> <p>H400: سام جداً للحياة المائية.</p> <p>H410: سام جداً للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد.</p>	لم يلاحظ (يسجل) أي نتائج سلبية في دراسات السمية عند جرعات فموية دون الحادة. إن (PO 16) لا يسبب السمية الجينية.
الجدوى الاقتصادية	-----	من أجل تحقيق نفس طيف اللون، والعتامة والحماية للطلاء، فيجب إضافة كميات أكثر من الخضابات. السعر 16 – 20 يورو لكل كغم.
التوفر	-----	تكمن المشكلة في توفر مصادر المواد الخام للإنتاج. هنالك عدد قليل جداً من المصنعين في العالم، مما يجعل من الصعب توقع ماذا سيحدث في حال زيادة الطلب المفاجئ على تلك المواد الخام كنتيجة لاستبدال (PO 104).

ت. مجموعة خضابات (Azo Benzimidazolones)

على الرغم من قيود معينة، إلا أن هذه المجموعة من الخضابات تعتبر الأفضل كبديل لـ (PO 34) و (PY 104).
يبين الجدول التالي المقارنة اللونية للخضابات المختارة من مجموعة (Azo Benzimidazolones) كبديل لـ (PO 34) و (PY 104).

الجدول رقم (16): المقارنة اللونية للخضابات المختارة من مجموعة (Azo Benzimidazolones)

الخضاب	المقارنة اللونية
(PO 36)	يعتبر (PO 36) واحداً من أفضل البدائل لـ (PR 104). نقاوة اللون في (PO 36) قريبة جداً من نقاوة اللون في (PR 104)، إلا أن لون (PO 36) متسخ قليلاً، مما يؤدي

المقارنة اللونية	الخضاب
<p data-bbox="619 277 1118 315">إلى تقييد وظيفة التدرج اللوني مقارنة بـ (PR 104).</p>  <p data-bbox="408 763 1118 801">Yellow shade PR 104 PO 36 Blue shade PR 104</p> <p data-bbox="427 824 1118 862">التدرج الأصفر (PR 104) (PO 36) التدرج الأزرق (PR 104)</p>	
<p data-bbox="288 913 1118 1003">لا يمكن أن يصل (PY 151) إلى فقوع (نصوع) وصفاء التدرج اللوني للأصفر، كخضاب يكون محدود إلى التدرج الأخضر للون الأصفر</p>  <p data-bbox="363 1451 1118 1489">PY 34 PY 34 PY 151 PY 34</p> <p data-bbox="288 1503 1118 1541">Primrose shade Lemon shade Medium shade</p> <p data-bbox="288 1563 1118 1601">التدرج زهر الليمون التدرج الأصفر التدرج الوسط</p>	<p data-bbox="1267 1240 1385 1279">(PY 151)</p>
<p data-bbox="288 1646 1118 1736">لا يمكن أن يصل (PY 151) إلى فقوع (نصوع) وصفاء التدرج اللوني للأصفر، كخضاب يكون محدود إلى التدرج الأخضر للون الأصفر</p>	<p data-bbox="1267 1675 1385 1713">(PY 154)</p>

المقارنة اللونية				الخضاب
PY 34	PY 34	PY 154	PY 34	
Primrose shade	Lemon shade		Medium shade	
تدرج زهر الليمون	تدرج أصفر		تدرج متوسط	

فقوع (نصوع) وصفاء التدرج الأصفر العالي لا يمكن تحقيقه نتيجة لمحدودية التدرج الأخضر للون الأصفر. هنالك قيود معينة في الألوان مع (PO 36) كونه أوسخ من (PR 104).

يبين الجدول التالي تقييماً لـ (PO 36) و (PY 151) و (PY 154) و (PY 194) مقارنة مع (PY 34) و (PR 104).

الجدول رقم (17): تقييم البدائل الممكنة / خضابات (Azo Benzimidazolones)

البدائل				PY 34, PR 104 (PY 34) (PR 104)	المطلب	
PY 194 (PY 194)	PY154 (PY 154)	PY 151 (PY 151)	PO 36 (PO 36)			
<p>هذه الخضابات ذات ديمومة وقدرة على الاحتفاظ باللمعة أقل مقارنة بـ (PY 34)، ولكن من الممكن استخدامها في الدهانات الخارجية. الثباتية الحرارية تضاهي هذه الخضابات. لا يوجد نصوح للألوان. (PY 194) شفاف وأقلها ديمومة من بين هذه الخضابات.</p>				<p>هذا الخضاب ذو ديمومة جيدة وقدرة جيدة على الاحتفاظ باللمعة، ولكن الثباتية الحرارية أقل من (PR 104). يمكن استخدامه في الدهانات الخارجية.</p>	<p>دهانات ذات ديمومة عالية وقوة التغطية ممتازة ووظيفة الإشارة والتباين اللوني ممتازة. خصائص النصوح ممتازة. القدرة على الاحتفاظ باللمعة، والألوان الساطعة (النايضة بالحياة) لا تتلاشى أو تبهت مع مرور الزمن.</p>	الوظيفة

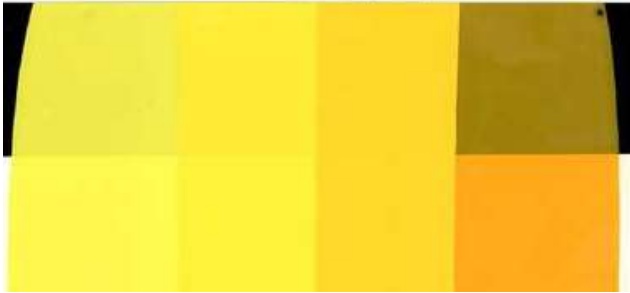
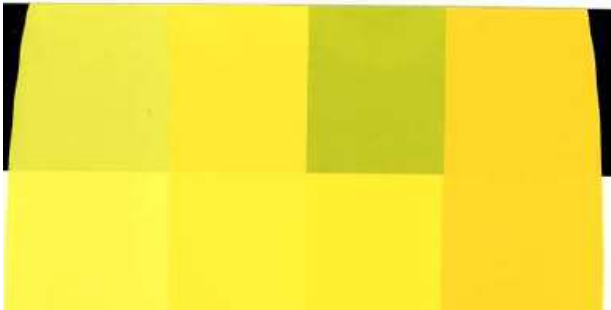
البدائل				PY 34, PR 104 (PY 34) (PR 104)	المطلب
PY 194 (PY 194)	PY154 (PY 154)	PY 151 (PY 151)	PO 36 (PO 36)		
لا يوجد نضوح في الألوان.					
لا داعي للتغيير في العمليات الإنتاجية، ولكن بسبب أن تشتتت الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتًا أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.				-----	عمليات الإنتاج
هذه الخضابات ليس لها آثار سلبية على صحة الانسان والبيئة.				<p>H350: يمكن أن يسبب السرطان.</p> <p>H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين.</p> <p>H373: يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر.</p> <p>H400: سام جدًا للحياة المائية.</p> <p>H410: سام جدًا للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد.</p>	الخطر على صحة الانسان والبيئة
التكلفة المباشرة لتلك الخضابات أعلى.					الجدوى الاقتصادية
السعر 33 – 25 يورو لكل كغم.	السعر 25 – 17 يورو لكل كغم.	السعر 25 – 17 يورو لكل كغم.	السعر 25 – 18 يورو لكل كغم.	-----	
التوقع بعدم القدرة على تزويد السوق للمصانع بالكميات المطلوبة في حال التوسع في استخدامها في عمليات الإنتاج.				-----	التوفر

ث. مجموعة خضابات (Monoazo)

إن ثباتية خضابات (Monoazo) في المذيبات متدنية جداً، وتكون هذه المشكلة حادة عندما يتم استخدام الطلاء ذي الأساس المذيبي للدهان فوق طلاء آخر، مسبباً ذوبان الخضابات والذي يؤدي إلى نضوح الألوان. يمكن استخدام هذا النوع من الخضابات بشكل رئيس في الدهانات ذات الأساس المائي.

يبين الجدول التالي المقارنة اللونية ب (PY 34)

الجدول رقم (18): المقارنة اللونية لبعض الخضابات المختارة من مجموعة (Monoazo) مع (PY 34)

المقارنة اللونية	الخضاب
<p>من الممكن تحقيق تغطية لطيف والصفاء في التدرج الأحمر للون الأصفر. الأصفر فاقع (ناصح).</p>  <p>PY 34 PY 34 PY 34 PY 65 Primrose shade Lemon shade Medium shade</p> <p>التدرج زهر الليمون التدرج ليموني التدرج متوسط التدرج متوسط</p>	(PY 65)
<p>من الممكن تحقيق تغطية الطيف والصفاء في الأحمر والأصفر المخضر. الأصفر أكثر فقوفاً (نصوحاً).</p>  <p>PY 34 PY 34 PY 74 PY 34 Primrose shade Lemon shade Medium shade</p> <p>التدرج زهر الليمون التدرج ليموني التدرج متوسط التدرج متوسط</p>	(PY 74)

المقارنة اللونية				الخضاب
من الممكن تحقيق تغطية الطيف والصفاء في الأحمر و الأصفر المخضر. الأصفر فاقع (ناصع) أكثر.				(PY 97)
PY 34	PY 34	PY 97	PY 34	
Primrose shade	Lemon shade	Medium shade		
الترنج زهر الليمون	الترنج ليموني	الترنج متوسط		

إن خضابات (Monoazo) لديها صفاء متشابه وهي بديل مناسب لـ (PY 34) تبعًا للون. ومن خلالها يمكن تحقيق الأخضر اليانع (الناصع)، والترنج اللوني الأحمر للون الأصفر.

خضابات (الأزو الأحادي = Monoazo) لها صفاء (Chroma) متشابه وهي بديل جيد لـ (PY 34) بخصوص اللون. ومن هذه الخضابات يمكن الحصول على الأخضر اليانع (الناصع) و الترنج الأحمر للون الأصفر (red shade yellow).

الجدول التالي يعرض تقييم هذه الخضابات مقارنة بـ (PY 34).

الجدول رقم (19): تقييم مجموعة خضابات (الأزو الأحادي)

البدائل			PY 34, PR 104	المطلب
PY 97	PY 74	PY 65		
هذه الخضابات غير مناسبة للاستخدامات الخارجية بسبب ضعف ديمومتها. كما أن الثباتية الحرارية والاحتفاظ بالللمعة أقل من (PY 34). ويحدث النضوح في الدهانات ذات الأساس المذيبي.			دهانات متينة للغاية مع قوة تغطية ممتازة، ولها وظيفة الإشارة والتباين اللوني خصائص نضوح ممتازة. احتفاظ بالللمعة ممتاز، الألوان الساطعة (الناطقة بالحياة) والألوان الغامقة من (PY 34) و (PR 104) لا تتلاشى ولا تبتهت مع مرور الزمن.	الوظيفة
لا توجد حاجة لتغييرات في عمليات الإنتاج، ولكن بسبب أن				عملية الإنتاج

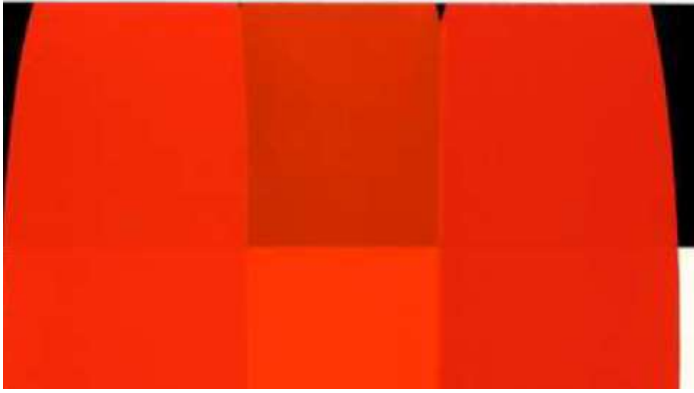
البدائل			PY 34, PR 104	المطلب
PY 97	PY 74	PY 65		
تشتيت الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتًا أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.				
هذه الخضابات ليس لها آثار سلبية على الصحة البشرية أو على البيئة.			<p>H350 : ممكن أن يسبب السرطان</p> <p>H360 : يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين.</p> <p>H373 : يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر.</p> <p>H400 : سام جدًا للحياة المائية</p> <p>H410 : سام جدًا للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد</p>	الأخطار على البيئة وعلى الصحة البشرية
لتحقيق العتامة للطلاء، يتطلب إضافة كمية خضاب أكبر.				
السعر من 25 - 35 يورو لكل كغم	السعر من 7 - 9 يورو لكل كغم	السعر من 7 - 9 يورو لكل كغم		الجدوى الاقتصادية
الخضابات متوفرة في الأسواق				التوفر

ج. خصوصية الأزو (Azo)

الجدول التالي يعرض مقارنة لونية بين (PO 67) وبين (PO 34).

الجدول رقم (20): مقارنة لونية بين (PO 67) و (PO 104).

المقارنة اللونية	الخضاب
الخضاب له صفاء متشابه، ولكن أداء التدرج أقل من (PO 104).	(PO 67)

المقارنة اللونية	الخضاب
 <p>Yellow shade PR 104 PO 67 Blue shade PR 104</p> <p>تدرج أصفر (PO 104) (PO 67) تدرج أزرق (PO 104)</p>	

الجدول التالي يعرض تقييم للمقارنة بين (PO 67) وبين (PO 104).

الجدول رقم (21): تقييم (PO 67) كبديل لـ (PO 104).

(PO 67)	(PR 104)	المطلب
ديمومة أقل واحتفاظ باللمعة أقل، ولكن الخضاب مناسب للاستعمال الخارجي. الثباتية الحرارية جيدة، ويمكن أن يحدث النضوح.	دهانات ذات ديمومة عالية مع قوة تغطية ممتازة، ووظيفة الإشارة والتباين ممتازة خصائص نضوح ممتازة. احتفاظ باللمعة ممتاز، الألوان الساطعة (النايضة بالحياة) والألوان الغامقة من (PY 34) و (PR 104) لا تتلاشى ولا تبهت مع مرور الزمن.	الوظيفة
لا توجد حاجة لتغييرات في عمليات الإنتاج، ولكن بسبب أن تشتتت الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتاً أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.		عملية الإنتاج
هذا الخضاب ليس له آثار سلبية على الصحة البشرية أو على البيئة.	H350: ممكن أن يسبب السرطان H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين.	الأخطار على البيئة وعلى الصحة البشرية

المطلب	(PR 104)	(PO 67)
	<p>H373: يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر.</p> <p>H400: سام جدًا للحياة المائية</p> <p>H410: سام جدًا للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد</p>	
الجدوى الاقتصادية		<p>لتحقيق العتامة للطلاء، يتطلب إضافة كمية خضاب أكبر.</p> <p>سعر الوحدة منه مرتفع جدًا</p> <p>سعر الكيلوغرام الواحد منه بين 30 و 40 يورو</p>
التوفر		توفره محدود بسبب أن شركة (BASF) هي المنتج الوحيد له.

ح. البدائل العضوية الأخرى

مجموعة البدائل الأخرى لـ (PY 34) و (PY 104) هي الخضابات العضوية، مثل:

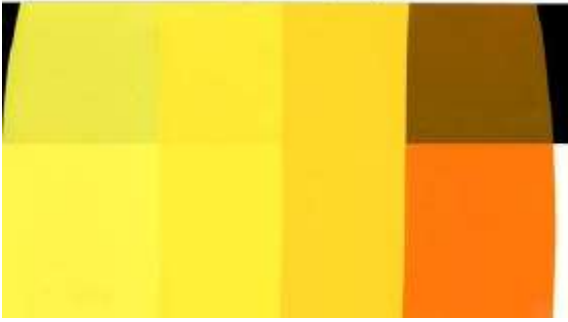
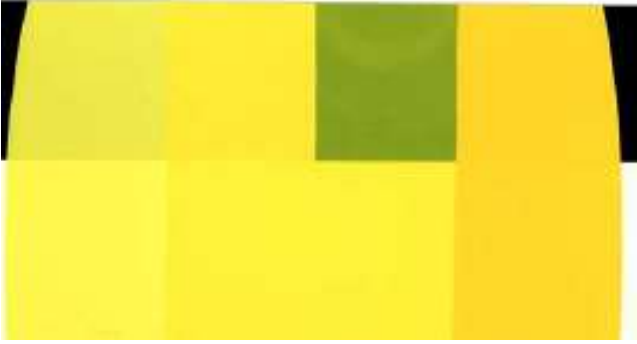
(PO 73, PY 110, PY 138, PY 139)

وهذه المجموعة من الخضابات مختلفة فيما بينها كثيرًا ولكن جميعها تصنف بنقص العتامة والصفاء المحدود.

الجدول التالي يعرض مقارنة لونية لمجموعة الخضاب هذه مع (PR 104) و (PY 34).

الجدول رقم (22): مقارنة لونية لبدائل الخضاب الأخرى

الخضاب	المقارنة اللونية
(PO 73)	<p>الصفاء (التلون) متشابه مع (PO 104)، ولكن أداء التدرج محدود.</p> 

المقارنة اللونية	الخضاب
<p>Yellow shade PR 104 PO 73 Blue shade PR 104</p> <p>تدرج أصفر (PO 104) (PO 73) تدرج أزرق (PO 104)</p>	
<p>الخضاب ليس له صفاء متشابه، وله أداء تدرج محدود.</p>  <p>PY 34 PY 34 PY 34 PY 110</p> <p>Primrose shade Lemon shade Medium shade</p> <p>تدرج لون زهرة الربيع تدرج ليموني تدرج متوسط</p>	<p>(PY 110)</p>
<p>الصفاء متشابه مع (PY 34)، ولكن أداء التدرج محدود.</p>  <p>PY 34 PY 34 PY 110 PY 34</p> <p>Primrose shade Lemon shade Medium shade</p> <p>تدرج لون زهرة الربيع تدرج ليموني تدرج متوسط</p>	<p>(PY 138)</p>
<p>الصفاء متشابه مع (PY 34)، ولكن أداء التدرج محدود.</p>	<p>(PY 139)</p>

المقارنة اللونية			الخضاب
PY 34	PY 34	PY 34	PY 139
Primrose shade	Lemon shade	Medium shade	
تدرج لون زهرة الربيع	تدرج ليموني	تدرج متوسط	

الجدول التالي يعرض تقييم لتلك البدائل.

الجدول رقم (23): تقييم الخضابات العضوية الأخرى كبدائل لـ (PY 34) و (PR 104).

البدائل				(PY 34) (PR 104)	المطلب
(PY 139)	(PY 138)	(PY 110)	(PO 73)		
الخضاب له ديمومة أقل واحتفاظ باللمعة أقل مقارنة مع (PR 104) ولكن لا يزال من الممكن استخدامه خارجياً. الثباتية الحرارية جيدة، ولا يحدث نضوح للون.	الخضاب له ديمومة أقل واحتفاظ باللمعة أقل ومناسب للاستخدام الداخلي فقط. الثباتية الحرارية جيدة، ولا يحدث نضوح للون.	الخضاب له ديمومة جيدة واحتفاظ باللمعة جيد ومناسب للاستخدام الخارجي. الثباتية الحرارية جيدة أيضاً، ولا يحدث نضوح للون.	الخضاب له ديمومة أقل واحتفاظ باللمعة أقل مقارنة مع (PR 104) ولكن لا يزال من الممكن استخدامه خارجياً. الثباتية الحرارية جيدة، ولا يحدث نضوح للون.	دهانات ذات ديمومة عالية مع قوة تغطية ممتازة، ووظيفة الإشارة والتباين ممتازة. خصائص نضوح ممتازة. احتفاظ باللمعة ممتاز، والألوان الساطعة (الناضجة بالحياة) والألوان الغامقة من (PY 34) و (PR 104) لا تتلاشى ولا تبهت مع مرور الزمن.	الوظيفة
لا توجد حاجة لتغييرات في عمليات الإنتاج، ولكن بسبب أن تشتيت الخضابات العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتاً أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.					عملية الإنتاج
هذا الخضاب ليس لها آثار سلبية على الصحة البشرية أو على البيئة. إنتاج (PY 110) و (PY 138) خطير للغاية بسبب منتجات وسيطة من المذيبات السامة.				H350: ممكن أن يسبب السرطان H360: يمكن أن يضر بالخصوبة،	الأخطار على البيئة وعلى الصحة البشرية


البدائل				(PY 34) (PR 104)	المطلب
(PY 139)	(PY 138)	(PY 110)	(PO 73)		
				أو يضر بالجنين. H373 : يمكن أن يسبب ضررًا لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو المتكرر. H400 : سام جدًا للحياة المائية H410 : سام جدًا للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	
التكلفة المباشرة المتعلقة بالخصاب أعلى					الجدوى الاقتصادية
السعر من 22 - 27 يورو لكل كغم	السعر من 30 - 40 يورو لكل كغم	السعر من 42 - 45 يورو لكل كغم	السعر أعلى من 60 - 70 يورو لكل كغم		
جميع هذه الخصابات متوفرة بشكل محدود جدًا للتزويد.					التوفر

خ. الخصاب العضوي الأحمر (Diketopyrrolopyrrole Red (DPP))

هذا الخصاب يستعمل في دهانات السيارات وله العديد من الصفات الجيدة جدًا، شاملة الثباتية الحرارية والاحتفاظ باللحمة جيد جدًا.

الجدول التالي يعرض مقارنة لونية مع (PR 104).

الجدول رقم (24): مقارنة لونية بين (PR 254) و (PO 104).

المقارنة اللونية	الخضاب
<p>بسبب الصفاء (التلون) وأداء التدرج لألوان محددة، فلا يمكن تحقيق ألوان معينة.</p>  <p>Yellow shade PR 104 PR 254 Blue shade PR 104</p> <p>تدرج أصفر (PR 104) PR 254 تدرج أزرق (PR 104)</p>	(PR 254)

الجدول التالي يعرض تقييم لـ (PR 254) كبديل لـ (PR 104).

الجدول رقم (25): تقييم للخضاب العضوي الأحمر (Diketopyrrolopyrrole Red (DPP))

PR 254	PR 104	المطلب
<p>الخضاب أقل ديمومة من (PR 104) وشفاف. الثباتية الحرارية والقدرة على الاحتفاظ باللمعة ممتازة. مناسب للاستخدام الخارجي. ولا يوجد نضوح للون.</p>	<p>دهانات ذات ديمومة عالية مع قوة تغطية ممتازة، ووظيفة الإشارة والتباين اللوني ممتازة. خصائص نضوح ممتازة. احتفاظ باللمعة ممتاز، الألوان الساطعة (الناضجة بالحياة) والألوان الغامقة من (PY 34) و (PR 104) لا تتلاشى ولا تبهت مع مرور الزمن.</p>	الوظيفة
<p>لا توجد حاجة لتغييرات في عمليات الإنتاج، ولكن بسبب أن تشتيت الخضاب العضوية أقل، فإن مرحلة الطحن تتطلب وقتاً أكثر وهذا يحتاج المزيد من الطاقة.</p>		عملية الإنتاج
<p>هذا الخضاب ليس لها آثار سلبية على الصحة البشرية أو على البيئة.</p>	<p>H350: ممكن أن يسبب السرطان H360: يمكن أن يضر بالخصوبة، أو يضر بالجنين. H373: يمكن أن يسبب ضرراً لأعضاء جسم الإنسان عند التعرض المطول أو</p>	الأخطار على البيئة وعلى الصحة البشرية

المطلب	PR 104	PR 254
	المتكرر. H400: سام جدًا للحياة المائية H410: سام جدًا للحياة المائية مع تأثيرات طويلة الأمد	
الجدوى الاقتصادية		لتحقيق العتامة للطلاء، يتطلب إضافة كمية خضاب أكبر. سعره أعلى من ثلاثة إلى أربعة أضعاف سعر الكيلوغرام الواحد منه ما بين 18 و 20 يورو
التوفر		هناك عدد محدود من المصنعين له في الأسواق.

هناك خضابات أخرى متوفرة في الأسواق والتي يمكن أن تستخدم مع خضابات مختلفة لتحقيق مستويات أداء مختلفة، مثل: PR 112 (naphtol AS) و PR 170 (naphtol AS) و PO 82 (tin titanium zinc oxide) و PW 6 (ثاني أكسيد التيتانيوم) و PY 82 (disazo-condensation) و PY 216 (tin zinc rutile) و PR 122 (quinacridone).

الخضابات (PY 34) و (PR 104) تستخدم في الدهانات التي تحقق ديمومة عالية واحتفاظ بالمعنى وتمتلك وظيفة الإشارة والتباين اللوني. في تقييم البدائل تم الأخذ بعين الاعتبار معايير الجودة (مثل: الوظيفة، والجدوى الفنية، وأداء البيئة والصحة والسلامة العامة) والمعايير الكمية (الجدوى الاقتصادية، والتوفر).

جميع البدائل التي تم أخذها بعين الاعتبار لم تنجح في تحقيق بعض المتطلبات الفنية التي يحققها (PY 34) و (PR 104). تم التعرف على خضاب فنادات اليزموث (PR 184) كأفضل بديل لخضاب (PY 34). ويوجد لخضاب (PR 104) اثنان من أفضل البدائل العضوية وهي: (C.I. pigment orange 73) و (C.I. pigment orange 67) والتي يرمز لها بـ (PO 67) و (PO 73) على التوالي.

خضابات كرومات الرصاص تستخدم عادة في التطبيقات التي لا تتطلب أداء مرتفعاً لكل سماتها (مثل الاستخدام الداخلي). ولذلك، ليس من الضروري إيجاد خضاب بديل وحيد لها يحتوي على كل المواصفات، ولكن إيجاد تركيبة بديلة تحقق متطلبات محددة.

بدائل الخضابات المتوفرة و مزائجها قادرة على أن:

- تغطي مجال الألوان كاملاً (من الأصفر وعبر البرتقالي إلى الأحمر).
- تزود تدرج لوني نظيف.
- تحقق متطلبات العتامة بمزيج من الخضابات العضوية وغير العضوية.
- تغطي مستويات أداء مختلفة للاستخدام الداخلي والخارجي، ومقاومة عالية للضوء والظروف الجوية.

- تعطي مقاومة للحرارة تبلغ أكثر من 200 درجة مئوية.
- ليس لها مشاكل نضوح.
- تحقق المتطلبات الفنية المتعلقة بمعدات صناعة الطلاء.

3-6-6 مستحضرات الخضاب الجافة والخضاب الهجينة

طورت صناعة الخضاب حلاً لاستبدال الخضاب (PY 34) والخضاب (PR 104) من خلال مستحضرات خضاب جافة حسب الطلب. وهذه الخضاب هي عبارة عن استبدال مباشر واحد لواحد (1:1) لكل من (PY 34) و (PR 104). الخضاب التي سيتم تحضيرها تُختار بحيث تعطي توازن بين الصفات اللونية وقوة التغطية تقريباً لكل مجال التدرجات اللونية. مستحضرات الخضاب تغطي مجالات الأصفر من الأخضر حتى تدرجات الأحمر وتغطي مجالات البرتقالي من الأصفر إلى تدرجات الأزرق.

تمثل الخضاب الهجينة مزيجاً من الجزيئات الخضابية اللونية الأساسية غير العضوية المعقدة المصغر قطرها ذات اللون العضوي المشتت مسبقاً الملتصق بسطح الجزيئات الأساسية. وهذه الخضاب متوفرة بالأصفر والبرتقالي ومستحضرات تدرجات الأحمر وتظهر أداء مرتفعاً فيما يتعلق بالديمومة والعمامة والللمعة. تعزيز الصفاء لتكنولوجيا الخضاب الهجينة يقدم فرصة عظيمة لتركيب ألوان متألفة جداً.

المثال رقم (5) – (الملحق رقم 3) يوفر دليل لتراكيب الخضاب الهجينة

4-6-6 إعادة صياغة تركيبة الدهان

لا يوجد خضاب بديل واحد خال من الرصاص ويغطي كل الخصائص الفنية لـ (PY 34) أو (PR 104). هذه الخضاب تجمع الصفاء بمستوى الخضاب العضوية وأفضل الخصائص للخضاب غير العضوية والتي تشمل قوة التغطية (القدرة الجيدة على التغطية)، ومقاومة الظروف الجوية والضوء، والتثابته الحرارية ومقاومة النضوح. ولتحقيق هذه الخصائص، فإنه من الضروري استخدام مزيج من الخضاب العضوية وغير العضوية في إعادة صياغة تركيبة الدهان. تزود الخضاب غير العضوية خاصة قوة التغطية (القدرة على التغطية الجيدة)، في حين أن الخضاب العضوية تزود خصائص اللون، والصفاء وقوة التلوين. مقاومة الظروف الجوية تعتمد على الخضاب العضوية المستخدمة ويمكن أن يتم تكييفها حسب متطلبات محددة (انظر الجدول رقم 26). وبمزج هذين النوعين من الخضاب، يمكن تحقيق الأداء المطلوب من الدهان.

المرحلة الأولى من عملية إعادة صياغة التركيبة يجب تحديدها بدقة حسب خصائص الأداء التي يجب أن يحققها الدهان، فبالإضافة إلى اللون:

- هل هو للاستخدام الخارجي أم الداخلي (مقاوم للظروف الجوية والضوء)؛
- اختلاف تدرج مقبول؛
- هل هناك طلب لمقاومة الحرارة؛
- قوة تغطية ممتازة عند سماكة (فلم) محددة؛
- تدرج ونضوح اللون؛
- هل النضوح مقبول (هل يستخدم الدهان في نظام طبقات لونية مختلفة، والهدف من الدهان)

الجزء 1-6 يوفر معلومات عن مزيج الألوان لتحقيق تدرج محدد، وتجميع هذه المعلومات مع المقارنة اللونية لبدائل (PY 34) و (PR 104) (في الأجزاء 1-6-6 و 2-6-6)، يجعل من الأسهل على الشركات اتخاذ القرار لاختيار بدائل الخضابات.

إذا كان الدهان سيستخدم داخليًا فقط، فلا حاجة لاستخدام خضابات عالية الثمن وعالية الأداء في ثباتيتها للضوء. وهذا يساعد على تخفيض كلفة إعادة صياغة تركيبات الدهانات.

في المثال التالي لتخضيب (RAL 1021) متوسط إلى عالي الأداء، تبلغ كلفة الخضابات ضعف الخضابات المحتوية على الرصاص، حيث تبلغ كلفة تركيبة الخضابات المحتوية على الرصاص 0.35 يورو لكل متر مربع، في حين أن كلفة تركيبة الخضابات الخالية من الرصاص 0.71 يورو لكل متر مربع.

المثال رقم (1): تركيبة (RAL 1021) المحتوية على الرصاص والخالية من الرصاص

التركيبية الخالية من الرصاص [% وزن/وزن]	التركيبية المحتوية على الرصاص [% وزن/وزن]	الخضاب
81.5		عضوي (PY 151)
	85.8	غير عضوي (PY 34)
17.7	11.0	غير عضوي (PBr 24)
0.8	0.8	عضوي (PY 139)

في المثال التالي (RAL 3000) متوسط إلى عالي الأداء، تبلغ كلفة الخضابات الخالية من الرصاص حوالي 30% أقل من الخضابات المحتوية على الرصاص بسبب استخدام 70% كخضابات غير عضوية في التركيبة. تبلغ كلفة تركيبة الخضابات المحتوية على الرصاص 0.31 يورو لكل متر مربع، في حين أن كلفة تركيبة الخضابات الخالية من الرصاص 0.20 يورو لكل متر مربع.

المثال رقم (2): تركيبة (RAL 3000) المحتوية على الرصاص والخالية من الرصاص

التركيبية الخالية من الرصاص [% وزن/وزن]	التركيبية المحتوية على الرصاص [% وزن/وزن]	الخضاب
61.1	21.5	غير عضوي (PY 53)
	63.3	غير عضوي (PR 104)

التركيبية الخالية من الرصاص [% وزن/وزن]	التركيبية المحتوية على الرصاص [% وزن/وزن]	الخضاب
27.3		PR 254 (عضوي)
	8.0	PR 122 (عضوي)
11.6	7.2	PR 101 (غير عضوي)

في غالب مستويات الأداء المطلوبة، تكون تكلفة التركيبات الخالية من كرومات الرصاص أعلى بضعفين أو ثلاثة، وفي مستويات الأداء المتوسطة تكون التكلفة متقاربة وفي المستويات الجيدة بشكل كاف تكون الخضابات الخالية من الرصاص ذات أسعار معقولة أكثر.

الجدول التالي يلخص الخصائص لبدائل الخضابات مقارنة مع (PY 34) و (PR 104).

الجدول رقم (26): خصائص بدائل الخضابات مقارنة مع (PY 34) و (PR 104).

النضوح	ثباتية أقل للحرارة	الاستخدام الخارجي	الخضاب
لا	لا	نعم	PY 184, PY 42, PR 101, PY 110, PR 254
لا	لا	نعم	PY53, PBr.24, PY 151, PY 154, PY 194, PO 73, PY 139
لا	نعم	نعم	PO 36
لا	نعم	لا	PO 13, PO 34, PY 14, PY 83, PO 16, PO 155
نعم	نعم	لا	PY 65, PY 74, PY 97

النضوح	ثباتية أقل للحرارة	الاستخدام الخارجي	الخضاب
نعم	لا	نعم	PO 67
لا	لا	لا	PY 138

بعد حذف الخضاب التي لا تحقق المتطلبات المطلوبة، تبدأ عملية تعديل اللون باستخدام الخضاب المختارة، مع الأخذ بعين الاعتبار خصائص الخضاب العضوية وغير العضوية.

النهج الأساسي هو أن يتم قياس لون الدهان المحتوي على الرصاص ومن ثم استخدام أدوات مطابقة الألوان (برامج حاسوبية ومعدات) لإنتاج اللون المطابق المطلوب. كما يمكن أن يقوم منتج الخضاب بالمساعدة باقتراح تركيبات يتم البدء بها للألوان المحددة. الأشخاص ذوو الخبرة بالتلوين يمكنهم أن يحددوا الخضاب المطلوبة ويحددوا التركيبة النهائية من خلال عملية تلوين لونية بأسلوب المحاولة والخطأ (عملية مكررة).

الخضاب، شاملة (PY 34) و (PR 104)، عادة لا تستخدم وحدها في الاستخدام النهائي، ولذلك فإن العوامل التي تؤثر في اختيار ذلك الخضاب أو غيره للحصول على لون محدد وخصائص الأداء المطلوبة تختلف بشكل كبير.

كل دهان له خصائصه، ولذلك فإنه من المستحيل إعطاء حل دقيق، ولكن ببساطة يمكن توفير توجيه لكيفية تطبيق نهج الإحلال (الاستبدال) والذي يعتمد على تركيبة الدهان الأولية وعلى المتطلبات.

عملية إعادة صياغة تركيبة الدهان لاستبدال الخضاب المحتوية على الرصاص لا تتطلب فقط تعديل اللون، حيث أن هذه هي واحدة فقط من خصائص الدهان التي تتأثر بالخضاب.

وحسب مزيج الخضاب الموجود في التركيبة الأولية المحتوية على الرصاص وفي التركيبة الجديدة، فيجب الأخذ بعين الاعتبار موضوع استبدال عامل التثبيت وعملية الطحن (انظر الجزء 3-6).

إذا كانت التركيبة المحتوية على الرصاص تحتوي على خضاب غير عضوية فقط والتركيبة الخالية من الرصاص تحتوي بشكل أساسي خضاب عضوية (مثال 1 و 2)، فإن إعادة صياغة التركيبة تتطلب عامل تثبيت جديد وتغيير في عملية الطحن (فترة الطحن يجب أن تكون أطول).

إذا كانت التركيبة المحتوية على الرصاص تحتوي على خضاب عضوية، فمن الضروري أخذ موضوع تغيير كمية عامل التثبيت بعين الاعتبار، وذلك يعتمد على الخضاب في التركيبة الجديدة.

في حالة المزيج من الخضاب العضوية وغير العضوية، فإن عملية الطحن المشترك يجب تجنبها بسبب الخصائص المختلفة للخضاب العضوية وغير العضوية المتعلقة بالطحن. وعملية الطحن المشترك يمكن تجنبها من خلال:

- إنتاج ملون زياتي وخلطه للحصول على التدرج المطلوب؛
- عملية طحن منفصلة للخضاب (هذا يعني أن يتم طحن الخضاب غير العضوية، ومن ثم باستخدام نفس معدة الطحن يتم طحن الخضاب العضوية بظروف مختلفة، أو العكس). ومثال جيد على هذا النهج هو مزيج الخضاب الذي تم عرضها في المثال رقم (2). حيث يجب أولاً أن يتم التثبيت المسبق للخضاب (PY 53)

و (PR 101) ومن ثم تثبتها معًا وبعد ذلك الخضاب (PR 254) أو العكس. ظروف الطحن يجب أن يتم تعديلها لكل مرحلة طحن؛

- استخدام مشتتات الخضابات الجاهزة (مشتتات عالمية) متوافقة مع مدى واسع من الأوساط (سوائل حمل الدهان).

ومن منظور عملي، الاختيار بين بدائل طرق الإنتاج هذه يعتمد على الكميات المراد إنتاجها وسعة المعدات، ولكن أيضًا التكلفة تلعب دورًا مهمًا.

ولتحقيق نجاح في توسيع النتائج التجريبية على الكميات الصناعية، يجب أن تضاهي ظروف الطحن المخبرية تلك الموجودة في المصنع.

إنه من الأهمية للغاية، أن يتم التأكد من ثباتية التثنتيت (انظر الجزء 6-3). حيث أنه إذا لم يكن التثنتيت مستقرًا (ثابتًا) فهذا يمكن أن يؤثر على إعادة إنتاج اللون، وأن يسبب ضبابًا أو عيوبًا (فلمية) وأن يكون له آثار سلبية في مقاومة الظروف الجوية.

يمكن فحص مقاومة الظروف الجوية بالتجوية الخارجية، ولكن للحصول على نتيجة ذات معنى، فيحتاج إلى فترة تعرض طويلة. ولذلك، يتم إجراء تجوية صناعية بمساعدة جهاز مسرع للتجوية. وهذه الطرق تشمل استخدام أجهزة مثل:

- QU-V weathering tester
- Weather-O-Meter (xenon or carbon arc lamp)
- Sun test (UV light)

فحوصات التجوية المسرعة يمكن تشغيلها لعدة آلاف من الساعات، وتعتمد هذه على استخدام الدهان. فيجب فحص التركيبة الجديدة بالتوازي مع الدهان المحتوي على الرصاص. وخلال فحص التجوية وبعده يتم قياس الاحتفاظ باللون، والاحتفاظ باللمعة (أو الفرق بالمقارنة مع دهان غير معرض للتجوية)، والتَجِير (التطبش).



الشكل رقم (10): مقصورة الضوء

ولاتخاذ القرار الملائم بخصوص مطابقة الألوان، فمن الضروري أن يتم:

- دهن العينات التي يراد فحصها فوق دهان أساس.

- ترك الوقت الكافي لدهان الأساس حتى يجف (إذا كان يجف في الهواء).
- دهن عينات الدهان بنفس التقنية.
- ترك الوقت الكافي لعينات الدهان حتى تجف (إذا كانت تجف في الهواء).
- دهن اللون القياسي (المعياري) واللون المراد فحصه بنفس السماكة تقريبًا.
- مقارنة الألوان باستخدام مقصورة الضوء أو ضوء النهار.

ضوء الشمس يحتوي على طيف الضوء المرئي كاملاً، فالضوء المتوهج (الساطع) يحتوي على أصفر وبرتقالي أكثر، في حين أن الضوء المتفلور يحتوي على بنفسجي وأحمر أكثر. ولأن الأجسام المدهونة سوف يتم رؤيتها على الأغلب خلال ضوء النهار، فيجب أن يتم استخدامه لتقييم الألوان. وإذا تم استخدام مقصورة الضوء لمقارنة الألوان، فيمكن استخدام مصادر ضوئية مختلفة.

وفي حالة إحلال (استبدال) الخضابات ممكن أن يحدث التشدّف، حيث يحدث التشدّف عندما يتطابق جسمان تحت مصدر ضوئي محدد ويفشل تحت مصدر ضوئي آخر. والسبب الأكثر شيوعاً لذلك هو عندما تكون إحدى العينات تحتوي على خضاب أو خضابات غير موجود في العينة الأخرى. فمثلاً تتطابق العينات تحت ضوء النهار ولا تتطابق تحت الضوء الساطع.

7. إحلال (استبدال) المجففات المحتوية على الرصاص

يوفر هذا الفصل المعلومات عن المجففات التي تستخدم في الغالب، ولكن هناك مراجع متوفرة للقارئ الباحث عن المعلومات عن المجففات الأخرى أو المعلومات التفصيلية.

استبدال المجففات التي تحتوي على الرصاص لا تتطلب إعادة تركيب معقدة. وكنتيجة، توفر هذه التوجيهات المعلومات عن المبادئ العامة لدور المجففات، والخصائص الفردية ومبادئ التزويد (الجرعات) وفحص الدهانات، وتعتبر كتوجيهات للإحلال (للاستبدال) وللتركيبات المستقبلية للدهانات التي تجف في الهواء بدون مضافات تحتوي على الرصاص.

1-7 دور وتركيب المجففات

بعض الروابط، مثل الراتنجات ذات أساس زيت التجفيف، أو الراتنجات المعدلة، مثل الألكيدات واسترات الإيبوكسي يعالج بوساطة تفاعل تشابك والذي يتم بدوّه بوساطة أكسجين الجو. خلال عملية التجفيف، هناك مراحل متعددة مختلفة. العملية الأولى هي التجفيف الفيزيائي للدهان. في هذه العملية يتم تبخر المذيب وتشكل طبقة (فلم) مغلقة من خلال التحام جزيئات الرابط. ثم يحدث تجفيف كيميائي (يسمى أيضاً تجفيف مؤكسد)، أي عملية تأكسد ذاتي للدهون، حيث يجف الدهان بوساطة تأكسد مركبات الرابط مع الأكسجين الجزيئي الموجود في الهواء. هذه العملية يمكن أن تسرع باستخدام العوامل المساعدة التي تدعى مجففات.

المجففات تتبع صنف الصابونيات التي تضاف إلى نظام الدهانات التي تجف في الهواء لتسريع أو لتعزيز التحول من (فلم) سائل إلى الحالة الصلبة في غضون وقت ملائم بعد عملية الدهان. التحول يحدث بتفاعل أكسدة متشابك وبعملية تُحفز باستخدام الأيون الموجب (الكاتيون) الفلزي الموجود في المجفف.

وفي حالة محاليل المجففات، وتسمى أيضاً المادة المجففة، تكون مركبات فلزات عضوية ذائبة في مذيبات عضوية وروابط. والأيون السالب (الأنيون) في الصابون الفلزي يحدد بشكل كبير إذا كان المجفف يحقق الخصائص الأساسية، وهي:

- ذائبية جيدة وثباتية عالية في مختلف أنواع الروابط.
- ثباتية تخزين جيدة للمجففات.
- القدرة على الوجود في تركيز فلزات مرتفع.
- لزوجة منخفضة بشكل كاف، وذلك لجعل مداولة المجففات أسهل.
- يجب أن يكون للمجفف الأثر الأمثل كعامل مساعد.
- العلاقة الأفضل بين السعر والأداء²⁶.

الفلزات المستخدمة في مركبات المجففات يمكن تصنيفها في ثلاث مجموعات:

- مجففات أولية (تسمى أيضاً مجففات فعالة أو مؤكسدة)
- مجففات ثانوية (تسمى أيضاً مجففات بينية)
- مجففات مساعدة

الفلزات المستعملة في المجففات في كل مجموعة مبينة في الجدول التالي.

الجدول رقم (27): الفلزات المستخدمة في المجففات

المجففات المساعدة	المجففات الثانوية	المجففات الأولية
كالسيوم	رصاص	كوبلت
زنك	زركونيوم	منغنيز
ليثيوم	بيزوموث	حديد
بوتاسيوم	باريوم	سيروم
	سيروم	فناديوم
	سترنشيوم	

الأحماض العضوية لتحضير مثل هذه الأملاح الفلزية يتم اختيارها بحيث تكون متوافقة بالشكل الأمثل مع الروابط والذائبية الأمثل.

المجففات الأولى كانت ذات أساس أحماض دهنية أو القلونية (مادة راتنجية صلبة تستحصل عادة من الصنوبر ومن بعض أشجار المخروطيات الأخرى)، والتي تم لاحقاً استخدام حمض النفثيك بدلاً منها، وهي مادة يتم استخراجها من النفط الخام. وبسبب ندرة حمض النفثيك، تم في المجففات الحديثة استخدام أحماض اصطناعية ذات سلسلة متشعبة مثل:

- octoate acid (2-ethylhexanoic acid)

- isononanoic acid (3,5,5-trimethyl hexanoic acid)
- neodecanoic acid (mainly 2,2,3,5-tetramethyl hexanoic acid).

الأحماض الصناعية لها رائحة أقل وتمكن من محتويات فلزية أعلى وجودة متسقة.

تصنف الكربوكسيلاات الفلزية إلى:

- متعادلة
- حمضية (أكثر شيوعاً من المتعادلة)
- قاعدية
- فوق القاعدية، وتشير إلى استخدام ثاني أكسيد الكربون كبديل لجزء من الحمض في المجفف.

2-7 خصائص المجففات المختارة

استخدم الرصاص على نطاق واسع كمجفف ثانوي. المجففات الثانوية فعالة في مرحلة التشابك ضمن خطوات الجفاف، وهي مسؤولة عن الجفاف الكلي في جميع أنحاء طبقة الدهان بأكملها. فعالية مجفف الرصاص وحدها (أي المحتوي على الرصاص) منخفضة جداً. يؤدي الرصاص أيضاً إلى تحسين مرونة وديمومة (فلم) الدهان. بصرف النظر عن قضية السمية، فإن مجففات الرصاص لها عيوب أخرى، حيث يمكن أن تؤدي إلى زيادة الترسبات في (الفلم) والذي قد يسبب الضبابية وفقدان اللمعة. يمكن التقليل من هذا التأثير عند استخدام مجفف الرصاص بالاقتران مع مجفف الكالسيوم الذي يعمل بمثابة مستحلب ويحسن تشتيت الخضاب وخصائص الترطيب. كما أنها (أي المجففات المحتوية على الرصاص) قد تسبب تلطيخ الكبريت، لأنها تتفاعل مع الكبريت لتشكيل كبريتيد الرصاص الأسود. أثناء تخزين الدهان، قد يؤدي تفاعل المجفف المحتوي على الرصاص مع الأحماض الدهنية طويلة السلسلة، والتي تشكلت بواسطة التحلل المائي للراتنج الألكيدي، إلى جعل ملح الرصاص غير قابل للذوبان.

تستخدم المجففات المحتوية على الرصاص مع الكوبالت أو المنغنيز. وغالباً ما يضاف الكالسيوم أيضاً، لتجنب ترسب الرصاص والتضبيب. إن التكوين المثالي لمزيج المجفف الذي أساسه الرصاص، محسباً كنسب فلزية من إجمالي المواد الصلبة الراتنجية في الدهان هو:

0.05 % كوبالت

0.5 % رصاص

0.1 % كالسيوم

الكوبالت هو مجفف أولي، وعلى هذا النحو، يعمل غالباً بمثابة مجفف سطحي باعتباره صابوناً فلزياً بسيطاً، فإنه يُظهر أفضل فعالية في درجة حرارة الغرفة، ويمكن استخدامه في مجموعة واسعة من الطلاء والورنيش. في حالة الاستخدام بمفرده، قد يؤدي إلى ظهور تجعد سطحي وإضعاف الجفاف بشكل عام. ولهذا السبب، فهو يستخدم مع فلزات أخرى مثل: المنغنيز، والزركونيوم، والسترنشيوم، والرصاص، والكالسيوم ومزيج من المجففات تعتمد على تلك الفلزات. في حال أضيف الكوبالت كمجفف إلى راتنج غير مخفف، فقد يؤدي ذلك لزيادة كبيرة في اللزوجة. يمكن استخدام مجففات الكوبالت بشكل منفرد في النظام الذي يخفف بالماء، ولكن في أغلب الأحيان يتم مزجها مع مسرع الجفاف.

يحتاج الكوبالت إلى أن يضاف بكميات قليلة جدًا فقط، وبالتالي، يميل إلى تقليل إزالة اللون مقارنة بالفلزات المجففة الأخرى. علاوةً على ذلك، فإن الكوبالت لا يزيل لون الطلاء الأبيض بنفس درجة المجففات الأخرى، حيث أن اللون الأزرق الداكن للكوبالت يبطل اللون الأصفر للروابط الزيتية والألكيدية وبالتالي يعزز بياض الدهان

قامت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) بتقييم الكوبالت ومركباته باعتبارها مسبب محتمل للسرطان بالنسبة للبشر (المجموعة 2 ب). علاوةً على ذلك، قد يسبب الكوبالت التهاب الجلد كنوع من الحساسية، لذا، فإنه يوصى بإحلال (استبدال) مجففات الكوبالت إن أمكن.

يمكن استعمال مجففات الفناديوم والحديد والمنغنيز كبداية لمجففات الكوبالت.

المنغنيز هو كذلك مجفف فعال وإن كان أقل فعالية من الكوبالت. وفي حال تسريع للبلمرية في الطبقات النهائية التي تجف بالحرارة (baking finishes)، يكون المنغنيز عادة أكثر فعالية من الكوبالت. يحسن الكوبالت والمنغنيز بشكل أساسي الجفاف السطحي (لفلم) الدهان، إلا أن أداء المنغنيز في الجفاف على درجات الحرارة المنخفضة أفضل من أداء الكوبالت. الطلاء المحتوي على المنغنيز لا يتعرض للتجعد تحت ظروف الرطوبة العالية كما يحصل (لأفلام) الدهان المحتوية على الكوبالت وحده. من الأفضل عمومًا عمل تركيبات الدهان الأبيض بدون المنغنيز أو بنسبة قليلة جدًا لتجنب تشكل اللون الوردي أو الأصفر الوردي بسبب استخدام نسب مرتفعة من المنغنيز. يتميز المنغنيز أيضًا بأنه لا يتسبب في هشاشة (أفلام) الدهان المجففة بالحرارة، والذي يحدث إذا تم استخدام الكوبالت فقط. بالإضافة إلى ذلك، في النظم المعرضة للتجعد، مثل الطلاءات القائمة على أساس زيت اليوريثان، يمكن الحصول على نتائج جيدة مع استخدام المنغنيز. نادرًا ما يستعمل المنغنيز بشكل منفرد، لكن يتم إضافته للمجففات الأولية المحتوية على الكوبالت لتحسين أدائها. يمكن تحسين أداء المجففات المحتوية على المنغنيز بواسطة محسنات الجفاف العضوية.

توفر المجففات المحتوية على الفناديوم جفافًا سطحيًا بالإضافة إلى الجفاف عبر طبقة (فلم) الطلاء. أحد أهم العيوب المعتبرة والتي تؤدي للحد من استخدام الفناديوم بشكل كبير في الدهان هو ميله لتلطخ (فلم) الدهان. كما يبدو أن الفناديوم يميل للتسبب بفقدان القدرة على الجفاف. كما يمكن استخدامه في الطلاء الذي يخفف بالمذيب ويجف في الهواء أو في الدهان المحتوي على نسب عالية من المواد الصلبة. وفي شكله المستحلب يمكن استعماله في تركيبات الدهان التي تخفف بالماء .

الكالسيوم له فعالية محدودة كمجفف، ولكنه مفيد للغاية حال استعماله مع المجففات الفعالة الأخرى. يعمل الكالسيوم على إبقاء نسيج (فلم) الدهان متفتحًا، مما يساهم بزيادة تخلل الأكسجين في (الفلم) وبالتالي التخلص من المذيبات باكراً في عملية التجفيف. إنه فعال للغاية عند استخدامه مع الكوبالت والزركونيوم، لتعزيز الجفاف في ظل الظروف الجوية السيئة مثل درجات الحرارة المنخفضة والرطوبة العالية. عند استخدام الكالسيوم كمجفف ثانوي أو مساعد، فإن تسببه في فقدان قدرة التجفيف يصبح مشكلة أقل عندما يتم تخزين الدهانات لفترات أطول. تساعد مجففات الكالسيوم على تحسين الصلابة (القساوة) واللصقة، كما تقلل من تكوين التجعد أو الظاهرة الحريرية (silking). تتم إضافة معظم المجففات في مرحلة خلط الراتنج والمذيب والمواد المضافة (let-down stage) خلال عملية تصنيع الدهانات، باستثناء المجففات الإضافية مثل الزنك والكالسيوم، والتي يمكن إضافتها عمومًا إلى الطحنة الأساسية نظرًا لفعاليتها كعوامل ترطيب وتثبيت.

بالنسبة إلى المجفف الذي يحتوي على الرصاص، فإن بدائل الإحلال (الاستبدال) هي مجففات الزركونيوم أو السترنشيوم.

الزركونيوم، مثل الرصاص وفلزات القشرة الأرضية النادرة يعمل بمثابة مجفف بيئي. الزركونيوم فعال فقط عند استخدامه مع المجففات الأولية (الأساسية). وهو يعزز الجفاف السطحي والجفاف البيئي خلال (فلم) الدهان. على عكس الرصاص، فإن الزركونيوم هو عامل ترطيب وتشتيت ضعيف للخضاب، لذلك، من الضروري استعماله مع الكالسيوم. خصائص الجفاف لتركيبات المجففات المحتوية على الكوبالت، والزركونيوم، والكالسيوم في ظروف الحرارة والرطوبة المحيطة مشابهة لتركيبات المجففات المحتوية على الرصاص. ومع ذلك، هنالك بعض المشكلات المتعلقة بأدائها في ظل الظروف الحرجة، أقل من 10 درجات مئوية على سبيل المثال.

يمتلك السترنشيوم نفس خصائص التجفيف البيئي للزركونيوم، لكنه يقدم أيضًا خصائص تجفيف إضافية، مما يؤدي إلى تحسين الثباتية للتخزين وتقليل "فقدان الجفاف"، وهو مفيد بشكل خاص في الأنظمة ذات النسب العالية من الخضاب، أو التي تحتوي على مستوى مرتفع من المضافات. يبدو أن السترنشيوم يتخطى الأداء غير الكافي للزركونيوم، وهو مرشح لأن يكون الخيار الأبرز لإحلال (استبدال) الرصاص. إضافة إلى ذلك، فإنه عامل ترطيب وتشتيت جيد للخضاب، ويعمل على منع التضبب والتجلد. ومع ذلك، قد يتأثر الأداء للاستعمالات الخارجية سلبًا عند استخدام السترنشيوم.

تعد المجففات المحتوية على السترنشيوم بديلًا فعالًا من حيث التكلفة وتوفر أداءً جفافًا فائقًا وهي أكثر فعالية من حيث التكلفة من النوعيات المتعادلة (neutral grades).

أصبح من الشائع في صناعة الطلاء استخدام مزائج من الفلزات. تتضمن هذه المزائج مجففًا فعالًا واحدًا أو أكثر مع مجفف مساعد واحد أو أكثر. مزائج المجففات هذه متوفرة حاليًا بصيغة جاهزة للاستخدام أو كمجففات مركبة مسبقًا.

توفر المجففات المركبة مزايا إضافية بالمقارنة مع المجففات التقليدية المعتمدة على فلز واحد:

- كفاءة أفضل
- تخفيض كمية المواد الخام
- تقليل مخاطر أخطاء الوزن
- النسب الفلزية المثلى
- عملية الإنتاج مبسطة
- جودة موحدة. (ثبات في الجودة)

مسرعات التجفيف أو العوامل المركبة - هي مركبات لافلزوية، تكون قادرة على زيادة فعالية الفلزات في المجففات الأولية مما يؤدي إلى جفاف أسرع (لفلم) الطلاء. وهي تعمل عن طريق التشابك مع ذرات الفلزات لتشكيل مخالب. يتم استعمال نوعين مختلفين من مسرعات التجفيف بشكل كثيف على المستوى التجاري، وهي:

(1,10-phenanthroline & 2,2'-bipyridyl). تستخدم مسرعات التجفيف في تركيبات الدهان التي تخفف بالمذيب أو التي تخفف بالماء وتجف في الهواء. في الطلاء الذي يخفف بالماء، يمكن أن يؤدي التحلل المائي للمجفف الأولي إلى فقدان القدرة على الجفاف عند تخزين الطلاء. عند مزج المجففات الأولية ومسرعات، يتم الحصول على بعض الحماية من التحلل المائي. كما أنه يمكن تقليل فقدان القدرة على الجفاف بسبب امتزاز المجفف الفلزوي على سطح الخضاب باستخدام مسرعات الجفاف.

أثناء التخزين، وتحت تأثير الأكسجين، يحدث تشابك غير مرغوب به وسابق لأوانه على السطح المعرض للظروف الجوية. العوامل المانعة للقشرة يمكنها أن تمنع أو تؤخر عمليات الأكسدة غير المرغوب بها.

3-7 فقدان القدرة على الجفاف

عادةً ما تحتاج الدهانات التي تجف بواسطة الأكسدة (oxidative-drying) إلى فترة أطول للجفاف بعد فترات التخزين الطويلة. إن فقدان فعالية المجفف يمكن أن تعزى إلى :

- الامتزاز الكيميائي للمجفف على سطح الخضاب على العكس من الامتزاز الفيزيائي، والذي هو عملية يمكن عكسها، فإن الامتزاز الكيميائي يؤدي إلى جمود دائم للمجفف أو إفاقد المجفف القدرة على الفعالية). يحدث الامتزاز الكيميائي مع الخضابات التي تحوي مجموعات حمضية على السطح، وبشكل رئيس يحصل مع الخضاب الذي يمتلك مساحة سطحية كبيرة مثل السناج والخضابات العضوية المختلفة. تؤثر تركيبة المذيب على عملية الامتزاز الكيميائي، حيث تحصل أقوى عمليات الامتزاز مع المذيبات ذات الجفاف الضعيف مثل المذيبات شديدة القطبية أو المذيبات شديدة اللاقطبية. تكون النظم التي تحوي مذيبات عطرية معدنية حرة أكثر عرضة للامتزاز الكيميائي من تلك النظم التي يتم تخفيفها بواسطة (التيربينتين)
- تكون الملح: ناتج تفاعل أيونات المجفف مع الأحماض الأليفاتية طويلة السلسلة، حيث أن تكون هذه الأملاح يحدث بسبب التحلل المائي للرابط أو المكونات الأخرى والتي هي (أي الأملاح) غير ذائبة في الدهان، وتترسب بعد التبلور مما ينتج عنه فقدان المجفف.
- تشكيل مركبات غير قابلة للذوبان: هذه الظاهرة تلاحظ في الدهانات ذات الرائحة المنخفضة، والتي تخفف بالمذيبات الأليفاتية النقية. المركبات من أنواع المجففات المختلفة، والمكونة من أحماض أليفاتية قصيرة السلسلة نسبياً مثل الأوكتانوات، لها قابلية محددة للذوبان في تلك المذيبات وتميل للتبلور. المجففات فوق القاعدية (الأساسية) أكثر حساسية لهذا التأثير (تشكل مركبات غير قابلة للذوبان) من المجففات المتعادلة. المجففات المكونة من أحماض أطول (9 – 11 ذرة كربون) تكون قابلة للذوبان أكثر و أقل عرضة للتبلور في أنظمة الطلاءات تلك.
- التحلل المائي للمجففات: هذا هو السبب الرئيس لفقدان القدرة على الجفاف في أنظمة الطلاء التي تخفف بالماء. بوجود الماء، فإن المجفف يتميه بسرعة. علاوةً على ذلك، فإن المياه تعتبر مجموعة وظيفية جيدة للربط مع الكوبالت، مما يؤدي لتكون مركبات الكوبالت بسهولة. الهيدرات المتشكلة غير ثابتة وتؤدي للتحلل المائي للصابون الفلزي، وبالتالي عدم قابلية ذوبان الفلز الأساسي.

يمكن تجنب فقدان القدرة على الجفاف بالوسائل التالية:

- اختيار نظام التجفيف المتوافق مع نظام الطلاء. يجب أن يكون المجفف قابل للذوبان في الرابط ولا يؤدي لتشكيل الضباب عند التخزين أو أثناء مرحلة التجفيف. لذا يوصى بعمل فحص للتوافق في الوسط دون إضافة الخضاب أو المادة المالئة.
- إدخال المجفف المضحى (sacrificial) في مرحلة الطحن. يمكن استخدام مجفف مساعد مثل الكالسيوم، خاصة إن كان فقدان القدرة على الجفاف ناتج عن الامتزاز الكيميائي للمجفف الأولي على الخضاب. لكن هذا النهج له حدوده، ولا يمكن استخدامه دائماً؛ لأنه إذا كان هناك جرعة زائدة من المجفف المساعد، فقد تتأثر اللزوجة والصلابة (تأثير التليين) وكذلك الديمومة أو مقاومة اللون بشكل سلبي.

- استخدام المجفف المغذي مثل نفثينات هيدوركسيد الكوبالت. هذا المجفف المغذي متاح كعجينة وغير قابل للذوبان في المحاليل الكحولية المعدنية، هذه المجففات:

- تعوض الفلزات النشطة الممتازة على الخضاب (الألوان الداكنة) - تحرر فلزات إضافية بطريقة مسيطر عليها
- تتفاعل ببطء مع حموضة الراتنج المتبقية

4-7 تقييم البدائل

قد تحتوي المجففات على مكونات (المذيبات العضوية أو مسرعات التجفيف) ذات تأثيرات صحية و/ أو بيئية غير مرغوب فيها. ولذلك فمن الضروري في عملية الإحلال (الاستبدال)، النظر إلى المنتج بأكمله وليس فقط المركب الفلزي النشط أو المركب المراد استبداله. يُعرّف حاليًا حمض (Octoate (2-ethylhexanoic acid) بأنه خطير، ويشتهر في أنه يسبب أضرارًا للأجنة. يوصى باستخدام البدائل غير الخطرة مثل المجففات القائمة على حمض (isononanoic) أي حمض (3,5,5-trimethyl hexanoic) أو حمض (neodecanoic) (وبشكل رئيس حمض (2,2,3,5-tetramethyl hexanoic

في الجدول التالي، يتم عرض تقييم لبدائل أوكترات الرصاص:

الجدول رقم (28): تقييم بدائل أوكتات الرصاص

البدائل				أوكتات الرصاص	المطلب
نيوديكاتوات السترنشيوم	نيوديكاتوات الزركونيوم	أوكتات السترنشيوم	أوكتات الزركونيوم		
مجفف (بيني) شامل	مجفف (بيني) شامل	مجفف (بيني) شامل	مجفف (بيني) شامل	مجفف (بيني) شامل	الوظيفة
ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج	ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج	ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج	ليست هناك حاجة لإجراء تغييرات في عملية الإنتاج	يضاف المجفف في مرحلة الخلط التي تسبق مرحلة الترشيح	الجدوى الفنية
H304 يمكن أن يكون مميئًا في حال الابتلاع والدخول إلى المجاري التنفسية	H304 يمكن أن يكون مميئًا في حال الابتلاع والدخول إلى المجاري التنفسية	H302 مضرّ في حال الابتلاع H304 يمكن أن يكون مميئًا في حال الابتلاع والدخول إلى المجاري التنفسية H318 يسبب ضررًا شديدًا للعين H316d يشتبه بالتسبب بالضرر للجنين H315- يسبب تهيجًا للجلد	H302 مضرّ في حال الابتلاع H304 يمكن أن يكون مميئًا في حال الابتلاع والدخول إلى المجاري التنفسية H318 يسبب ضررًا شديدًا للعين H316d يشتبه بالتسبب بالضرر للجنين H315- يسبب تهيجًا للجلد	H226: قابل للاشتعال في حالة السائل والبخار H302: مضرّ في حال الابتلاع H332: مضرّ في حال الاستنشاق H410: سام جدًا للحياة المائية مع وجود تأثيرات طويلة الأمد. H360 (f.d): قد يضر بالخصوبة، وقد يضر بالجنين.	الخطر على البيئة وصحة الإنسان

البيانات				أوكتات الرصاص	المطلب
نيوديكانات السترنشيوم	نيوديكانات الزركونيوم	أوكتات السترنشيوم	أوكتات الزركونيوم		
				H371: يسبب الضرر للأعضاء من خلال التعرض لفترات طويلة أو متكررة H336: يمكن أن يسبب النعاس أو الدوخة	
	هذه المجففات أعلى من المجففات القائمة على الأحماض الأخرى	المواد الخام للسترنشيوم أرخص بشكل عام وأكثر استقرارًا مقارنة بالزركونيوم	الأسعار غير مستقرة		الجدوى الاقتصادية
	لا تزال هذه المجففات تنتجها العديد من الشركات، ولكنها غير متوفرة على نطاق واسع	لا يوجد مشاكل في الإمداد أو التوريد بالنسبة للسترنشيوم والسعر مستقر حاليًا	تنتج في الغالب في استراليا وغرب أفريقيا والصين رمال الزركون - وهي المادة الخام لجميع مواد الزركونيوم الكيميائية - غير متوفرة بكثرة بسبب قيود التعدين، مما قلل من توافرها وبالتالي أدى إلى ارتفاع الأسعار	مجففات الرصاص متوفرة في السوق ولكن تم حظرها في الكثير من الدول	التوفر

5-7 إعادة صياغة تركيبة الدهان

نظرًا لأن عملية التصلب المؤكسدة هي تفاعل معقد يحدث فيه التشابك والتقطع في الروابط في وقت واحد، فإن تقدير جرعة المجففات أمر بالغ الأهمية. التجفيف الفعال يتطلب الحد الأدنى من المجفف. إضافة كمية زائدة من المجفف يضعف تشكل (فلم) الدهان وخصائص (الفلم)، حيث أن الفلزات (المعادن) تعزز استمرار الأكسدة، مما يؤدي إلى تقصف الرابط وبالتالي الدهان.

إن كميات بعض المجففات، مثل: أملاح الكوبالت العضوية، والمنغنيز، و الفاناديوم، والحديد يتم تقييدها لتسببها في تلون (فلم) الدهان.

هناك خضابات محددة قادرة أيضًا على تسريع عملية الجفاف المؤكسد، على سبيل المثال أكاسيد الحديد (بشكل أساسي الفئات الشفافة بسبب مساحتها السطحية الكبيرة)، خضابات الزنك الفلزية، وأكاسيد الزنك، وكربونات الكالسيوم، وخضابات الرصاص. قد تعمل الخضابات الأخرى كمثبطات لعملية التصلب المؤكسدة، على سبيل المثال السناج، وخضاب اللازورد (صبغة زرقاء داكنة اللون) وبعض خضابات الفثالوسيانين. هذه الخضابات تمتاز المجففات على سطحها. وبالتالي، يجب زيادة مقدار المادة المجففة قليلاً.

تتميز المجففات المتوفرة تجاريًا بمحتواها الفلزي. تشير صحيفة البيانات الفنية إلى توجيه أو إرشاد حول كميات المجفف، ويشمل ذلك المنتجات المركبة (المزائج). ستختلف توصيات الدهانات التي تعتمد على راتنج الألكيد الزيتية الطويلة القياسية عن تلك التي تعتمد على ألكيد الزيت القصير أو الطلاء المحتوي على تركيز عالٍ من المواد الصلبة، وبالمثل، فإن طبيعة الزيت / الأحماض الدهنية وأي تهجين سيغير نظام الجفاف الأمثل. للحصول على أفضل أداء للدهان، فعلى من يقوم بعملية إعادة صياغة التركيبة إيجاد التوازن الصحيح (نسب) بين أنواع المجففات المختلفة (المجففات الأولية والبيئية والمساعدة). يمكن لمعادن (فلزات) محددة تحسين بعض الصفات، مثل: زيادة الصلابة (القساوة)، إعطاء لمعة أفضل وكذلك الحصول على جفاف بيني (شامل).

في الجدول التالي يتم عرض مدى نقاط الانطلاق الموصى بها من قبل أحد المنتجين.

الجدول رقم (29): نطاقات مقترحة للاستئناس بها كنقطة انطلاق

المدى محسوب كنسبة الفلز من المواد الصلبة للراتنج					المعدن (الفلز)
مركبات عضوية متطايرة فانقة الانخفاض	تخفف بالماء	الجفاف بالحرارة	ألكيد زيتي قصير	ألكيد زيتي طويل	
			0.70 – 0.35	0.80 – 0.50	الرصاص
0.15 – 0.08	0.30 – 0.10		0.30 – 0.15	0.40 – 0.20	الزركونيوم
			0.30 – 0.15	0.40 – 0.20	السترنشيوم

المدى محسوب كنسبة الفلز من المواد الصلبة للراتنج					المعدن (الفلز)
مركبات عضوية متطايرة فانقة الانخفاض	تخفف بالماء	الجفاف بالحرارة	ألكيد زيتي قصير	ألكيد زيتي طويل	
0.15 – 0.08	0.12 – 0.04	- 0.02 0.05	0.06 – 0.03	0 – 0.04 07	الكوبالت
0.45 – 0.15	0.10 – 0.05		0.20 – 0.10	0.30 – 0.15	الكالسيوم
0.15 – 0.08	0.14 – 0.06	- 0.02 0.05	0.09 – 0.04	0.09 – 0.06	المنغنيز
			0.09 – 0.06	0.12 – 0.08	الفاناديوم

يمكن حساب كمية المجفف المطلوبة من خلال المعادلة التالية :

كغم مجفف = (كغم من الراتنج) x (% المواد الصلبة للراتنج) x (% من الجرعة) / 100 x (% الفلز في المجفف)

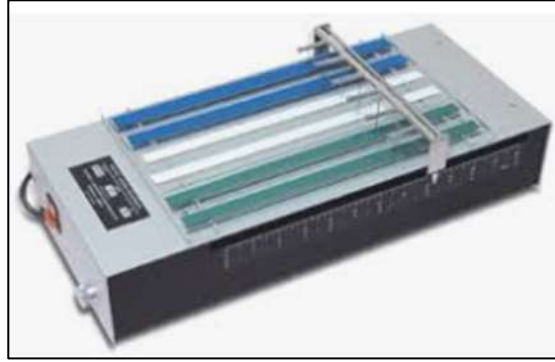
مثال : لنفرض أن لدينا دهان مع راتنج ألكيدي (50% مواد صلبة) محتوى 500 كجم في تركيبة (خلطة)
(1000 كغم) ونريد إضافة جرعة 0.3% من الزركونيوم (18% مجفف

$4.2 = 18 \times 100 / 0.3 \times 50 \times 500$ كغم من مجفف الزركونيوم (18%) لكل 100 كغم من الدهان

لا يمكن إحلل الزركونيوم ببساطة محل الرصاص؛ حيث يجب أن يتم تعديل نسب الكوبالت والكالسيوم كذلك. وفقاً لمصادر مختلفة في المراجع، فإنه يمكن إحلل مجففات الرصاص في التركيبة (الخلطة) باستخدام 60-70% من مجففات الزركونيوم محسوبة من محتوى المعدن (الفلز). النهج الأمثل هو البداية بكميات المجففات الموصى بها من قبل المصنعين.

مجففات الزركونيوم يمكن إحلالها (استبدالها) بشكل متكافئ بمجففات السترنشيوم محسوبة من محتوى المعدن (الفلز). إذا حل مجفف السترونشيوم مكان مجفف الرصاص، فلا حاجة لتغيير الكميات بالنسبة لمجففات الكوبالت والكالسيوم.

من الضروري فحص الدهان لتعديل كميات المجففات بهدف الحصول على أفضل النتائج الممكنة، لكن كقاعدة عامة يجب إبقاء المجففات عند الحد الأدنى لتجنب الآثار السلبية.



الشكل رقم (10): مسجل زمن الجفاف

بعد اجراء فحص زمن الجفاف الأولي، يجب إجراء فحص الثبات، واللزوجة، وصلابة (الفلم)، واللمعة و الاصفار (شهر في خزانة مظلمة) لنظام الجفاف لأكثر بديل واعد (محتمل). جميع الفحوصات للتقييم الفني للبدايل يجب إجراؤها بشكل مقارن، أي أن يكون المرجع هو المنتج الذي يحتوي على نظام المجفف المحتوي على الرصاص.

إذا تم الحصول على زمن التجفيف وخصائص (فلم) مماثلة للمنتج المرجعي (المحتوي على مجفف الرصاص)، عندها يجب البحث في مدى تأثير التخزين على التركيبة (الخلطة) الجديدة. التخزين عند درجة حرارة مرتفعة (40 درجة مئوية لمدة اسبوعين) يحاكي (يحفز) التخزين لفترة طويلة لحد ما. الزيادة في زمن التجفيف بعد التخزين تشير إلى فقدان قدرة الجفاف بالنسبة لنظام التجفيف. إذا لوحظ فصل شديد بين الأطوار المختلفة أو حدوث الترسيب للنظام البديل (الخلطة البديلة) ولم يكن هذا هو الحال بالنسبة للمنتج المرجعي، فإن النظام البديل (الخلطة) غير مقبول، خاصة إذا كانت العينة غير قابلة للمزج بسهولة مرة أخرى عن طريق التحريك. يجب قياس اللزوجة، واللمعة، وصلابة (الفلم) الجاف قبل وبعد التخزين.

يوفر الجدول التالي التدابير المستخدمة لحل القضايا أو المشاكل المرتبطة بالمجففات

الجدول رقم (30): استكشاف الأخطاء وإصلاحها فيما يتعلق بالمجفف

المشاكل ذات الصلة بالمجفف	استبدال أو إضافة أو تقليل أو زيادة
(الفلم) دبق جدا	كوبالت أو بوتاسيوم
التزهر	كالسيوم
الدبقية اللاحقة	حديد
ضعف الاحتفاظ باللون	زنك
لمعة منخفضة	زنك
جفاف ضعيف في	سيريوم أو لانتانوم

المشاكل ذات الصلة بالمجفف				استبدال أو إضافة أو تقليل أو زيادة
				الرطوبة العالية
	زنك ، أو سيريوم أو بزموت			الطلاء لين جدًا
	زنك، حديد أو مسرع جفاف		كالسيوم متعادل	فقدان الجفاف من خلال امتصاص الخضاب
	مسرع جفاف		كالسيوم قاعدي بشكل زائد	فقدان الجفاف من خلال ترسب المجفف
			كل المجففات	المجففات بطيئة جدًا
كالسيوم مع باريوم أو سترنشيوم				الدهان لديه مقاومة ضعيفة للماء
زنك مع منغنيز	زنك	كوبالت	كالسيوم	التجعد
		كوبالت	العامل المانع للقشرة	تجلد في العبوة
		كوبالت	زركونيوم أو كالسيوم	جفاف بيني (شامل) ضعيف
		سيريوم أو منغنيز	كالسيوم أو لانتانوم	اصفرار
كالسيوم أو بوتاسيوم			كوبالت	جفاف سطحي بطئ
			كوبالت	مصائد الغبار
كالسيوم مع باريوم، سترنشيوم أو ليثيوم أو كوبالت مع منغنيز				جفاف بطيء على درجة حرارة منخفضة
		كوبالت	زركونيوم	(الفلم) هش بشدة
رصاص مع زركونيوم أو سترنشيوم				التلطيخ بالكبريتيد

المشاكل ذات الصلة بالمجفف	استبدال أو إضافة أو تقليل أو زيادة
تشنيت ضعيف للخضاب	دمج الزنك أو أوكينات الكالسيوم في الطحنة الأساسية

تعتبر مجففات السترنشيوم حاليًا ذات أداء أفضل مقارنةً بمجففات الزركونيوم، لذلك تعتبر مجففات السترنشيوم بديلًا فعالًا من حيث التكلفة لمجففات الزركونيوم وتوفر أداءً جفافًا متميزًا في ظروف درجات الحرارة المنخفضة و الرطوبة العالية.

الخاتمة

الرصاص تقليديًا هو مادة سامة ذات تأثير مزمن وتراكمي. التعرض للرصاص هو مصدر قلق كبير فيما يتعلق بالصحة العامة. الرضع والأطفال الصغار (وخاصة ما دون سن الخامسة) والنساء الحوامل هم أكثر عرضة للأثار الضارة للرصاص، حتى مستويات التعرض المنخفضة نسبيًا يمكن أن تسبب أضراراً خطيرة للصحة لهم.

إن التحول إلى تركيبات (خلطات) الدهان الخالية من الرصاص يمثل تحديًا لصناعة الدهانات، حيث يحاول موردو المواد الخام مساعدة مصنعي الدهانات في مواجهة هذه التحديات. بدأت عملية إنتاج خلطات دهان خالية من الرصاص منذ ما يقارب عقد من الزمان، لذا هناك العديد من المواد الخام في السوق التي يمكن أن تكون بديلًا عن مركبات الرصاص في الدهانات.

خضاب الرصاص (PR 105) المقاوم للتآكل يمتلك خواص ممتازة في مقاومة التآكل، ولكن يمكن استبدال فوسفات الزنك به، وفي حال الرغبة بالحصول على أداء أفضل في مقاومة التآكل، فيمكن حينها استبدال خضاب متعدد (بولي) فوسفات الزنك أو اورثوفوسفات المحسن به. الرغبة في أداء أفضل وفي مزيد من الحماية للبيئة أدى لاستخدام فوسفات الكالسيوم وتحسيناته.

تلبية (PY 34) و (PR 104) المتطلبات الفنية الصارمة وتنتج درجات لونية واضحة و داكنة، ولكنها خطيرة للغاية. لا يوجد خضاب بعينه يمكن أن يكون بديلًا لتلك الخضابات، لكن مع تحديد المعايير التي يجب على الدهان أن يفي بها، فمن الممكن استعمال مزيج من الخضابات كبديل.

يمكن استعمال مجففات الزركونيوم أو السترنشيوم كبديل لمجففات الرصاص

حسب صناعة الدهانات، فإن إعادة تركيب (صياغة) الدهان للتخلص من مركبات الرصاص ممكنة (قابلة للتنفيذ)، ويمكن التغلب على الأثار الفنية والتكلفة.

التخلص من مركبات الرصاص قد يوفر أيضًا مزايا اقتصادية محتملة، حيث من خلال إنتاج أو استخدام الدهان الخالي من مركبات الرصاص، فإنه يمكن لمصنعي الدهان والمستخدمين (مثل مصنعي الألعاب) ضمان الوصول إلى الأسواق التي تقيد مستويات الرصاص في الدهان.

في هذه الإرشادات، تم عرض المبادئ العامة لإعادة صياغة تركيبة الدهان. كل تركيبة، وبسبب احتوائها على نسب أولية مختلفة من الرصاص حسب اللون وخصائص الدهان الأخرى، تحتاج إلى نهج خاص. سيتم تزويد الشركات المشاركة في مشروع التخلص من مركبات الرصاص في الدهان بمعلومات محددة مبنية على التحليلات المتعمقة لمتطلبات كل حالة.

الملحق 1 - نصائح لإيجاد معلومات عن البدائل الأقل خطورة

ابحث عن :

- المستبدل (اسم المركب الذي يجب استبداله)
- البديل (اسم المركب الذي يمكن استعماله كبديل)
- اسم المركب الذي يجب استبداله (اسم المنتج، مثلاً: دهان)
- آمن / أكثر أماناً ، منتج أخضر، صحي أكثر، بيئي (اسم المنتج)

ضمن في البحث

- الاسم الكيميائي + طريقة الاستخدام (على سبيل المثال الخضاب في الدهانات)
- كن دقيقاً قدر الإمكان: القطاع، العملية، المنتج، الوظيفة
- المرادفات وأرقام التعريف (CAS ، EC ، إلخ).

الملحق 3 - التركيبات (الصياغات)

مثال رقم (3): تركيبة (صياغة) خالية من الرصاص لدهان أساس (بطانة دهان) زيتي طويل الألكيد قليل الكلفة

الطحن		
الصف	% وزن/وزن	المواد الخام/ المزود
سائل حمل الدهان (الوسط)	21.05	70 % راتنج زيتي طويل الألكيد
مذيب	18.71	محلول كحول معدني عديم الرائحة / LANXESS
عامل تكثيف	0.94	بننون 34
مذيب	0.23	ميثانول / LANXESS
خضاب أكسيد الحديد الأحمر الاصطناعي	4.68	Bayferrox 180 M/Bayer
مركب فوسفات الزنك (الترسيب والكبت المصعدي)	9.35	HALOX® Z-PLEX 111/ICL مضافات متقدمة/ متطورة
مالي	32.74	لكاث نالك (Mica Talc) AT.1
الخلط (LET DOWN)		
سائل حمل الدهان (الوسط)	2.34	70 % راتنج زيتي طويل الألكيد
مذيب	8.84	محلول كحول معدني / LANXESS
مادة مجففة	0.28	زركونيوم 12% (OMG Europe)

الطحن		
مادة مجففة	0.09	كوبالت 12% (OMG Europe)
مادة مجففة	0.37	زنك 8% (OMG Europe)
مادة مجففة	0.19	كالسيوم 4% (OMG Europe)
Anti-skinning agent	0.19	سكينو 1 (OMG Europe)
عامل مانع للقشرة	0.19	
	100	المجموع

مثال رقم (4): تركيبة (صياغة) طبقة أساس (دهان) إبيوكسي إستر صناعي خالٍ من الرصاص

الطحن		
الصفة	% وزن/وزن	المواد خام / المزود
سائل حمل الدهان (الوسط)	20.0	Uranox EE4 X-50/DSM راتنج خاص
عامل تكثيف	4.7	بنتون 34 (10% في التيربنتين/ إيثانول ، 5/85) Omya
خضاب	0.30	أسود خاص Orion /100
خضاب	4.4	أكسيد الزنك
خضاب	11.20	فوسفات الزنك Heubach / ZP 10
مالي	9.00	Fintalc M15/Mondo Minerals B.V.
مالي (كبريتات الباريوم)	4.40	Barytes EWO/Sachtleben Minerals
خضاب	1.70	Bayferrox 222 FM
مثبط تأكل عضوي	1.20	Heucorin RZ/Heubach
الخلط (LET DOWN)		
سائل حمل الدهان (الوسط)	14.70	Uranox EE4 X-50/DSM Special resins
مجفف	0.10	Octa Soligen Co 6/Borchers
عامل مانع للتقشر	0.20	Exkin II

الطحن		
مذيب	12.10	Shellsol A (Shell)
	100	المجموع

هذا الدهان سريع الجفاف، جاف جدًا في 45 دقيقة، جاف بحيث يمكن التعامل معه خلال ساعتين وجاف بشكل تام خلال يوم واحد.

مثال رقم (5): دليل تركيبات (صياغات) خالية من الرصاص

التدرج اللوني		التدرج اللوني	
RAL 1021		RAL 1018	
63.290	Brufasol Yellow AL 10	59.708	Brufasol Yellow AL 10
18.987	PY 42	38.80	ثاني أكسيد التيتانيوم
2.532	PY 83	1.194	PY 83
10.126	PY 101	0.298	PY 101
3.165	PB 15.3		
1.909	PG 7		
RAL 2000		RAL 1023	
62.651	Brufasol Yellow AL 30	95.487	Brufasol Yellow AL 30
12.048	PR 177	1.909	PY 83
12.048	PY 83	2.604	PY 101
13.253	PY 101		
RAL 3000		RAL 2004	
24.795	Brufasol Yellow AL 30	52.175	Brufasol Yellow AL 30
24.793	PR 254	27.536	PO 34

التدرج اللوني		التدرج اللوني	
25.619	PY 101	5.797	PY 101
14.049	ثاني أكسيد التيتانيوم	14.492	ثاني أكسيد التيتانيوم
10.744	أكاسيد حمراء		

مثال رقم (6): دليل تركيبات (صياغات) خالية من الرصاص باستعمال خضابات هجينة

الخضاب	بديل أ	بديل ب
مستوى الخضاب محسوب على الرابط الجاف 23.7%		
<i>RAL 1003 Signal Yellow</i>		
TICO® Yellow 594	39.80	52.82
TICO® Yellow 622 N	24.90	25.35
HEUCODUR® Yellow 152	13.00	
HEUCODUR® Yellow 151	20.12	19.49
أكسيد الحديد – أصفر	2.8	2.34
<i>RAL 1004 Golden Yellow</i>		
TICO® Yellow 594	65.15	
HEUCODUR® Yellow 152	19.60	
Iron Oxid Yellow	12.25	
<i>RAL 1007 Daffodil Yellow</i>		
TICO® Yellow 594	13.50	
TICO® Yellow 622 N	46.79	
HEUCODUR® Yellow 251	39.70	

بدیل ب	بدیل أ	الخصاب
مستوى الخصاب محسوب على الرابط الجاف 23.7%		
	0.01	Carbon black سناج
<i>RAL 1023 Traffic Yellow</i>		
96.70	68.40	TICO® Yellow 594
3.30	3.10	TICO® Yellow 622 N
	28.50	HEUCODUR® Yellow 251

الملحق 4 - قائمة المزودين

جدول 31- قائمة غير حصرية للمزودين

الموقع الإلكتروني	الشركة
<u>فوسفات الزنك / فوسفات الزنك المعدل</u>	
http://zincphosphatepigment.sell.everychina.com/p-108713315-anti-corrosion-zinc-phosphate-pigment-325-mesh-cas-7779-90-0-white-powder.html	Shijiazhuang Xin sheng chemical co.,ltd
http://basstechintl.com/	BassTech International
http://www.numinor.com/	Numinor Chemical Industries Ltd
http://www.pigment.com.tr/	Pigment Sanayi A.S
https://www.societe.com/societe/societe-nouvelle-des-couleurs-zinciques-330575887.html	SNCZ Société Nouvelle des Couleurs Zinciques
http://www.dimacolorgroup.com/news_en.html	Dimacolor Industry Group Co., Ltd
https://heubachcolor.com/	Heubach, Ltd
http://www.noelson.com/en/index.html	Noelson chem
https://guide31651.guidechem.com/productlist-c72-p1.html	Shanghai Ocen Zinc Industry Co.,

الموقع الإلكتروني	الشركة
	Ltd
عوامل التثتيت	
https://www.byk.com/en	Byk Additives & Instruments
https://corporate.evonik.com/en	Evonik Industries AG
https://www.clariant.com/en/Business-Units/Industrial-and-Consumer-Specialties/Paints-and-Coatings	Clariant
http://www.borchers.com/index.php?id=2	Borchers
https://www.esterchem.co.in/paints-inks.html	Ester
https://www.basf.com/za/en/who-we-are/sites-and-companies.html	BASF
http://www.shahpatilexports.in/paint_ink_additives.htm	Shah Patil & Company
https://www.harmonyadditive.com/paint-dispersing-agent.html	Harmony Additive PVT. LTD
<u>الخضابات</u>	
https://heubachcolor.com/	Heubach, Ltd
https://www.sunchemical.com/pigment-products/	Sun Chemical Corporation
https://www.ferro.com/Contact	Ferro Corporation

الموقع الإلكتروني	الشركة
https://www.clariant.com/en/Business-Units/Pigments	Clariant
https://www.dispersions-pigments.basf.com/portal/basf/ien/dt.jsp	BASF
https://www.shepherdcolor.com/	The Shepherd Color Company
https://www.ferro.com/nubiola	Nubiola
https://www.venatorcorp.com/	Venator
https://www.dominioncolour.com/	Dominion Colour Corporation
https://www.bruchsaler-farben.de/en/home.html	Bruchsaler Farben
http://vijaychemical.com/	Vijay Chemical Industries
http://www.vibfast.com/	Vibfast Pigments PVT.LTD.
https://www.trustchem.eu/organic-pigments/	Trust Chem
http://www.asrresin.com/pro_org_yellow.php	Resins and Chemicals PVT.LTD.
https://coatings.specialchem.com/product/p-aarbor-colorants-corporation-naphthol-red-pigment-pr-112	Special-Chem
http://www.sudarshan.com/perch/resources/decorative-	Sudarshan

الموقع الإلكتروني	الشركة
brochure-feb-2018.pdf	
http://www.milano-colori.com/en/plastics-rubber/pigments/organic-pigments/	Milano Colori
http://bofinepigment.com/	Hangzhou Boray Pigments Co LTD
http://www.multicolor-pigment.com/pid10206407/Pigment+Yellow+183.htm	Hangzhou Multicolor Chemical Co LTD
المجففات	
https://www.venatorcorp.com/products-and-applications/products/driers	Venator
http://www.durachem.com/home.html	DURA
https://www.americanelements.com/	American Elements
http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_090c/0901b8038090c235.pdf?filepath=productsafety/pdfs/noreg/233-01137.pdf&fromPage=GetDoc	DOW
https://www.comarchemicals.com/index.php/en/products-en/other-organometallics-en/paint-driers-en	Comar Chemicals PVT.LTD
http://www.blackfriar.co.uk/product/liquid-driers/	Blackfriar
http://www.matrixuniversal.com/paint_driers.html	Matrix Universal
http://www.silverfernchemical.com/product-lines/paint-driers/	Silver Fern

الموقع الإلكتروني	الشركة
	Chemical Inc.

يمكن الرجوع إلى الموقع الإلكتروني التالي للحصول على عناوين المزودين للخضابات والمجففات:

<https://www.ulprospector.com/en/eu/Coatings/search>

1. World Health Organization
(http://www.who.int/gho/phe/chemical_safety/lead_paint_regulations/en/)
2. World Health Organization (<http://www.who.int/news-room/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health>)
3. Safety Data Sheets of raw materials (pigments and siccatives), different producers
4. Greenpeace. Safer Chemicals within Reach - Using the Substitution Principle to drive Green Chemistry. Amsterdam: 2005, Greenpeace International
5. Guidance on the preparation of an application for authorisation, Version 1, European Chemical Agency 2011
6. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, European Chemical Agency
7. Edwards S, Rossi M, Civil P. Alternatives Assessment for Toxic Use Reduction: A survey of methods and Tools. The Massachusetts Toxic Use Reduction Institute, University of Lowell, 2005.
8. IC2 (Interstate Chemicals Clearinghouse) Alternatives Assessment Guide Version 1.0. 2013 <http://www.theic2.org/publications>
9. Guidance on the compilation of safety data sheets, European Chemical Agency, Version 3.1, November 2015
10. Coatings Formulation: An International Textbook, 3rd Completely Revised Edition, Vincentz Network GmbH & Co. KG, Hanover, 2017
11. Understanding Raw Materials, V. Mannari, C.J. Patel, Vincentz Network, Hanover, Germany
12. Replacement of lead pigments in solvent based decorative paints, IPEN, <https://ipen.org/sites/default/files/documents/Replacement%20of%20lead%20pigments%20in%20solvent%20based%20decorative%20paints.pdf>
13. Wetting and Dispersing Additives <https://ebooks.byk.com/1/wetting-and-dispersing/wetting-additives/>
14. The Dispersion Process <https://www.dispersions-pigments.basf.com/portal/load/fid807190/Dispensing%20Agents.pdf>

15. Additives for Coatings Edited by Johan Bieleman, WILEY-VCH Verlag GmbH, D-69469 Weinheim, 2000
16. Extenders, Paint and Coatings Industry Magazine, February 2001
<https://www.pcimag.com/articles/84133-extendere>
17. Detlef Gysau , Fillers for Paints - Fundamentals and Applications, Hanover: Vincentz Network, 2017
18. Industrial application of coatings containing C.I. Pigment Yellow 34 and C.I. Pigment Red 104 on metal surfaces of non-consumer articles, DCC Maastricht B.V. OR.
19. Submission of Information on Alternatives, ETAD Ecological and Toxicological Association of Dyes and Organic Pigments Manufacturers
https://echa.europa.eu/documents/10162/.../a4a_comment_234_1_attachment_en.doc
20. Submission of Information on Alternatives, Heubach GmbH, Germany, April 2014
21. Submission of Information on Alternatives, BASF S.A, 2014
22. Lead drier replacement in solvent based alkyd decorative paints, IPEN,
<https://ipen.org/sites/default/files/documents/Lead%20drier%20replacement%20in%20solvent%20based%20alkyd%20decorative%20paints.pdf>
23. Substitution of Cobalt Driers and Methyl Ethyl Ketoxime, Danish Environmental Protection Agency, 2003

مراجع الترجمة

- مواصفة قياسية أردنية، الدهانات والورنيش، المصطلحات والتعاريف، م ق أ 2018/2171 إيزو 2014/4618
- معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية ، أحمد شفيق الخطيب، مكتبة لبنان، الطبعة السادسة، 1986.